



# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL FORTEI 7-3 2020

ISSN: 2621-3540 (Online)

ISSN: 2621-5551 (Cetak)

**BIDANG:**

**TEKNIK TENAGA LISTRIK, TEKNIK ELEKTRONIKA, SISTEM  
KONTROL, TEKNIK KOMPUTER & INFORMATIKA,  
TELEKOMUNIKASI, BIOMEDIK**



**FORUM PENDIDIKAN TINGGI ELEKTRO INDONESIA  
REGIONAL VII**

# SUSUNAN DEWAN REDAKSI SINARFE7-3

- Penasehat : Prof. Dr. Ir. Mochamad Ashari, M.Eng. (ITS)  
Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T. (ITS)
- Steering Committee (SC) : Dr. Eng. Ardyono Priyadi, S.T., M.Eng. (ITS)  
Prof. Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM. (UB)  
Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng., Ph.D. (ITS)
- Ketua : Petrus Santoso, S.T., M.Sc. (PETRA)
- Sekretaris : Miftachul Ulum, S.T., M.T. (UTM)
- Bendahara : Dr. Eng. Siti Sendari, S.T., M.T. (UM)
- Managing Editors : Machrus Ali, ST., MT., IPM. (UNDAR)
- Editorial Boards : Dr Irrine Budi Sulistiawati, S.T.,M.T. (ITN)  
Dr. Lilik Anifah, S.T., M.T. (UNESA)  
R Arief Setyawan, S.T., M.T. (UB)  
Diah Arie W.K., S.T.,.M.T. (UNISKA)
- Reviewer
- a. Divisi Teknik Tenaga Listrik : Rini Nur Hasanah, Ph.D. (UB)  
A.N. Afandi, ST, MT, MIAEng, MIEEEE, Ph.D. (UM)  
Ir. Wijono, M.T., Ph.D (UB)  
Dr. Ir. Saidah, M.T. (UBHARA)
- b. Divisi Teknik Elektronika : Mohammad Jasa Afroni, S.T., M.T., Ph.D (UNISMA)  
Winarno, S.Si., M.T. (UNAIR)  
Rini Puji Astutik, S.T., M.T. (UMG)

- c. Divisi Sistem Kontrol : Handy Wicaksono S.T., M.T., Ph.D. (PETRA)  
Diky Siswanto, S.T., M.T., Ph.D. (UWG)  
Rahman Arifuddin, S.T., M.T. (UNMER)  
Titiek Suheta, S.T., M.T. (ITATS)
- d. Divisi Teknik Komputer & Informatika : Ana Nuril Achadiyah, S.T., M.T. (POLISMA)  
Ir. Hidayatul Nurohmah, M.T. (UNDAR)  
Desriyanti, S.T, M.Kom. (UMPO)
- e. Divisi Biomedik : Dr. Ir. Widjonarko, S.T., M.T. IPM. (UNEJ)  
Joko Subur, S.T., M.T. (UHT)  
Candra Pradhana, M.Si. (UNIRA)
- Koordinator Session : Dr.Eng. Dwi Arman Prasetya, ST., M.T. (UNMER)  
Dr. Ir. Jamaaluddin, MM. (UMSIDA)  
Ir. Anang Widianoro, S.T.,M.T.,IPM. (UMSby)  
Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti, S.T., M.T. (UHT)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmatnya maka Sinarfe-3 kegiatan rutin dari Fortei Regional 7 Jawa Timur berhasil dilaksanakan. Pada tahun ketiga ini di tengah-tengah masa pandemi Sinarfe-3 dapat diselenggarakan dengan lancar oleh Universitas Kristen Petra Surabaya secara daring pada tanggal 2 September 2020.

Kegiatan Seminar ini merupakan sarana untuk publikasi hasil karya ilmiah baik mahasiswa maupun dosen di seluruh Perguruan Tinggi anggota Fortei Regional Wilayah 7 pada khususnya dan Fortei Nasional pada umumnya.

Pada kesempatan ini, kami mewakili Panitia Penyelenggara dan seluruh tim Fortei Regional Wilayah 7 mengucapkan banyak terima kasih atas segala bentuk dukungan, partisipasi dan kebersamaan dalam seluruh kegiatan Seminar hingga terbitnya prosiding Sinarfe yang ketiga ini.

Surabaya, September 2020

## DAFTAR ISI

NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
1.	3001	Perancangan Sistem Absensi Sekolah Menggunakan RFID Berbasis Internet Of Thing Di SMPN 1 Kamal <b>Burhanudin Abdullah, Achmad Ubaidillah, Kunto Aji Wibisono</b>	1-5
2.	3005	Analisa Meningkatnya Jumlah Pelanggan Dan Konsumsi Energi Listrik Terhadap Sistem Distribusi Ketenagalistrikan Kota Surabaya Menggunakan Metode DKL 3.2 <b>Arsito Surya Pradana, Efrita Arfah Zuliari</b>	6-10
3.	3006	Rancang Bangun Alat Penjurian Pencak Silat Berbasis Arduino Dengan Komunikasi Smartphone Android <b>Miftahul Ulumuddin, Affan Bachri, Zainal Abidin</b>	11-14
4.	3007	Economic Dispath Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap Di PT. Petrokimia Gresik Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO) <b>M. Syaifuddin Zuhri , Misbah, P. P. S. Saputra</b>	15-20
5.	3012	Rancang Bangun Alat Pembaca Kwh Meter Berbasis Arduino Uno Dan Kirim Data Via Internet Of Things <b>M. Ruinaldi Pratama, Affan Bachri, Ulul Ilmi</b>	21-27
6.	3015	Sistem Informasi Manajemen Gedung Serbaguna Di Universitas Hang Tuah Surabaya Berbasis Website <b>Agus Sumardiono_, Suryadhi</b>	28-34
7.	3017	Rancang Bangun Alat Bantu Bagi Penyandang Tunanetra <b>Firman Hardi Gunawan, Arief Budi Laksono, Affan Bachri</b>	35-40
8.	3018	Prototipe Monitoring Kadar Keasaman Air, Suhu Air Dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Tambak Ikan Mujair Berbasis Mikrokontroller <b>Mohammad Fajrul Karim, Zainal Abidin, Ulul Ilmi</b>	41-46
9.	3020	Rancang Bangun Nurse Call (Pemanggil Perawat) Berbasis Internet Of Things (IoT) <b>M Denny Ervianto, Zainal Abidin, Affan Bachri</b>	47-52
10.	3021	Rancang Bangun Robot Kendali Lingkungan Berbasis Android <b>Syaiful Hartono Wahid, Arief Budi Laksono, Ulul Ilmi</b>	53-56
11.	3108	Keamanan Kunci Ruang Dosen Elektro UMSIDA Menggunakan Ketukan Berbasis Arduino <b>Fahrizai Akbarlillah Perdana Buana, Indah Sulistiyowati</b>	57-62
12.	3023	Gestur Tangan Untuk Kendali Turtlebot Dan Openmanipulator <b>Alexander Edward, Petrus Santoso</b>	63-69
13.	3024	Robot Penerima Tamu Dengan Sistem Pengenalan Wajah Dan Suara <b>Aaron Marselino Lukman, Petrus Santoso</b>	70-76

NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
14.	3025	Pengenalan Rambu Batas Kecepatan Pada Duckiebot <b>Steven Jaya Nugraha, Petrus Santoso, Handry Khoswanto.</b>	77-83
15.	3027	Penerapan Sistem Navigasi Mobile Robot Pada Turtlebot Dengan Depth Sensor Camera <b>Joannes Mahestra Robert Aprilino, Petrus Santoso</b>	84-91
16.	3028	Analisis Performa PV Monocrystalline Dan Polycrystalline Untuk Kecepatan Motor Pompa Air DC <b>Faiz Syaikhoni Aziz, Agung Setyobudi, Ahmad Muzakki Setiawan, Sujito, Mohamad Rodhi Faiz</b>	92-95
17.	3033	Perancangan Transceiver Audio Menggunakan Power Line Communication <b>Pandu Pira Haskara, Rizki Ardianto Priramadhi, Denny Darlis, Fajry Adi Rahman</b>	96-100
18.	3036	Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Dan Automatic Main Failure (AMF) Berbasis Arduino Uno R328P Pada Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) 220VAC <b>Panky Hermawan, Agus Kiswantono</b>	101-106
19.	3038	Potensi Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu <b>Faiz Syaikhoni Aziz, Ahmad Muzakki Setiawan, Agung Setyobudi</b>	107-110
20.	3045	Sistem Kontrol Nutrisi Untuk Tanaman Sayur Buah Hidroponik Berbasis Fuzzy Logic <b>Dani Ardiyansyah, Richa Watiasih, Adiananda</b>	111-117
21.	3107	Analisa Keandalan Sistem Distribusi 20KV Di PT. PLN (Persero) Rayon Kudus Kota Menggunakan Metode Section Technique <b>Mohammad Remy Hanif, Titiek Suheta</b>	118-122
22.	3052	Analisa Perbandingan PWM Dan MPPT Untuk Beban Di Atas 200W <b>Jamaaluddin Jamaaluddin, Izza Anshory, Emy Rosnawati, Drajad Kuncoro Aji</b>	123-129
23.	3053	Perancangan Dan Pengembangan Basic Air Conditioner Trainer Berbasis Animation Video <b>Yayan Zanwar M., Achmad Ubaidillah Ms. Riza Alfita</b>	130-134
24.	3054	Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Radio Frequency Identification Berbasis Internet Of Thing <b>Zainul Arifin, Diana Rahmawati, Hanifudin Sukri</b>	135-141
25.	3057	Pendeteksi Dan Pengontrol Kadar Gas CO Dalam Kabin Mobil Dilengkapi Dengan GPS <b>Eric Tri Prasetyawan, Anang Widiatoro</b>	142-149

NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
26.	3059	Sistem Notifikasi Dan Monitoring Penggunaan Energi Pada Kwh Meter 1 Fasa <b>Alvin Suseno Widjaja, Thiang</b>	150-157
27.	3060	Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Dalam Menentukan Posisi Suara Menggunakan Metode TDOA <b>Mohammad Faizin Zaini, Riza Alfita, Achmad Fiqhi Ibadillah</b>	158-162
28.	3061	Web Based Monitoring Tegangan Baterai Kontrol Untuk Genset Pada Kereta Pembangkit Menggunakan Arduino <b>Anggoro Dwi Prakoso, Edy Kurniawan, Desriyanti</b>	163-170
29.	3062	Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Menggunakan Sensor DHT11 <b>Mahput Rino Saputro, Saidah</b>	171-178
30.	3063	Rancang Bangun Robot Pengantar Barang Pada Warehouse Berbasis RFID Localization Dan Obstacle Avoidance <b>Abd. Wahid Sholeh, Riza Alfita, Achmad Fiqhi Ibadillah</b>	179-185
31.	3064	Analisa Sistem Monitoring Greenhouse Berbasis Internet Of Things (IoT) Pada Jaringan 4G LTE <b>Ike Fibriani, Widjonarko, Alfredo Bayu, Pratama Ciptaning</b>	186-191
32.	3066	Pendeteksi Kecepatan Proyektil Mortir Bertekanan Udara Menggunakan Sinar Inframerah <b>Arya Mahesa Jenar, Dyah Lestari, I Made Wirawan</b>	192-196
33.	3067	Sistem Informasi Perangkat Hama Serangga Dan Kondisi Perairan Di Persawahan Berbasis Internet Of Things <b>Moh Fredy Riyanto, Rini Puji Astutik, Denny Irawan</b>	197-202
34.	3068	Implementasi Screen Mirroring Pada Smartphone Sebagai Alat Bantu Presentasi Nirkabel Berbasis Raspberry Pi <b>Anugrah Rachmat Danu , Achmad Ubaidillah, Achmad Fiqhi Ibadillah</b>	203-208
35.	3069	Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan Dan Pembersih Kotoran Pada Kandang Kelinci Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560 <b>Berli Wahyu Ramadhan, Nuzul Hikmah</b>	209-213
36.	3070	Media Pembelajaran Trainer Instalasi Listrik Dan Motor Berbasis Augmented Reality <b>Mochamad Khoirudin, Riza Alfita, Koko Joni</b>	214-219
37.	3071	Pengaman Kotak Amal Masjid Dilengkapi Gps Dan Sms Gateway <b>Berlian Cahyo Pambudi, Desriyanti, Rhesma Intan Vidyastari</b>	220-224
38.	3072	Rancang Bangun Dishwasher Otomatis Dengan Pengering Pada Rumah Makan <b>Ririn Indriati, Ahmad Izzuddin, Nuzul Hikmah</b>	225-231

NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
39.	3073	Rancang Bangun Modul Trainer Praktik Instalasi Listrik Dan Motor <b>Muhammad Jawahir, Haryanto, Riza Alfita</b>	232-239
40.	3074	Rancang Bangun Sistem Informasi Administrasi Persuratan Berbasis Web Pada Program Studi Teknik Elektro <b>R. Gerry Franata , Achmad Ubaidillah, Riza Alfita</b>	240-245
41.	3075	Alat Identifikasi Jenis Kayu Berbasis Image Processing Dengan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) <b>Muhammad A'inul Yaqin, Riza Alfita, Kunto Aji Wibisono</b>	246-251
42.	3078	Perancangan Dan Pengembangan Trainer Air Conditioner Jenis Split Untuk Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura <b>Indra Dwi Setiawan, Achmad Ubaidillah, Riza Alfita</b>	252-256
43.	3079	Penempatan Kapasitor Pada Saluran Transmisi Purwosari - Pakis Malang Dengan Metode Algoritma Genetika <b>Dimas Prihara Yopi Prasetya, Ermanu Azizul Hakim</b>	257-264
44.	3080	Monitoring Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroller <b>Febri Angga, Kukuh Setyadjit, Santoso</b>	265-269
45.	3081	Koordinasi Optimal Directional Overcurrent Relay Dengan Cuckoo Search Algorithm Pada Sistem Distribusi MESH <b>Zsa Zsa Septina Atsil, Zulfatman, Diding Suhardi</b>	270-275
46.	3087	Simulasi Komunikasi Serial Dengan Protokol I2C Menggunakan Arduino IDE Dan Proteus 8 <b>Candra Pradhana, Mochamad Sulaiman</b>	276-281
47.	3088	Optimasi MPPT Menggunakan PID Dengan Tuning Modified Firefly Algorithm (MFA) Controller <b>Angga Dwi Atmoko, Ayusta Lukita Wardani, Aris Heri Andriawan</b>	282-285
48.	3093	Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Akuarium Berbasis Arduino Uno <b>Bernado Da Costa Ximenes, Syahri Muharom</b>	286-291
49.	3095	Rancang Bangun Sistem Keamanan Gerbang Otomatis Dengan Radio Frequency Identification (RFID) <b>Febinur Alito Putra, Ratna Hartayu</b>	292-297
50.	3096	Pembangkit Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Hybrid Dengan Thermoelectric Generator <b>Khusnul Maulana Ibrahim, Puji Slamet, Gatut Budiono</b>	298-302
51.	3097	Rancang Bangun Sistem Proyektor Nirkabel Sebagai Alat Bantu Presentasi <b>I Nyoman Widya Marta Wijaya, Miftachul Ulum, Kunto Aji W.</b>	303-309



NO	Kode	JUDUL MAKALAH	Hal
52.	3099	Rancang Bangun Sistem Irigasi Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Pada Tanaman Sawi <b>Ogik Nugrah Ardiansyah , Himawan Prasetyo Utomo , Balok Hariadi, Ahmad Ridho'i</b>	310-313
53.	3101	Sistem Telemetry Mobil Listrik IMEI TEAM UMSIDA Berbasis IoT Dan Ublox Gps Neo-6m <b>Mochammad Syeh Maulana, Indah Sulistiyowati</b>	314-318
54.	3104	Perancangan Dan Analisis Kualitas Jaringan Radio Pancar Ulang Berbasis ROIP Di Kampus ITN Malang <b>Muhamad Aqil Dzaki, Kartiko Adi Widodo, Sotyohadi</b>	319-323
55.	3106	Audit Konsumsi Energi Listrik Di Gedung Gresmall PT Dharma Graha Utama <b>Titiek Suheta, Moh. Rodhi Hildani</b>	324-329
56.	3109	Analisa Pengaruh Variasi Beban Terhadap Profil Tegangan Pada Feeder GI Polehan Distribusi 20 KV PLN Kota Malang <b>Mochamad Ifan Mashudi, Awan Uji Krismanto, Ni Putu Agustini</b>	330-340

# Perancangan Sistem Absensi Sekolah Menggunakan RFID Berbasis *Internet Of Thing* di SMPN 1 Kamal

Burhanudin Abdullah<sup>1</sup>, Achmad Ubaidillah M.s<sup>2</sup>, Kunto Aji Wibisono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura

burhanudinabdullah977@gmail.com<sup>1</sup>, ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id<sup>2</sup>, kunto.ajiw@trunojoyo.ac.id<sup>3</sup>

**Abstract** – *In the absence of students at school it is still manually done by calling student names one by one and write it on paper. This thing wastes time and energy. Besides that difficulty, there is the frequent errors when storing list of attendees to the computer. Many ways can be done to achieve a good information system. One of them is using computer technology like a internet of things. In this day and age there are new technologies in the form of a micro programmable PC (Personal Computer). Raspberry pi can filled with programs so a system can work automatically and can replace the role of humans. With a mini PC (Personal Computer), the author can overcome the above problems that occur when storing list of attendance students in school. In this case the author makes an attendance system by utilizing raspberry pi 3 to process input or output and execute the program. The processed input is a RFId (Radio Frequency Identification) card embedded on the student card that will be used for attendance and a 4x4 keypad used as a security code input. Attendance data will be sent to student guardians.*

**Keywords** —, *Student cards, RFId, IoT, Information systems, Schools.*

**Abstrak**— Dalam mengabsen siswa-siswi di sekolah sekarang ini masih dilakukan secara manual yaitu dengan memanggil nama satu persatu dan menuliskannya dikertas. Hal ini membuang waktu dan tenaga. Selain itu permasalahan yang terjadi yaitu seringnya kesalahan dalam menginput data absen ke komputer. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mencapai sistem informasi absensi yang baik, salah satunya menggunakan teknologi komputer dimana penerapannya dengan aplikasi berbasis *website*. Pada zaman sekarang ini sudah terdapat teknologi - teknologi baru berupa mini PC (*Personal Computer*) terprogram yaitu Raspberry pi. Raspberry pi tersebut diisi program oleh manusia sehingga sebuah sistem dapat bekerja secara otomatis dan dapat mengganti peran manusia dalam melakukan sebuah aktivitas. Dengan adanya mini PC (*Personal Computer*), penulis dapat mengatasi permasalahan di atas yang terjadi pada pengabsenan siswa-siswi di sekolah. Dalam hal ini penulis membuat suatu sistem absensi dengan memanfaatkan raspberry pi 3 yang berfungsi untuk memproses ,mengolah input, dan mengendalikan output. Input yang diproses berupa kartu RFId (*Radio Frequency Identification*) yang tertanam pada kartu pelajar yang akan digunakan untuk absensi dan keypad 4x4 yang digunakan sebagai input kode keamanan . Data absensi yang sudah diproses akan dikirim ke wali murid .

**Kata kunci:** Kartu pelajar, RFId, IoT, Sistem informasi, Sekolah .

## I. PENDAHULUAN

Absensi atau daftar kehadiran merupakan salah satu aspek penting yang menunjang berjalannya sistem pendidikan di sekolah. Pada sekolah – sekolah yang ada saat ini masih menggunakan sistem absensi manual yaitu mengabsen siswanya satu per satu. Sistem absensi manual ini memiliki kelemahan yaitu tidak praktis. Perihal tidak praktis dalam sistem ini dapat berupa menghabiskan banyak waktu untuk mengabsen siswa satu persatu atau proses perekapan data ke pusat yang rumit karena dilakukan secara manual, data absensi di pusat tidak dapat langsung di-update karena harus menunggu untuk direkap oleh pengajar yang bersangkutan. Kelemahan dari sistem absensi manual ini lagi adalah tidak dapat memantau waktu kehadiran siswa secara terperinci seperti berapa menit atau berapa jam telatnya seorang siswa. Padahal pemantauan waktu kehadiran sangat berguna setiap menit atau jamnya keterlambatan kehadiran di sekolah, siswa akan dikenakan sanksi berupa penambahan tugas (denda dan kompensasi). Untuk menentukan seberapa banyak tugas atau denda (kompensasi) yang diberikan kepada siswa yang telat ditentukan melalui berapa banyak waktu keterlambatan siswa.

Pemanfaatan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) yang semakin luas memberikan dampak positif bagi efisiensi berbagai kegiatan, diantaranya proses administrasi dan bisnis. Dalam lingkungan sekolah banyak peluang bagi pemanfaatan RFID (*Radio Frequency Identification*) dalam rangka perbaikan sistem dalam hal otomatisasi. Hal ini dapat diimplementasikan dalam memperluas daya guna kartu pelajar sebagai *primary key* bagi masing-masing pelajar. RFID (*Radio Frequency Identification*) berfungsi sebagai perantara pelajar melakukan absensi saat masuk kelas sehingga memungkinkan pengolahan data lanjutan yang lebih akurat terkait pengolahan nilai maupun analisis manajemen yang lebih praktis[1]. Absensi RFID (*Radio Frequency Identification*) memungkinkan laporan disajikan setiap hari secara otomatis yang serta merta menghapus sistem absensi dengan tanda tangan[2].

Absensi RFID (*Radio Frequency Identification*) lebih lanjut menggunakan *web service* semakin menambah fungsi yang lebih luas oleh karena pemrosesan dapat dilakukan tanpa

batas ruang dan waktu. Sistem absensi dapat meningkatkan kedisiplinan, yakni semakin kecilnya kemungkinan kecurangan seperti yang sering terjadi pada sistem konvensional. Implementasi RFID (*Radio Frequency Identification*) dalam sistem informasi sejenis juga dapat dimodifikasi sesuai dengan kepentingan dan ketersediaan sumber daya yang dimiliki[3].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

Dalam perancangan sistem informasi absensi menggunakan metode internet of thing filter *Quality of Service* (QoS) dan *software* yang digunakan adalah Wareshark versi 3.2.1, nilai-nilai yang akan dicari antara lain Throughput, Packet loss dan Rata-rata delay. Pengujian dilakukan di SMPN 1 KAMAL.

#### 1. Throughput

*Throughput* adalah jumlah laju data yang dikirimkan ke semua terminal dalam suatu jaringan, *Throughput* pada dasarnya identik dengan konsumsi bandwidth digital. itu dapat dianalisis secara matematis dengan menerapkan teori antrian, di mana beban dalam paket per unit waktu dilambangkan sebagai tingkat kedatangan ( $\lambda$ ), dan *throughput* terjadi penurunan paket per-unit waktu, dilambangkan sebagai tingkat keberangkatan ( $\mu$ ).[4]

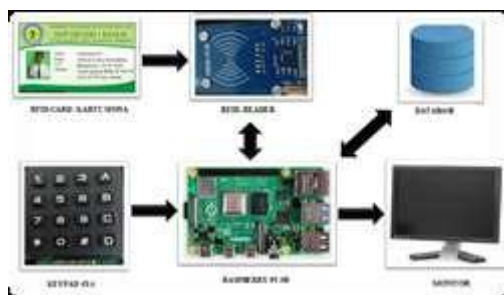
#### 2. Packet loss

*Packet loss* atau paket yang hilang dan terjadi pengiriman paket yang gagal, hal ini terjadi jika jaringan pada *server* atau *client* mengalami penurunan drastis serta ada gangguan pada server.[4]

#### 3. Rata-rata delay

Rata-rata delay adalah rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman satu paket, hal ini digunakan untuk mengidentifikasi waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data Gambar dan Tabel.[4]

Pada konsep perangkat keras terdapat blok diagram dimana blok diagram tersebut memiliki *input* dan *output* berdasarkan perangkat yang akan dipergunakan.



Gambar 1. Rancangan Perangkat Keras

Pada diagram blok di atas 6 perangkat utama dalam perancangan sistem informasi absensi. kartu rfid, rfid reader dan keypad 4x4 digunakan sebagai perangkat input. Raspberry pi dan database digunakan sebagai perangkat pemrosesan.

monitor digunakan untuk menampilkan hasil absensi siswa baik secara langsung pada GUI maupun tampilan pada website yang akan dibuat.

#### a. Rfid card

Rfid card adalah suatu device yang berguna untuk menyimpan informasi yang diperlukan ketika proses identifikasi objek. RFID card digunakan sebagai media yang menyimpan informasi data identitas untuk proses identifikasi menggunakan RFID *reader*. Rfid card di fungsikan sebagai kartu siswa untuk proses absensi. [5]

#### b. Rfid reader

RFID (*Radio Frequency Identification*) *reader* adalah perangkat yang berfungsi untuk komunikasi secara nirkabel atau *wireless* dengan Tag RFID (*Radio Frequency Identification*). RFID *reader* digunakan untuk membaca data dari RFID card. Data yang diambil pada RFID *reader* akan diolah oleh Raspberry Pi menggunakan *software* pendukung untuk disimpan di *database*. Jika data yang diidentifikasi sesuai dengan yang ada di database maka siswa dianggap telah melakukan absensi.[6]

#### c. Raspberry pi

Raspberry Pi merupakan suatu perangkat komputer single-board yang diciptakan Raspberry Pi Foundation (suatu badan amal yang dibentuk dengan tujuan untuk mengenalkan kembali komputer tingkat rendah pada anak-anak di Inggris). Raspberry Pi sebagai pusat tempat pengolahan data. Data yang diambil pada RFID *reader* akan diolah menggunakan *software* pendukung untuk disimpan di *database* dan hasilnya yang berupa tampilan web akan ditampilkan pada layar monitor berupa data absensi siswa secara detail meliputi data absensi setiap mata pelajaran, hari dan tanggal serta waktu *realtime* absensi setiap siswa.[7]

#### d. Keypad 4x4

Keypad digunakan dalam sistem informasi absensi untuk menginputkan kode keamanan yang diinputkan oleh guru pengajar untuk mengaktifkan RFID *reader* sebelum siswa melakukan absensi. Setiap mata pelajaran memiliki kode keamanan yang berbeda – beda untuk mengurangi terjadinya kesalahan dalam absensi dan siswa yang tidak masuk dalam suatu mata pelajaran.[8]

#### e. Database

Dalam sistem informasi absensi menggunakan *database* untuk menyimpan id dari siswa, jadwal mata pelajaran, dan kelas. Id yang sudah tersimpan di *database* akan dicocokkan ketika proses absensi dilakukan. Jika id siswa sesuai dengan id yang ada pada *database* siswa dianggap sudah melakukan absensi.[9]

#### f. Monitor

Dalam sistem informasi absensi perangkat *hardware* monitor digunakan sebagai perangkat *display output* dari sistem absensi berupa gui yang berisi siswa yang telah melakukan absensi. Selain itu monitor dapat digunakan untuk melihat keseluruhan data absensi dengan mengakses *website* yang sudah dibuat.[10]

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

pengujian secara keseluruhan yang bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil.

Tabel 1. Jarak dan waktu identifikasi kartu rfid

No	No. ID	Jarak Baca (cm)	Rata-rata waktu baca (s)
1	428812082078	1	0,69
2	429291281226	1,5	0,68
3	494607997871	2	0,7
4	495598705655	2,5	0,69
5	497546173344	3	0,64
6	563151248360	3,5	0,67
7	357835984957	4	0,66
8	798475987607	4,5	0,7
9	343253453666	5	Tidak terbaca

Pada tabel 1 adalah hasil pengukuran jarak dan waktu identifikasi kartu rfid dengan rfid reader. Dari 9 sampel kartu rfid yang berbeda diperoleh hasil jarak maksimal identifikasi kartu 5 cm dan rata-rata waktu identifikasi kartu rfid 0,66 s.



gambar 2. Proses absensi dan input kode

pada gambar 2 adalah proses identifikasi kartu siswa yang sudah diidentifikasi sebelumnya dan dimasukkan kedalam database. Siswa dapat melakukan absensi ketika guru pengajar memasukkan kode aktivasi sistem absensi.



Gambar 3. Tampilan GUI sistem absensi

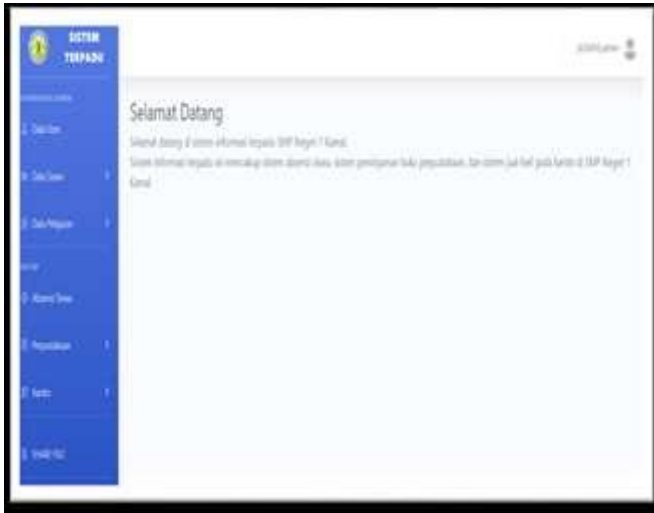
Pada gambar 3 adalah tampilan GUI siswa yang telah melakukan absensi. kode keamanan yang dimasukkan oleh guru pengajar dan biodata siswa yang melakukan absensi tampil pada GUI sistem.



Gambar 4. Tampilan halaman login website sistem absensi

Pada gambar 4 Adalah tampilan halaman login website sistem untuk semua user yang sudah mendaftar. Dalam halaman website login sistem terdapat user name, password, button login, link lupa password, dan link belum daftar sebagai user.

1. Pada nomor 1 adalah label untuk memasukkan *user name* yang dimiliki tiap user. baik itu user admin, user siswa, dan user wali.
2. Pada nomor 2 adalah label untuk memasukkan password dari setiap user yang akan masuk ke *website* yang telah dibuat.
3. Pada nomor 3 adalah tombol *log in* untuk masuk ke *website* yang telah dibuat dengan syarat mengisi label user name dan *password*. Jika user name dan *password* benar maka akan masuk kehalaman utama *website*.
4. Pada nomor 4 adalah link lupa *password* yang disediakan sistem jika lupa terhadap *password* yang sudah diberikan sebelumnya.
5. Pada nomor 5 adalah link untuk daftar sebagai user sistem jika belum mempunyai *user name* dan *password*.



Gambar 5. Tampilan website login sebagai admin

pada gambar 5 adalah tampilan halaman login sebagai admin. Didalam tampilan website berisi data semua user, data mata pelajaran , data siswa , dan absensi siswa . hasil absensi siswa yang telah dilakukan dapat diunduh dengan format xls . user admin dapat mengedit, menambah dan menghapus data.



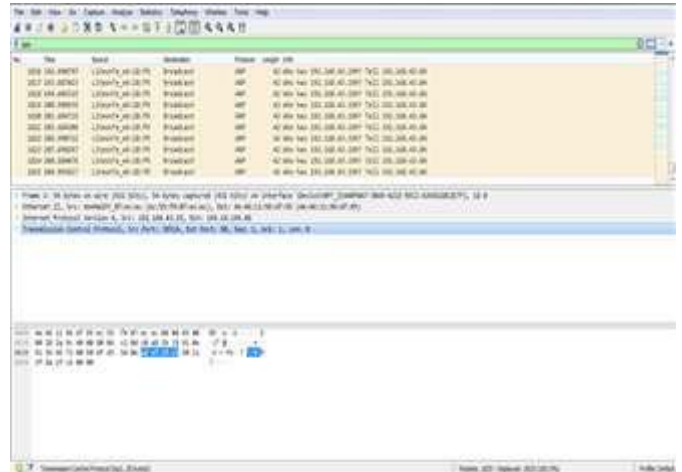
Gambar 7. Notifikasi telegram

Pada gambar 7 adalah notifikasi dari sistem bot telegram yang telah dibuat. Untuk mengaktifkan notifikasi orang tua harus mengaktifkan sistem bot dengan mengirim id siswa/orang tua. Ketika siswa melakukan absensi orang tua akan selalu mendapat notifikasi secara langsung.



Gambar 6. Tampilan website login sebagai orang tua

Pada gambar 6 adalah tampilan website sistem ketika login sebagai user orang tua. Didalam website terdapat data absensi , data peminjaman buku , pembelian makanan , dan saldo siswa. User orang tua hanya dapat melihat data dan tidak dapat mengedit maupun menghapus data. User orantua dapat mengganti password user yang dimiliki. User orang tua atau siswa dapat melakukan top up saldo melalui admin.



Gambar 8. Pengujian internet of thing

Pada gambar 8 adalah Uji coba ini menggunakan metode atau filter *Quality of Service (QoS)* dan *software* yang digunakan adalah *Wareshark* versi 3.2.1, pengujian dilakukan selama 3 menit 29 detik. nilai-nilai yang akan dicari antara lain *Throughput*, *Packet loss* dan *Rata-rata delay*:

1. Troughput  
 $\text{Bytes} / \text{Time Span(s)} * 8 = 826038/209,994 * 8 = 31469,013$  atau 31k/Bytes.
2. Packet loss  
 $\text{Packet Loss} / \text{Packets} * 100\% = 9/1825 * 100\% = 0,4931 \%$ .
3. Rata – rata delay  
 $((\text{Timer 2} - \text{timer 1}) + (\text{timer 3} - \text{timer 2}) + \dots + (\text{timer n-1} + \text{timer n}) / \text{Packets})$   
hasil rata-rata delay, yaitu 0,1150 s.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta hasil pengujian alat dan sistem yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa :Jarak maksimum identifikasi kartu rfid oleh rfid reader sebesar 4,5 cm dan rata – rata identifikasi kartu 0,66 s. Sistem dapat mendeteksi nomor id kartu dan menyatakan siswa hadir dan data siswa yang melakukan absensi muncul pada GUI sistem. Ukuran foto siswa pada GUI mempengaruhi proses upload GUI ketika siswa melakukan absensi, semakin kecil ukuran foto semakin cepat proses upload pada GUI. Hasil absensi yang telah dilakukan siswa terkirim atau masuk pada *website* sistem yang telah dibuat. Dalam pengujian IoT (*Internet Of Thing*) didapatkan hasil *Throughput* sebesar 31k/Bytes, Packet Loss 0,4931 %, dan rata- rata delay sebesar 0,1150 s. Notifikasi absensi berhasil terkirim ke orang tua siswa dengan cara mengirim id dari orang tua.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Susanto, A. Ananta, A. Santoso, and M. Trianto, “sistem absensi berbasis rfid,” *Jurnal.Teknik Komput. Vol. 17 No. 1*, no. 9, pp. 67–74, 2009.
- [2] Aris, M. Ikhsan, Y. Windy, R. Ageng, and P. Angga, “Desain Aplikasi Sistem Informasi Absensi Karyawan Dengan Radio Frequency Identification ( Rfid ) Pada,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed. 2015*, pp. 6–8, 2015.
- [3] H. Lestari, “Perancangan Sistem Absensi Dengan RFID Menggunakan Custom RFID Reader,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, 2010, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [4] C. W. Zhao, “Exploring IOT Application Using Raspberry Pi,” vol. 2, no. 1, pp. 27–34, 2015.
- [5] H. T. Frianto *et al.*, “Absensi Mahasiswa Menggunakan Sensor Rfid Untuk Perhitungan Kompensasi Kehadiran,” *J. Ris. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 113–116, 2016.
- [6] A. Z. Hasibuan, H. Harahap, and Z. Sarumaha, “Penerapan Teknologi RFID Untuk Pengendalian Ruang Kelas Berbasis Mikrokontroler,” *Penelit. Tek. Inform.*, vol. 1 Nomor 1, no. April 2018, pp. 71–76, 2018, doi: 2541-2019.
- [7] A. Mehmood, T. M. Mushtaq, H. N. Lashari, and S. Ehsan, “Simfree Communication using Rasberry Pi + Based Base-station for Disaster Mitigation,” no. December, 2017.
- [8] L. Mainetti, L. Palano, L. Patrono, M. L. Stefanizzi, and R. Vergallo, “Integration of RFID and WSN technologies in a Smart Parking System,” *2014 22nd Int. Conf. Software, Telecommun. Comput. Networks, SoftCOM 2014*, pp. 104–110, 2014, doi: 10.1109/SOFTCOM.2014.7039099.
- [9] P. Surya, R. A. Ardi, L. Listiyoko, and S. Informasi, “Integrated Functional Member Card Menggunakan RFID Di Lingkungan STMIK Muhammadiyah Banten,” *Semin. Nas. Inf. dan Multimed. 2018*, pp. 157–162, 2018.
- [10] B. Aji *et al.*, “Sistem Informasi Akuntansi Dan Sistem Transaksi Menggunakan RFID Dengan Sistem Saldo Pada Pembeli Untuk Toko Pintar Tanpa Kasir Accounting Information System And Transaction System Using RFID With Balance System on Buyer For Cashierless Smartshop,” vol. 2, no. 2, pp. 3540–3546, 2015.

# Analisa Meningkatnya Jumlah Pelanggan Dan Konsumsi Energi Listrik Terhadap Sistem Distribusi Ketenagalistrikan Kota Surabaya Menggunakan Metode DKL 3.2

<sup>1</sup>Arsito Surya Pradana, <sup>2</sup>Efrita Arfah Zuliari

<sup>1,2</sup> Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
larsitosuryapradana@yahoo.co.id , 2 efrita.zuliari@gmail.com (corresponding author)

**Abstract** - Problems encountered is the increasing numbers of customers each year, therefore it is necessary to plan a forecast of electricity demand so that the electricity in the City of Surabaya can be distributed properly. This final assignment aims to forecast the electricity need of Surabaya City in 2018-2023. To forecast the electrical energy needs in 2018-2023 DKL 3.2 method is used because this method can find out the estimated number of customers and electricity consumption for each sector. After analyzing, it is predicted that the number of customers and electricity consumption from 2018-2023 keeps increasing. It is forecasted that the electricity need in 2018 was 9,498,630 MWh, in 2019 would be 10,361,558 MWh, in 2020 would be 11,296,563 MWh, in 2021 would be 12,322,909 MWh, in 2022 would be 13,450,499 MWh, and in 2023 would be 14,689,813 MWh. Based on the forecast, the electrical energy needs in Surabaya city from 2018 to 2023 increases averagely up to 1,038,237 MWh or 9.11%. Based on the data comparison between the actual and estimated customer numbers in 2018, using DKL 3.2 method, it has an error percentage of 3.7%, whereas the estimated electrical energy need has the error percentage of 4.6% compared to the actual data in 2018.

**Keywords** — Forecast, Electricity Need, Electricity Consumption, DKL 3.2 Method

**Abstrak** — Permasalahan yang terjadi adalah meningkatnya jumlah pelanggan setiap tahunnya, oleh sebab perlu dilakukan perencanaan perkiraan kebutuhan listrik agar sistem distribusi ketenagalistrikan Kota Surabaya bisa di distribusikan secara baik. Makalah ini bertujuan untuk memperkirakan kebutuhan energi listrik Kota Surabaya tahun 2018-2023. Untuk memperkirakan kebutuhan energi listrik tahun 2018-2023 yaitu menggunakan metode DKL 3.2 karena metode DKL 3.2 dapat mengetahui perkiraan jumlah pelanggan dan konsumsi energi listrik tiap sektor. Setelah melakukan analisa didapat perkiraan jumlah pelanggan dan konsumsi energi listrik dari tahun 2018-2023 terus meningkat serta perkiraan kebutuhan energi listrik yang harus disediakan untuk tahun 2018 adalah sebesar 9498630 MWh, 2019 sebesar 10361558 MWh, 2020 sebesar 11296563 MWh, 2021 sebesar 12322909 MWh, 2022 sebesar 13450499 MWh, 2023 sebesar 14689813 MWh. Hasil perhitungan perkiraan kebutuhan energi listrik Kota Surabaya dari tahun 2018-2023 terus mengalami peningkatan rata-rata hingga 1.038.237 MWh atau sebesar 9,11%. Berdasarkan perbandingan data nilai aktual jumlah pelanggan dan perkiraan jumlah pelanggan tahun 2018 menggunakan metode DKL 3.2 presentase error adalah 3,7% sedangkan perbandingan nilai aktual

kebutuhan energi listrik dan perkiraan kebutuhan energi listrik sebesar 2018 4,6%.

**Kata Kunci** — Perkiraan, Kebutuhan listrik, Konsumsi listrik, Metode DKL 3.2

## I. PENDAHULUAN

PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) perusahaan yang bergerak dalam penyedia tenaga listrik dan mengurus semua kelistrikan yang ada di Indonesia. Dalam hal ini PT. PLN juga berperan penting dalam masyarakat seperti halnya konsumsi energi listrik yang memadai, layanan yang murah, dan efisien, tidak hanya dalam masyarakat tetapi juga berperan penting dalam pembangunan suatu perkotaan dan ekonomi di suatu wilayah tertentu.

Besar konsumsi listrik pada rentang waktu tidak dapat dihitung secara pasti. Oleh karena itu, yang dapat dilakukan adalah memperkirakan besar konsumsi energi listrik. Jumlah pelanggan energi listrik di kota Surabaya dari tahun 2012-2017 mengalami peningkatan rata-rata 4,81% [1]. Hal ini dapat mempengaruhi konsumsi energi listrik, apalagi dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat setiap tahunnya maka secara tidak langsung jumlah pelanggan konsumsi energi listrik juga akan meningkat dari waktu ke waktu.

Pada penelitian ini membahas tentang perkiraan kebutuhan energi listrik di kota Surabaya untuk sektor rumah tangga, industri, bisnis, dan publik karena konsumsi energi listrik dari tahun 2012-2017 terus meningkat hingga 1,40%. Hal ini dapat mengakibatkan penyulang kelebihan beban apabila tidak diantisipasi secara baik.

Untuk mengantisipasi konsumsi energi listrik yang semakin meningkat dari tahun 2012-2017, maka perlu dilakukan perkiraan kebutuhan energi listrik pada tahun 2018-2023 dengan menggunakan metode DKL 3.2. (Daftar Kebutuhan Listrik). Metode ini dapat digunakan untuk memperkirakan kebutuhan energi listrik pada semua sektor, karena merupakan suatu model yang disusun dengan menggabungkan beberapa metode seperti ekonometri, kecenderungan, dan analitis pendekatan sektoral (suatu pendekatan dengan mengelompokkan pelanggan menjadi empat sektor (rumah tangga, bisnis, industri, dan umum) [2]. Menggunakan metode ini dapat memperkirakan jumlah

pelanggan dan konsumsi energi listrik pada semua sektor, dengan hasil kebutuhan energi listrik tahun 2018-2023 diharapkan dapat menjadi acuan dalam mengambil sebuah keputusan perencanaan pembangunan pembangkit atau penyulang baru dan agar dapat menjaga kestabilan dalam menyalurkan energi listrik dalam jangka waktu beberapa tahun kedepan.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Prediksi Kebutuhan listrik

Perkiraan pada dasarnya adalah menduga lebih awal mengenai peristiwa atau keadaan di waktu yang akan datang. Dalam kegiatan perencanaan, perkiraan adalah suatu awal proses perencanaan tenaga listrik yaitu menduga kebutuhan energi listrik. Hasil perkiraan digunakan untuk membuat rencana kebutuhan maupun pengembangan penyediaan tenaga listrik setiap saat secara cukup dan baik serta terus menerus. Dalam hal ini perlu disadari bahwa, semakin jauh waktu perkiraan maka semakin sulit dan semakin tidak akurat hasil perkiraan. Oleh karena itu, metode apapun yang digunakan hanya akan dapat memberikan suatu nilai perkiraan. Dalam buku yang ditulis oleh AS Pabla, Ir. Abdul Hadi dijelaskan bahwa perkiraan untuk sistem daya optimum dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu [2] perkiraan jangka panjang, menengah dan pendek. Pendekatan model Elastisitas Dan Faktor pelanggan dinyatakan dalam persamaan analitik (1) dan (2). Elastisitas ( $e$ ) merupakan suatu ukuran seberapa banyak pembeli atau penjual berespon terhadap kondisi pasar [10].

$$e = \frac{\text{pertumbuhan Energi Listrik}}{\text{pertumbuhan PDRB}} \quad (1)$$

Faktor pelanggan ( $CF$ ) yaitu perbandingan antara jumlah pelanggan dan pertumbuhan ekonomi (PDRB) [11].

$$CF = \frac{\text{jumlah pelanggan}}{\text{pertumbuhan ekonomi (PDRB)}} \quad (2)$$

### B. Pendekatan Model DKL 3.2

Model DKL 3.2 (Daftar Kebutuhan Listrik) merupakan suatu model yang disusun oleh dinas Ketenagalistrikan dengan menggabungkan beberapa metode antara lain ekonometri, kecenderungan, dan analitis dengan pendekatan sektoral. Pendekatan sektoral merupakan suatu pendekatan dengan mengelompokkan pelanggan menjadi 4 jenis sektor antara lain sektor rumah tangga, bisnis, industri, dan umum. Data yang digunakan untuk persamaannya yaitu data jumlah pelanggan, data pemakaian energi listrik dalam 5 tahun sebelumnya dan data PDRB. Pada metode DKL 3.2 adalah menghitung jumlah pelanggan dan konsumsi energi listrik tiap sektor [2].

Model pertama adalah Jumlah pelanggan rumah tangga tahun  $t$  yang dinyatakan sebagai  $PRT$ .  $PRT(-t)$  adalah nilai

pelanggan rumah tangga pada tahun  $t-1$ . Nilai  $PRT$  dipengaruhi oleh variabel Faktor pelanggan rumah tangga ( $CFH$ ) yang mana merupakan fungsi dari Pertumbuhan PDRB rumah tangga (%) dalam  $gE$ .

$$PRT = (PRT)_{-t} \left[ 1 + CFH \left( \frac{gE}{100} \right) \right] \quad (3)$$

Penentuan konsumsi energi listrik rumah tangga, digunakan persamaan (4), dengan melihat pengaruh faktor  $eRT$  (*Elastisitas rumah tangga*) dan penambahan selisih pelanggan rumah tangga terhadap faktor *unit konsumsi* ( $UK$ ).

$$ERT = ERT_{-t} \left[ 1 + eRT \left( \frac{gE}{100} \right) \right] + [\Delta PRT \cdot UK] \quad (4)$$

Dengan:

$$UK = \frac{\text{Konsumsi Energi Listrik}}{\text{Jumlah Pelanggan}} \text{ dan } \Delta PRT = PRT_t - PRT_{-t}$$

Merujuk pada persamaan (3) dan (4) dilakukan pendekatan model yang sama untuk menghitung ke empat sektor yang mana mencakup sektor rumah tangga ( $PRT$ - $CFH$ ), industri ( $PI$ - $CBI$ ), bisnis ( $PB$ - $CBF$ ) dan umum ( $PP$ - $CPF$ ). masing-masing sektor nantinya akan dijumlah dalam perkiraan kebutuhan energi listrik. Pada perhitungan tersebut melibatkan variabel Total konsumsi energi listrik pada tahun tertentu ( $E_t$ ) dan susut energi ( $SE_t$ ). Pendekatan matematis untuk mendapatkan nilai Total kebutuhan energi listrik ( $P_t$ ) digunakan persamaan (5) dengan melihat parameter  $R$  (rumah tangga),  $I$  (sektor Industri),  $E$  (Sektor Bisnis),  $P$  (Sektor Publik-umum) pada tahun ke- $t$  dan korelasi susut energi.

$$P_t = E_t + SE_t \quad (5)$$

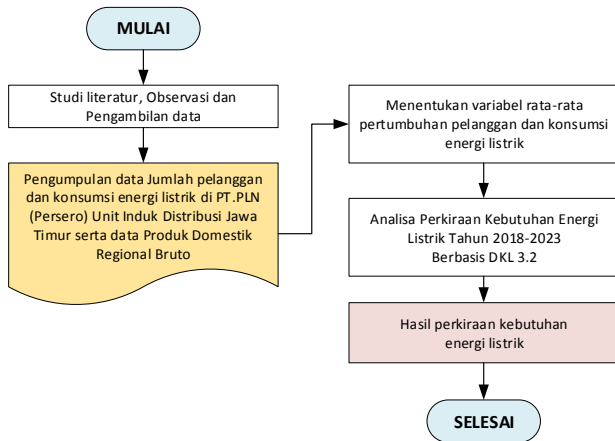
Dengan

$$E_t = \sum_{n=R,I,B,P} E_{nt} \quad (6)$$

### C. Alur Penelitian

Penelitian dimulai dengan pengumpulan data dan observasi. Data penelitian didapatkan dari PT.PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Jawa Timur. Data yang diperoleh dari instansi tersebut adalah jumlah pelanggan dan besar konsumsi energi listrik. Dari data yang diperoleh, akan diolah untuk penentuan prediksi kebutuhan listrik dengan masa tahun 2018 – 2023. Metode yang digunakan adalah pendekatan Model DKL 3.2 (Daftar Kebutuhan Listrik). Alur penelitian ditunjukkan seperti pada diagram alir Gambar 1, dalam gambar tersebut dilakukan perhitungan rata-rata pertumbuhan pelanggan dan tingkat konsumsi energi listrik.





Gambar 1. Alur Penelitian Perkiraan Kebutuhan Energi Listrik

#### D. Data Konsumsi Listrik

Pengambilan data konsumsi listrik dirujuk dari tahun 2012 sampai dengan 2017. Empat parameter sektor memberikan kontribusi akumulatif energi sesuai dengan tabel 1. Pada data tersebut terdapat parameter susut energi dalam satuan (GWh). Dari data yang didapatkan terdapat susut energi dari 2015-2017 dengan kuantitas 13.23, 12.02 dan 11.3 GWh. Berikut merupakan tabel 1 data konsumsi energi listrik kota Surabaya tahun 2012-2017

Tabel 1. Data Konsumsi Energi Listrik Kota Surabaya

Tahun	Rumah tangga	Industri	Bisnis	Umum	Total
2012	2,331,239	3,526,755	1,723,522	49,132	8,072,925
2013	2,452,350	3,479,821	1,799,036	513,833	8,245,041
2014	2,609,525	3,388,828	1,891,354	547,778	8,437,785
2015	2,629,197	2,795,555	1,937,095	569,875	7,931,722
2016	2,786,500	2,887,628	2,063,076	621,579	8,358,784
2017	2,746,476	3,184,677	2,126,383	640,645	8,698,180
<b>Rata-rata</b>	<b>2,592,548</b>	<b>3,210,544</b>	<b>1,923,411</b>	<b>490,474</b>	<b>8,290,740</b>

#### E. Data Pelanggan Listrik

Perubahan data pelanggan listrik dari ke empat sektor ditunjukkan dalam tabel 2, yang berisikan sektor pelanggan rumah tangga, industri, bisnis, umum. Berikut merupakan tabel 2 data pelanggan energi listrik dari sektor rumah tangga, industri, bisnis, umum,

Tabel 2. Data Pelanggan Energi Listrik

Tahun	Rumah tangga	Industri	Bisnis	Umum	Total
2012	826,359	3,993	74,863	22,389	927,604
2013	866,543	1,048	88,662	23,765	980,018
2014	904,566	4,082	109,295	25,558	1,043,501
2015	935,911	4,094	124,441	27,200	1,091,646
2016	972,322	4,062	13,254	28,569	1,018,207
2017	1,017,213	4,019	136,169	29,855	1,187,256

Pada data PDRB kota Surabaya ditunjukkan seperti pada tabel 3, yang mana memuat pembiayaan dalam satuan miliar rupiah. Tabel 3 merupakan data PDRB dari tahun 2012-2017. Data tersebut diambil dari beberapa sektor, diantaranya adalah

Tabel 3. Data PDRB Kota Surabaya Tahun 2012-2017

Lapangan Usaha	Quantitas PDRB (miliar rupiah)					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	523	607	671	746	808	883
Pertambangan dan Penggalian	19	21	24	26	29	30
Industri Pengolahan	57.162	62.295	70.956	78.134	85.214	92.762
Pengadaan Listrik	2.483	1.951	2.001	2.093	2.144	2.263
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah	497	543	572	626	678	740
Konstruksi	29.895	33.623	37.876	40.626	45.103	49.603
Perdagangan Besar, retail dan usaha kecil	83.247	92.633	99.966	111.677	124.579	137.322
Transportasi dan Pergudangan	14.197	16.243	19.016	21.370	23.617	26.215
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	40.924	46.517	54.062	61.613	70.854	78.971
Informasi dan Komunikasi	16.922	19.038	20.137	22.165	24.457	26.571
Jasa Keuangan dan asuransi	13.741	16.897	19.275	21.64	24.105	25.631
Real Estat	7.901	8.747	9.372	10.706	11.539	12.495
Jasa Perusahaan	7.202	8.072	8.889	9.852	10.926	12.098
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	4.646	4.966	5.071	5.602	6.221	6.768
Jasa Pendidikan	7.207	8.329	9.259	10.156	11.036	11.958
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	2.154	2.47	2.814	3.089	3.389	3.730
Jasa lainnya	4.459	4.839	5.382	6.092	6.676	6.995
<b>PDRB Total</b>	<b>293.180</b>	<b>327.802</b>	<b>365.350</b>	<b>406.223</b>	<b>451.383</b>	<b>495.043</b>
<b>Rata-rata Pertumbuhan</b>						<b>40.372,5 (4,14%)</b>

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perkiraan Jumlah Pelanggan Kota Surabaya

Setelah melakukan perhitungan menggunakan persamaan Metode DKL 3.2 maka di dapat hasil perkiraan jumlah pelanggan listrik kota Surabaya tahun 2018-2023. Pada tabel 4, merupakan bentuk prediksi jumlah pelanggan dari tahun 2018-2023 dengan lokasi kota Surabaya. Hasil perhitungan perhitungan CFH (faktor pelanggan) dengan merujuk pada persamaan 3, didapatkan nilai CFH sebesar 0.95 dan eRT adalah 2.06. Hasil perhitungan didapatkan 44891. Unit konsumsi dari persamaan 4, diperoleh nilai 2.7MWh dan PRT adalah 1057902. Korelasi dengan ERT didapatkan nilai 3101912 MWh. Tabel 4 merupakan hasil perkiraan jumlah pelanggan energi listrik sektor rumah tangga, industri, bisnis, umum tahun 2018-2023

Tabel 4 Perkiraan Jumlah Pelanggan Energi Listrik Kota Surabaya Tahun 2018-2023

Tahun	Jumlah Pelanggan				Total
	Rumah Tangga	Industri	Bisnis	Publik	
2018	1.057.902	4.118	137.803	29.9	1.229.723
2019	1.099.509	4.127	139.531	29.946	1.273.113
2020	1.142.753	4.137	141.281	29.992	1.318.163
2021	1.187.698	4.146	143.053	30.038	1.364.935
2022	1.234.410	4.156	144.848	30.084	1.413.498
2023	1.282.959	4.165	146.665	30.13	1.463.919
<b>Rata-rata Pertumbuhan Total</b>					3,55%

#### B. Perkiraan Konsumsi Energi Listrik Kota Surabaya

Setelah melakukan perhitungan menggunakan persamaan Metode DKL 3.2 maka di dapat hasil perkiraan konsumsi energi listrik kota Surabaya tahun 2018-2023, berikut adalah tabel pertumbuhan masing-masing sektor yang menunjukkan perkiraan jumlah pelanggan listrik kota Surabaya tahun 2018-2023 : Berikut tabel 5 merupakan hasil perkiraan konsumsi energi listrik dari sektor rumah tangga, industri, bisnis, umum tahun 2018-2023.

Tabel 5 Perkiraan Jumlah Konsumsi Energi Listrik

Tahun	Konsumsi Energi Listrik (MWh)				Total
	Rumah Tangga	Industri	Bisnis	Publik	
2018	3.101.912	3.439.451	2.296.494	659.864	9.497.721
2019	3.484.454	3.700.031	2.485.693	680.08	10.350.258
2020	3.913.516	3.980.353	2.690.479	700.915	11.285.263
2021	4.395.171	4.281.913	2.912.137	722.388	12.311.609

2022	4.936.305	4.606.319	3.152.056	744.519	13.439.199
2023	5.544.141	4.955.303	3.411.741	767.328	14.678.513
<b>Rata-rata Pertumbuhan Total</b>					9,10 %

Menghitung nilai presentase error perkiraan jumlah pelanggan dan kebutuhan energi listrik dari data peramalan dengan data aktual untuk mengetahui nilai keakuratan dalam memperkirakan kebutuhan energi listrik. Pada pengujian nilai error model pelanggan dan kebutuhan energi listrik ini digunakan studi kasus tahun 2018. Pada tahun tersebut didapatkan nilai jumlah pelanggan aktual sekitar 1.196.255 dan dari hasil model peramalan didapatkan nilai 1.229.723. Besar persentase deviasi adalah sekitar 3.7%. Berikut tabel 6 merupakan hasil perkiraan kebutuhan energi listrik yang hareus disediakan.

Tabel 6. Korelasi Jumlah Pelanggan dan Konsumsi Listrik

Tahun	Jumlah Pelanggan	Konsumsi Energi Listrik (MWh)	Kebutuhan Energi Listrik (MWh)
2018	1.229.723	9.497.721	9.498.630
2019	1.273.113	10.350.258	10.361.558
2020	1.318.163	11.285.263	11.296.563
2021	1.364.935	12.311.609	12.322.909
2022	1.413.498	13.439.199	13.450.499
2023	1.463.919	14.678.513	14.689.813
<b>Rata-rata Pertumbuhan Kebutuhan Energi Listrik</b>			9,11%

Nilai perhitungan error didapatkan dengan mengambil presentase deviasi antara nilai aktual dan nilai model. Perhitungan persentase error dari perkiraan kebutuhan listrik di Kota Surabaya pada tahun 2018, didapatkan data kebutuhan perbandingan nilai aktual kebutuhan energi listrik dan nilai perkiraan kebutuhan energi listrik kota surabaya tahun 2018. Nilai aktual kebutuhan energi listrik adalah 9.065.507 dan nilai perkiraan model adalah 9.498.630.

### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai hasil perkiraan kebutuhan energi listrik Kota Surabaya tahun 2018-2023 dengan hasil sebagai berikut :

1. Hasil perkiraan pelanggan energi listrik Kota Surabaya tahun 2018 sebesar 1.229.723, tahun 2019 sebesar 1.273.113, tahun 2020 sebesar 1.318.163, tahun 2021 sebesar 1.364.935, tahun 2022 sebesar 1.413.498, tahun 2023 sebesar 1.463.919. Hasil perkiraan pelanggan energi listrik Kota Surabaya tahun 2018-2023 terus meningkat dengan rata-rata peningkatan 3,55 %.
2. Hasil perkiraan konsumsi energi listrik Kota Surabaya tahun 2018 sebesar 9.497.721 MWh, tahun 2019 sebesar

- 10.350.258 MWh, tahun 2020 sebesar 11.285.263 MWh, tahun 2021 sebesar 12.311.609 MWh, tahun 2022 sebesar 13.439.199 MWh, tahun 2023 sebesar 14.678.513 MWh. Hasil perkiraan pelanggan energi listrik Kota Surabaya tahun 2018-2023 terus meningkat dengan rata-rata peningkatan 9,10 %.
3. Hasil perkiraan kebutuhan energi listrik Kota Surabaya tahun 2018 ialah sebesar 9498630 MWh, 2019 sebesar 10361558 MWh, 2020 sebesar 11296563 MWh, 2021 sebesar 12322909 MWh, 2022 sebesar 13450499 MWh, 2023 sebesar 14689813 MWh. Dari tahun 2018-2023 perkiraan kebutuhan energi listrik terus meningkat dengan rata-rata peningkatan 9,11%.
  4. Meningkatnya perkiraan kebutuhan energi listrik Kota Surabaya tahun 2018-2023 dengan rata-rata peningkatan hingga 1.038.237 MWh atau sebesar 9,11% maka sistem distribusi ketenagalistrikan Kota Surabaya harus mempersiapkan penambahan pembangkit ataupun penyulang baru jika kapasitas saat ini tidak memadai untuk mengantisipasi beban yang semakin meningkat.
  5. Nilai presentase error dari nilai perkiraan jumlah pelanggan dan nilai aktual jumlah pelanggan energi listrik Kota Surabaya tahun 2018 sebesar 3,7% sedangkan nilai presentase error nilai perkiraan kebutuhan energi listrik dan nilai aktual kebutuhan energi listrik Kota Surabaya tahun 2018 sebesar 4,6%.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka mengikuti format IEEE seperti terlihat di bawah ini. Untuk memudahkan sangat dianjurkan untuk menggunakan *Endnotes Program* ataupun *Mendelay* di dalam mengatur daftar pustaka.

- [1] " Surabaya Dalam Angka 2018 " : BPS Kota Surabaya
- [2] Firdaus, Sapto Wahyudi " Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Kabupaten Indragri Berdasarkan Pertumbuhan Beban Menggunakan Model DKL 3.2" Jurnal Ilmiah " FTEKNIK " Vol. 3 No. 2 Oktober 2016
- [3] Riswan Dinzi, Mursyid Yazid " Perbandingan Metode Gabungan Dan Metode Kecenderungan (Regresi Linier) Untuk Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Wilayah Sumatera Utara " Jurnal Ilmiah " SINGUDA ENSIKOM " Vol. 11 No. 29 April 2015
- [4] Dadan Ramdan, Ali Hanafiah Rambe, Syafrivel " Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Peramalan Kuantitatif Sektoral "Jurnal Teknovasi " Vol.03,No.1, 2015
- [5] Agung Nugroh , Bambang Winardi, Ikha Nurjanah " Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2016-2020 Pada PT. PLN (Persero) Unit Area Pelayanan Dan Jaringan (APJ) Tegal Dengan Metode Gabungan " Jurnal Ilmiah " TRANSIENT " Vol.5 No. 1 Maret 2016
- [6] Agung Nugroho, Bambang Winardi" Proyeksi Kebutuhan Listrik Rayon Semarang Barat Tahun 2017-2021 Berdasarkan Beban Puncak " Jurnal Ilmiah " Simposium Nasional RAPI XVI-2017
- [7] Antonov Dan Rahman, Arih " Prakiraan Dan Analisan Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Sumatera Barat Hingga Tahun 2024 Dengan Metode Analisa Regresi Linier Berganda "2015, Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Teknologi Padang
- [8] Syarif M Bahtiar " Peramalan Beban Dengan Menggunakan Metode Time Series Untuk Kebutuhan Tenaga Listrik Di Gardu Induk Sungai Raya " 2015, Teknik Elektro Universitas Tanjungpura
- [9] Deryanus Kassa, " Ketersediaan Energi Listrik Sulawesi Utara Sampai Tahun 2020 " 2015, Teknik Elektro-FT UNSRAT
- [10] Try Lestari " Evaluasi Pembebanan Transformator III 60 Mva 150/20 Kv Gardu Induk Bogor Baru " 2013, Teknik Elektro Universitas Pakuan

# Rancang Bangun Alat Penjurian Pencak Silat Berbasis Arduino Dengan Komunikasi Smartphone Android

<sup>1</sup>Miftahul Ulumuddin, <sup>2</sup>Affan Bachri, <sup>3</sup>Zainal Abidin

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan, Lamongan

<sup>1</sup>miftahulumuddin2@gmail.com, <sup>2</sup>avanbe@gmail.com, <sup>3</sup>zainalabidin@unisla.ac.id.

**Abstrak**-Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat membantu kinerja juri dalam melakukan penilaian pada pertandingan pencak silat dengan menggunakan aplikasi smartphone android dalam mencatat nilai dan mengirimkannya pada display skor yang dapat ditampilkan secara luas. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pemrogramannya menggunakan software arduino ide dan MIT app inventor. Prototipe sistem menggunakan arduino uno, module bluetooth hc-06, dan LCD display. Berdasarkan hasil perancangan alat penjurian pencak silat ini dapat didesain dengan baik sesuai dengan Perancangan Dan Realisasi alat penjurian pencak silat berbasis arduino dengan komunikasi smartphone android. Pengiriman data antara aplikasi android dan scoring display dengan menggunakan modul bluetooth HC-06 dengan tampilan angka-angka pada LCD tergantung pada input dari aplikasi android yang telah dikoneksikan.

**Kata kunci** : Arduino, Pencak silat , Modul Bluetooth HC-06, LCD Display, Smartphone Android.

*Abstract -The aim of this study is to make a tool that helps the performance of the jury in assessing the martial arts competition by using android smartphone application to record scores and send them on a score display that can be widely displayed. This study uses experimental method. The programming is by using arduino idea software and MIT inventor application. The prototype system uses arduino uno, module bluetooth hc-06, and LCD display. Based on the result of designing these martial arts judging tools, it can designs well appropriate with designing and realization of martial arts judging tools based on arduino smartphone android. Shipping the data between android applications and scoring display by using Bluetooth HC-06 module with numbers on LCD display depend on input from the connected Android application.*

**Keywords** : Arduino, martial arts, Bluetooth HC-06 Module, LCD Display, Smartphone Android

## I. PENDAHULUAN

Pada umumnya penjurian dalam pertandingan pencak silat masih menggunakan penilaian manual yang masih menggunakan media kertas dan tampilan skor masih ditampilkan secara terbatas. Media tersebut belum memberi kemudahan juri dalam melakukan penjurian pada

pertandingan. Oleh karena itu perlu dikembangkan media yang mampu memberikan kemudahan seluruh juri dalam melakukan penjurian pada pertandingan pencak silat.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini 1) Bagaimanakah cara mendesain alat penjurian pencak silat berbasis arduino dengan komunikasi smartphone android, 2) Bagaimana cara kerja dan efektifitas alat penjurian pencak silat berbasis arduino dengan komunikasi smartphone android

Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat yang dapat membantu kinerja juri dalam melakukan penjurian pada pertandingan pencak silat dengan menggunakan aplikasi smartphone android dalam mencatat nilai dan mengirimkannya pada display skor yang dapat ditampilkan secara luas.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Perancangan dan Prinsip kerja Sistem

#### 2.1.1 Perancangan perangkat lunak

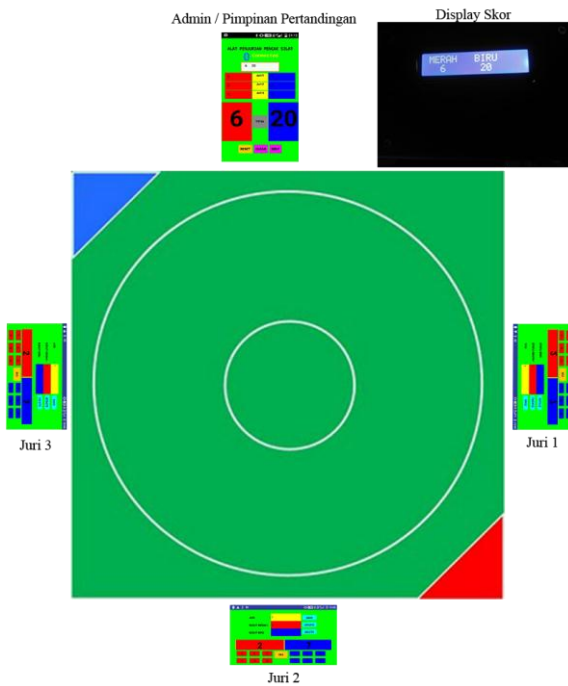
perancangan sistem ini bermula pada aplikasi smartphone Android yang dibuat dengan menggunakan MIT app inventor, melalui aplikasi smartphone android tersebut setiap juri pada pertandingan pencak silat dapat memberi nilai prestasi teknik dan nilai hukuman pada masing-masing pesilat yang selanjutnya nilai tersebut disimpan pada database realtime firebase.

#### 2.1.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan sistem perangkat Keras bermula pada saat data diterima oleh Modul Bluetooth HC-06 kemudian data diolah oleh mikrokontroler dan data akan ditampilkan. Tampilan yang akan digunakan adalah LCD 16x2, dimana LCD ini mempunyai 16 kolom dan 2 baris. LCD berfungsi untuk menampilkan data yang telah diolah yaitu berupa hasil penilaian pertandingan. Gambar di bawah memperlihatkan gambar antarmuka antara Modul Bluetooth HC-06 , mikrokontroler dan LCD. LCD ini berfungsi untuk menampilkan hasil penilaian yang telah diolah oleh mikrokontroler. Hasil yang ditampilkan pada LCD adalah hasil penilaian dari aplikasi android.

**2.1.3 Desain Pemasangan Alat**

Pemasangan alat penjurian pencak silat dengan komunikasi smartphone android ini diletakkan secara langsung dimana pimpinan pertandingan berada pada salah satu sisi arena pertandingan yang disampingnya diletakkan display skor hasil pertandingan dan untuk posisi Juri di tiga sisi yang dekat dengan arena pertandingan saat pertandingan pencak silat berlangsung. Adapun untuk realisasi desain cara pemasangan alat penjurian pencak silat dengan komunikasi smartphone android pada saat kejuaraan pencak silat adalah sebagai berikut seperti pada gambar 1.

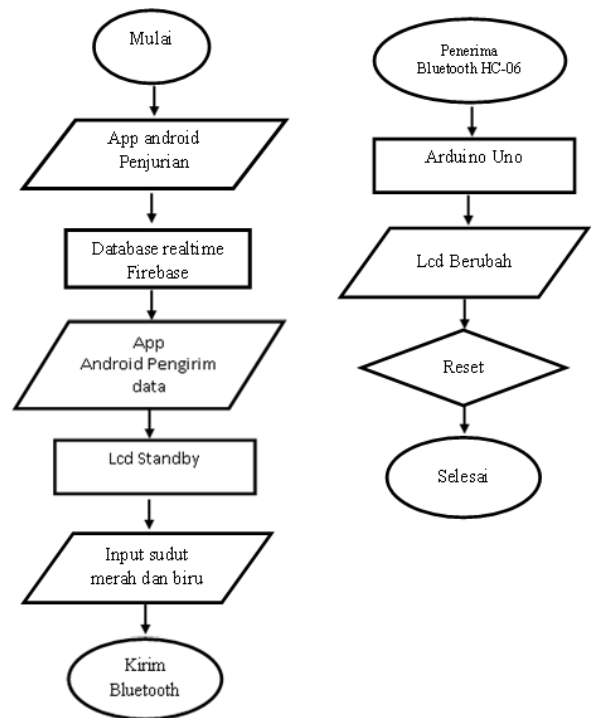


**Gambar 1** Desain Pemasangan Alat

**2.1.4 Prinsip Kerja Alat**

Prinsip kerja alat penjurian ini di mulai dari Start APK android, kemudian input nilai pertandingan yang memberikan data sebagai masukkan untuk disimpan pada database realtime firebase yang selanjutnya dibaca menggunakan aplikasi pengiriman data untuk dikirim pada Modul Bluetooth HC-05 apabila data salah \_ias ditekan tombol reset untuk penerimaan data dari awal. Prinsip kerja alat penerimaan data ini dimulai dengan inisialisasi gelombang frekuensi radio dari Modul Bluetooth HC-05 selanjutnya data diterima dan diproses mikrokontroller kemudian data ditampilkan di LCD, apabila data kurang bisa ditekan tombol reset untuk penerimaan data

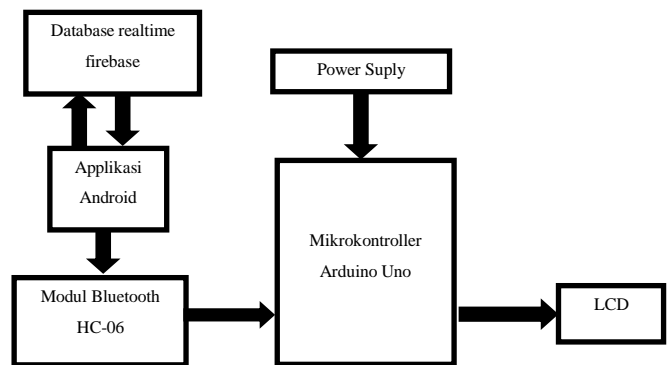
dari awal. Adapun flowchart prinsip kerja sistem dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2** Flowchart Sistem

**2.1.5 Diagram Sistem**

Diagram Sistem menggambarkan alur rancangan sistem secara keseluruhan, mulai dari awal hingga akhir. Adapun diagram sistemnya sebagai berikut.



**Gambar 3** Diagram Sistem

Dari diagram diatas, modul Bluetooth HC-06 berfungsi sebagai penerima inputan angka dari aplikasi smartphone android kemudian data diolah oleh mikrokontroller dan data akan ditampilkan. Tampilan yang akan digunakan adalah LCD.

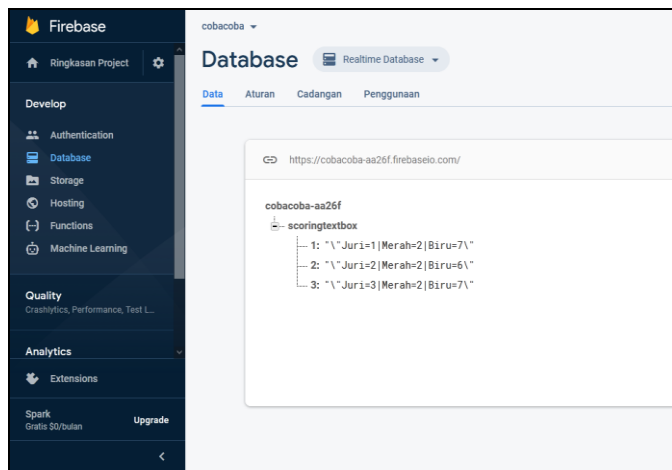
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap pertama juri melakukan penilaian dengan aplikasi android yang telah dibuat dengan app inverter dan mengirimkannya pada database yang terdapat pada firebase. pada gambar 4.6 dapat dilihat aplikasi penilaian pada pertandingan.



**Gambar 4** Aplikasi Penjurian

Pada gambar dapat dilihat hasil penilaian pertandingan oleh setiap juri yang tersimpan pada database realtime firebase.



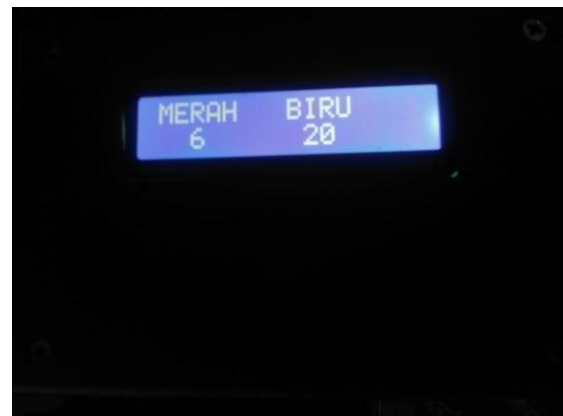
**Gambar 5** Hasil Penilaian Juri Pada Database

Tahap kedua dengan cara mengirim jumlah dari hasil penilaian yang ada pada database menggunakan aplikasi android yang dibuat dengan app inverter dan telah terpasang pada smartphone android yang telah di koneksikan pada modul bluetooth HC-06 untuk dapat dikirimkan ke arduino yang kemudian ditampilkan pada LCD display. pada gambar 4.8 dapat dilihat pengiriman nilai melalui smartphone android.



**Gambar 6** Pengiriman dari app Smartphone

Pada gambar dapat dilihat hasil pengiriman dari aplikasi smartphone android dapat diterima bluetooth HC-06 dan ditampilkan pada LCD display.



**Gambar 7** Tampilan Hasil LCD display

Dari hasil pengujian modul bluetooth HC-06 tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat terkoneksi dengan baik pada jarak maksimal 15 meter, hasil ini dapat dilihat pada table berikut.

**Tabel 1** Hasil Pengujian Jarak Bluetooth

No.	Jarak	Hasil
1.	1 meter	Terkoneksi
2.	2 meter	Terkoneksi
3.	3 meter	Terkoneksi
4.	4 meter	Terkoneksi
5.	5 meter	Terkoneksi
6.	6 meter	Terkoneksi
7.	7 meter	Terkoneksi
8.	8 meter	Terkoneksi
9.	9 meter	Terkoneksi

10.	10 meter	Terkoneksi
11.	11 meter	Terkoneksi
12.	12 meter	Terkoneksi
13.	13 meter	Terkoneksi
14.	14 meter	Terkoneksi
15.	15 meter	Terkoneksi
16.	16 meter	Tidak Terkoneksi

Dalam hal ini, akan dibahas hasil dari pengujian rangkaian alat yang meliputi pengujian Modul bluetooth HC-06, LCD, dan aplikasi android yang telah dibuat dengan MIT app inventor.

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan penilaian untuk masing-masing pesilat pada saat pertandingan berlangsung dengan menggunakan aplikasi penjurian yang dibuat dengan MIT app inventor. Lalu pada sistem penerima dan penampil data diberikan masukan tegangan pada sistem keseluruhan, kemudian pada mikrokontroler diprogram untuk mengaktifkan Modul Bluetooth HC-06 dengan cara memberikan tegangan dari mikrokontroller. Kemudian setelah diberikan tegangan, modul Bluetooth HC-06 terlihat pada bluetooth pada perangkat smartphone android. Setelah diprogram lalu disambungkan pada app android penjurian, melalui aplikasi android penjurian yang telah dibuat dengan MIT app inventor pengiriman memberikan input jumlah hasil penilaian yang ada pada database realtime firebase untuk dikirimkan ke mikrokontroler melalui sinyal bluetooth HC-06 yang selanjutnya mikrokontroler memberikan perintah ke LCD untuk menampilkan nilai yang telah diinputkan.

Pada sistem ini yang paling utama adalah mengirimkan karakter yang berupa nilai dengan cara menyambungkan aplikasi android dengan mikrokontroller melalui modul bluetooth HC-06. Mikrokontroller akan mengirimkan sinyal pada LCD untuk menampilkan nilai yang diinputkan dari aplikasi android.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, hingga analisa terhadap pengujian yang dilakukan pada perancangan dan realisasi alat penjurian pencak silat berbasis arduino dengan komunikasi smartphone android, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat penjurian pencak silat ini dapat didesain dengan baik sesuai dengan Perancangan Dan Realisasi alat penjurian pencak silat berbasis arduino dengan komunikasi smartphone android. Pengiriman data antara aplikasi *android* dan *scoring display* dengan menggunakan modul bluetooth HC-06 dengan tampilan angka-angka pada *LCD* tergantung pada input dari aplikasi android yang telah dikoneksikan.

2. Kinerja alat dan aplikasi alat penjurian pencak silat berbasis arduino dengan komunikasi smartphone android ini dapat mempermudah juri dalam melakukan penilaian dengan lebih efisien. Selain itu alat ini juga dapat meminimalisir kesalahan dan meningkatkan transparansi dalam tampilan penilaian yang dilakukan oleh juri pada setiap pertandingan.

#### V. Daftar Pustaka

- Haidar Hari Nirwana. 2019. "*Analisis Noise Sinyal Bluetooth Pada Sistem Pintu Otomatis Berbasis Smart Home*". Madura: Universitas Madura
- Kasdami. 2015, "*Rancang Bangun Pencatat Score Berbasis Mikrokontroler Dengan Pengiriman Data Menggunakan Wireless*". Palembang: STMIK AMIK MDP Palembang
- Kurnia.A.P.2016, "*Applikasi Android Dan Mikrokontroler Arduino Padakontrol Smart Home Dengan Komunikasi Bluetooth*". Surabaya: Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Mantasia, 2019. "*Kendali Perangkat Elektronik Dengan Menggunakan Identifikasi Suara Berbasis Smartphone*" Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Sarifudin. 2017, "*Penggunaan Komunikasi Bluetooth Pada Smartphone Android Untuk Pengiriman Data Pada Jam Digital Berbasis Arduino*". Banjarmasin: Politeknik Negeri Banjarmasin.
- Yurindra. 2019, "*Pembuatan aplikasi scoring board untuk membantu wasit juri dalam kejuaraan pencak silat*". Pangkalpinang: STMIK Atmaluhur Pangkalpinang.

# Economic Dispatch Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap Di PT. Petrokimia Gresik Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO)

<sup>1</sup>M. Syaifuddin Zuhri, <sup>2</sup>Misbah, <sup>3</sup>P. P. S. Saputra

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik

<sup>1</sup>Syaifuddin.5077@yahoo.com, <sup>2</sup>misbah@umg.ac.id, <sup>3</sup>pressa@umg.ac.id

**Abstract** - Electric energy source at PT. Petrokimia Gresik has several plants including GTG 44,930 KVA, Coal Utilities 44,930 KVA, STG 66 14,375 KVA, STG 65 10,625 KVA, STG 6101 20,588 KVA, STG 6103 14,800 KVA, and PLN between plants one and the others interconnected. To optimize generator output depends on fuel use. So, the efficient use of fuel greatly affects the amount of savings in electricity produced. So this problem is called the Economic Dispatch by using the Particle Swarm Optimization (PSO) method which will be simulated using MATLAB software. Then the fuel value will be compared before optimization and after optimization. If the value of fuel obtained is smaller then the value of the fuel that will be used for generation activities. From the simulation results, PSO can optimize economic loading with saving generation costs in January 2017 of Rp. 905.78 million and the average saving costs after optimization of Rp. 29 million every day in 1 month.

**Keywords** — *Economic Dispatch, Particle Swarm Optimization (PSO), PT. Petrokimia Gresik*

**Abstrak**— Sumber energi listrik di PT. Petrokimia Gresik memiliki beberapa pembangkit diantaranya GTG 44.930 KVA, Utilitas Batubara 44.930 KVA, STG 66 14.375 KVA, STG 65 10.625 KVA, STG 6101 20.588 KVA, STG 6103 14.800 KVA, dan PLN antara pembangkit satu dan yang lainnya saling terkoneksi. Untuk mengoptimalkan output generator tergantung pada penggunaan bahan bakarnya. Jadi, efisiensi pemakaian bahan bakar sangat mempengaruhi besarnya penghematan energi listrik yang dihasilkan. Sehingga Permasalahan ini dinamakan dengan Economic Dispatch dengan menggunakan metode Particle Swarm Optimization (PSO) yang akan disimulasikan menggunakan software MATLAB. Maka nilai bahan bakar akan dibandingkan sebelum optimasi dan sesudah optimasi. Jika nilai bahan bakar yang didapat lebih kecil maka nilai bahan bakar tersebut yang akan digunakan untuk kegiatan pembangkitan. Dari hasil simulasi didapatkan PSO dapat mengoptimasi pembebanan ekonomis dengan saving biaya pembangkitan dalam bulan januari 2017 sebesar Rp. 905.78 juta dan rata-rata saving biaya setelah optimalisasi sebesar Rp. 29 juta tiap hari dalam 1 bulan.

**Kata Kunci**— *Economic Dispatch, Particle Swarm Optimization (PSO), PT. Petrokimia Gresik*

## I. PENDAHULUAN

PT. Petrokimia Gresik adalah produsen pupuk terbesar dan terlengkap di Indonesia dimana perusahaan ini memproduksi produk pupuk dan non-pupuk. Tiap tahun Pemerintah selalu menargetkan pasokan pupuk yang akan di salurkan ke beberapa daerah wilayah Indonesia, sehingga untuk memenuhi target tersebut diperlukan sistem proses produksi yang memadai. Proses produksi tidak akan berjalan tanpa dukungan pasokan energi listrik. PT. Petrokimia Gresik memiliki 3 pabrik diantaranya pabrik I, pabrik II, dan pabrik III dimana di tiap pabrik terdapat beberapa unit-unit proses produksi diantaranya unit ZK, Urea, Amoniak, ZA, Phonska, NPK, Super Phosphat, ZK, DAP, Asam Sulfat, Asam Phosphat, Utilitas Pembangkit, Utilitas Batubara, dan Boiler. Sumber energi listrik pada PT. Petrokimia Gresik untuk proses produksi maupun kantor didapat dari pembangkit sendiri diantaranya GTG 44.930 KVA, Utilitas Batubara 40.000 KVA, STG 66 14.375 KVA, STG 65 10.625 KVA, STG 6101 20.588 KVA, STG 6103 14.800 KVA dan dari PLN.

Berdasarkan permasalahan diatas PT. Petrokimia Gresik yang memiliki 6 unit pembangkit listrik untuk butuh supply listrik di setiap pabriknya. Generator yang dioperasikan letaknya saling berjauhan satu sama lainnya namun tetap saling terhubung oleh suatu jaringan transmisi. Disamping itu juga karena adanya krisis energi global, mendorong manusia untuk mengembangkan bagaimana cara mengoptimalkan penggunaan bahan bakar secara optimal [1-3].

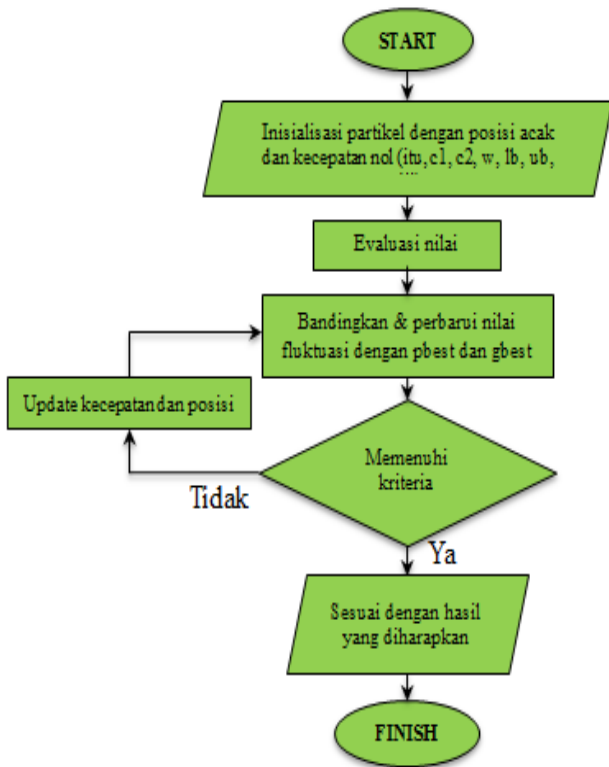
Dalam permasalahan ini, penulis hendak mensimulasikan perhitungan pembebanan ekonomis pada enam pembangkit menggunakan metode Particle Swarm Optimization (PSO) yang disimulasikan menggunakan software MATLAB [4-10]. Particle Swarm Optimization (PSO) akan digunakan untuk mendapatkan nilai optimal pembangkitan masing-masing pembangkit pada jaringan interkoneksi [11].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode Penelitian

Prosedur standar untuk menerapkan algoritma PSO adalah sebagai berikut:





Gambar 1. Flowchart Particle Swarm Optimazion

**B. Perancangan Sistem**

Tujuan dari program simulasi ini adalah penjadwalan ekonomis pada masing-masing unit pembangkit di PT. Petrokimia dengan mempertimbangkan batasan dari masing-masing pembangkit itu sendiri sehingga permintaan daya dapat terpenuhi dengan biaya pembangkitan seminimal mungkin.

Fungsi biaya bahan bakar yang sederhana pada masing-masing unit pembangkit dapat direpresentasikan dalam bentuk fungsi kuadratik dibawah ini [9-11]:

$$F_i(P_i) = a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i \quad (1)$$

Dimana:

- $F_i(P_i)$  = biaya operasi tiap unit pembangkit (\$/h)
- $P_i$  = daya keluaran tiap unit pembangkit (MW)
- $a_i, b_i, c_i$  = koefisien biaya operasi pembangkit
- $i$  = 1, 2, 3,....., n (untuk n pembangkit)

**C. Kapasitas unit pembangkit**

Generator dari setiap unit pembangkit tidak dapat membangkitkan daya melebihi batas maksimumnya dan tidak boleh dioperasikan dibawah batas minimumnya. Dalam hal ini unit PLTU PT. Petrokimia Gresik memiliki batasan sebagai berikut :

Tabel 1. Batasan Daya PLTU PT. Petrokimia Gresik

Generator	Batas Bawah (MW)	Batas Atas (MW)
Generator GTG	4	25
Generator UBB	4	14
Generator TG 65	2	8
Generator TG 66	2	9.5
Generator TG 6101	4	16.5
Generator TG 6103	1	5.5

**D. Karakteristik Unit-unit pembangkit**

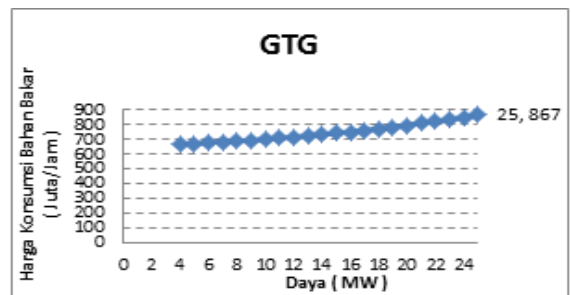
Karakteristik unit-unit pembangkit STG 1, STG 2, STG 3 dan STG 4 pada PLTU PT. Petrokimia Gresik

**1. Generator GTG**

Tabel 2 berikut menjelaskan peningkatan jumlah bahan bakar dan biaya yang dibutuhkan pada setiap peningkatan daya beban pada generator GTG.

Tabel 2. Daya Pembangkitan dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit GTG

Daya (MW)	Konsumsi Bahan Bakar Gas Alam MMSCFD (Million Standard Cubic Feet Per Day)	Konsumsi Bahan Bakar Gas Alam (Juta/Jam)
4	6.84	670.2505
6	7.01	678.7169
8	7.18	689.3433
10	7.38	702.1297
12	7.51	717.0761
14	7.68	734.1825
16	7.85	753.4489
18	7.96	774.8753
20	8.06	798.4617
22	8.38	824.2081
25	9.28	866.8777

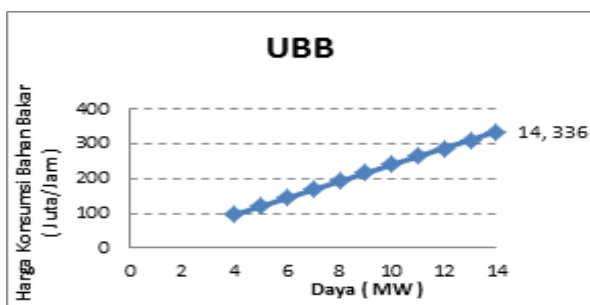


Gambar 2. Daya Pembangkitan terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit GTG

2. Daya Pembangkit Unit UBB 32 MW Bahan Bakar Batu Bara

Tabel 3. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit UBB

Daya (MW)	Konsumsi Bahan Bakar Batu Bara (Ton/Jam)	Konsumsi Bahan Bakar Batu Bara (Juta/Jam)
4	2.67	95.8068
5	3.33	119.8224
6	4.00	143.8308
7	4.67	167.8320
8	5.33	191.8260
9	6.00	215.8128
10	6.67	239.7924
11	7.33	263.7648
12	8.00	287.7300
13	8.67	311.6880
14	9.33	335.6388

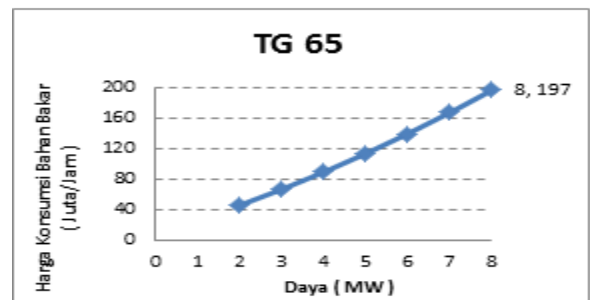


Gambar 3. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit UBB

3. Daya Pembangkit Unit STG 65 (8.5 MW) Bahan Bakar Sulfurid Acid (SA)

Tabel 4. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 65

Daya (MW)	Konsumsi Bahan Bakar SA (Ton/Jam)	Konsumsi Bahan Bakar SA (Juta/Jam)
2	30.19	45.9589
3	45.29	66.9209
4	60.38	89.5669
5	75.48	113.8969
6	90.58	139.9109
7	115.11	167.6089
8	130.20	196.9909

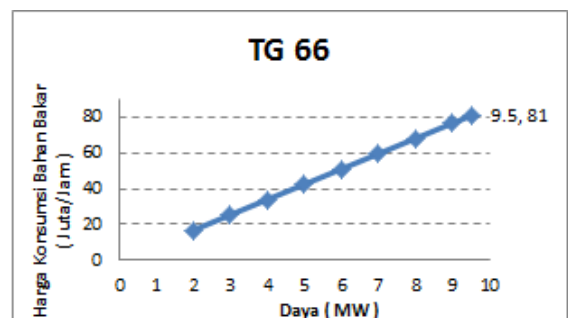


Gambar 4. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 65

4. Daya Pembangkit Unit STG 66 (11.5 MW) Bahan Bakar Sulfurid Acid (SA)

Tabel 5. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 66

Daya (MW)	Konsumsi Bahan Bakar Batu Bara (Ton/Jam)	Konsumsi Bahan Bakar SA (Juta/Jam)
2	11.32	16.8933
3	16.98	25.4643
4	22.64	34.0221
5	28.31	42.5667
6	33.97	51.0981
7	39.63	59.6163
8	45.92	68.1213
9	50.95	76.6131
9.5	53.78	80.8541



Gambar 5. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 66

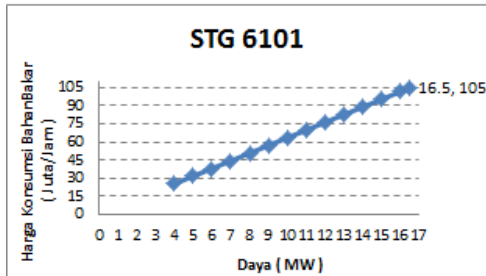
5. Daya Pembangkit Unit Revam STG 6101 (17.5 MW) Bahan Bakar Sulfurid Acid (SA)

Tabel 6. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 6101

Daya (MW)	Konsumsi Bahan Bakar Batu Bara (Ton/Jam)	Konsumsi Bahan Bakar SA (Juta/Jam)
4	16.94	25.4094
6	25.41	38.1140
8	33.88	50.8202
10	42.35	63.5280

12	50.82	76.2374
13	55.05	82.5927
14	59.29	88.9484
15	63.52	95.3045
16	67.76	101.6610
16.5	69.88	104.8394

1. GTG,  $C_1 = 659.7977 + 1.5332 P_1 + 0.2700 P_1^2$  Juta/jam
2. UBB,  $C_2 = -0.3276 + 24.0480 P_2 - 0.0036 P_2^2$  Juta/jam
3. STG 65,  $C_3 = 9.0869 + 16.7520 P_3 + 0.8420 P_3^2$  Juta/jam
4. STG 66,  $C_4 = -0.2883 + 8.6040 P_4 - 0.0066 P_4^2$  Juta/jam
5. TG 6101,  $C_5 = 0.0050 + 6.3503 P_5 + 0.0002 P_5^2$  Juta/jam
6. TG 6103,  $C_6 = -0.1872 + 23.9940 P_6 + 0.0072 P_6^2$  Juta/jam

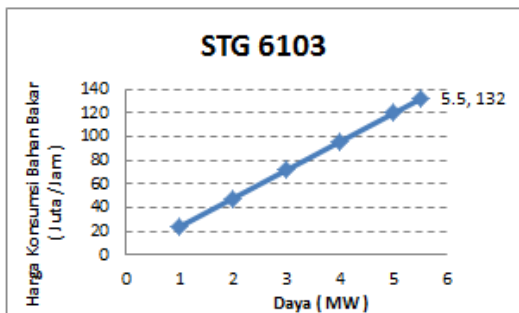


Gambar 6. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 6101

6. Daya Pembangkit Unit Revamping STG 6103 (12.5 MW) Bahan Bakar Batu Bara

Tabel 7. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 6103

Daya (MW)	Konsumsi Bahan Bakar Batu Bara (Ton/Jam)	Konsumsi Bahan Bakar Batu Bara (Juta/Jam)
1	0.66	23.8140
2	1.33	47.8296
3	2.00	71.8596
4	2.66	95.9040
5	3.33	119.9628
5.5	3.67	131.9976



Gambar 7. Daya Pembangkitan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit STG 6103

E. Penentuan Fungsi Biaya

Berdasarkan data daya dan biaya bahan bakar, dengan metode polynomial orde enam ( least square error ) untuk mengetahui parameter a, b, dan c pada fungsi biaya pada persamaan (1) adalah sebagai berikut :

III. PEMBAHASAN

A. Data Beban

Tabel 8. Data Daya Di Lapangan

DAYA SEBELUM OPTIMASI								
2017		GTG	UBB	TG 65	TG 66	TG 6101	TG 6103	TOTAL
		4 - 25	4 - 14	2 - 8	2 - 9.5	4 - 16.5	1 - 5.5	DAYA
		MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Januari	1	23.20	3.72	7.90	6.50	11.91	0.00	53.23
Januari	2	20.43	3.64	7.80	5.80	11.90	0.00	49.57
Januari	3	22.96	1.83	6.30	7.50	12.10	0.00	50.69
Januari	4	23.41	2.60	7.80	6.20	12.47	0.00	52.48
Januari	5	25.18	3.00	7.80	6.00	12.84	0.00	54.82
Januari	6	23.79	3.18	7.70	6.30	12.78	0.00	53.75
Januari	7	24.25	3.37	7.50	6.40	12.87	0.00	54.39
Januari	8	23.93	3.38	7.80	6.30	12.55	0.00	53.96
Januari	9	24.42	3.39	7.80	6.60	0.00	0.00	42.21
Januari	10	24.29	3.50	7.60	6.70	0.00	0.00	42.09
Januari	11	24.09	3.46	7.10	5.50	12.70	0.00	52.85
Januari	12	24.05	3.11	7.70	5.80	11.69	0.00	52.35
Januari	13	23.41	3.30	7.90	0.00	12.69	0.00	47.30
Januari	14	22.91	3.04	7.90	6.10	12.71	0.00	52.66
Januari	15	24.40	3.09	7.80	6.20	0.00	0.00	41.49
Januari	16	24.30	2.98	7.80	6.20	13.22	0.00	54.50
Januari	17	24.13	3.09	7.80	6.10	13.51	0.00	54.63
Januari	18	24.40	3.08	7.80	6.30	12.87	0.00	54.45
Januari	19	24.77	3.07	7.80	6.70	12.92	0.00	55.26
Januari	20	23.68	3.11	7.80	6.50	12.86	0.00	53.95
Januari	21	24.00	3.05	7.50	6.50	11.45	0.00	52.50
Januari	22	24.95	3.08	7.80	6.00	11.42	0.00	53.25
Januari	23	25.04	3.05	5.30	5.40	13.29	0.00	52.08
Januari	24	25.00	2.96	7.00	4.80	12.41	0.00	52.17
Januari	25	25.04	2.83	7.10	5.30	13.55	0.00	53.82
Januari	26	24.59	2.39	7.60	6.30	14.10	0.00	54.98
Januari	27	24.04	2.61	6.70	6.80	13.93	0.00	54.08
Januari	28	24.36	2.64	7.80	5.70	13.64	0.00	54.14
Januari	29	25.08	2.80	6.50	6.50	13.66	0.00	54.54
Januari	30	25.12	2.93	7.80	6.10	13.65	0.00	55.60
Januari	31	24.04	2.86	7.70	6.50	13.61	0.00	54.71

Data di atas merupakan data lapangan selama 1 bulan. Kemudian data daya tersebut dimasukkan ke dalam persamaan fungsi biaya untuk mendapatkan biaya bahan bakar perhari di tiap-tiap pembangkit

B. Biaya sebelum dan Setelah Optimasi

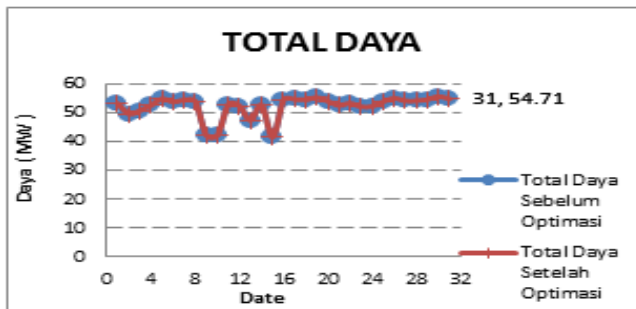
Data daya total per hari dari lapangan yang diambil mulai selama 1 bulan di masukkan satu persatu ke dalam program matlab menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization.

Setelah didapat nilai biaya sebelum optimasi dan sesudah optimasi maka nilai tersebut dimasukkan kedalam tabel. Nilai biaya (Juta/Jam) sebelum optimasi dikurangi Nilai biaya (Juta/Jam) setelah optimasi seperti pada tabel 9 dibawah.

Tabel 9. Nilai Biaya Pembangkitan

2017	DAYA	BIAYA OPTIMASI		
		SEBELUM	SETELAH	HASIL SELISIH
		MW	JUTA/JAM	JUTA/JAM
Januari 1	53.23	1254.79	1210.20	44.59
Januari 2	49.57	1206.97	1177.09	29.88
Januari 3	50.69	1169.81	1186.40	-16.59
Januari 4	52.48	1228.82	1202.81	26.01
Januari 5	54.82	1265.01	1226.80	38.21
Januari 6	53.75	1248.02	1215.45	32.57
Januari 7	54.39	1254.77	1222.17	32.60
Januari 8	53.96	1256.36	1217.60	38.76
Januari 9	42.21	1186.59	1132.44	54.15
Januari 10	42.09	1182.23	1131.98	50.25
Januari 11	52.85	1234.24	1206.41	27.83
Januari 12	52.35	1238.95	1201.56	37.39
Januari 13	47.30	1197.27	1160.21	37.06
Januari 14	52.66	1236.05	1204.55	31.50
Januari 15	41.49	1175.68	1129.45	46.23
Januari 16	54.50	1255.54	1223.34	32.20
Januari 17	54.63	1256.69	1224.75	31.94
Januari 18	54.45	1258.06	1222.82	35.24
Januari 19	55.26	1266.99	1231.66	35.33
Januari 20	53.96	1249.94	1217.47	32.47
Januari 21	52.50	1235.26	1203.02	32.24
Januari 22	53.25	1254.45	1210.38	44.07
Januari 23	52.08	1192.41	1199.01	-6.60
Januari 24	52.17	1224.98	1200.00	24.98
Januari 25	53.82	1236.87	1216.18	20.69
Januari 26	54.98	1246.18	1228.55	17.63
Januari 27	54.08	1220.64	1218.87	1.77
Januari 28	54.14	1246.67	1219.53	27.14
Januari 29	54.45	1230.73	1222.82	7.91
Januari 30	55.60	1268.46	1235.47	32.99
Januari 31	54.71	1250.91	1225.61	25.30

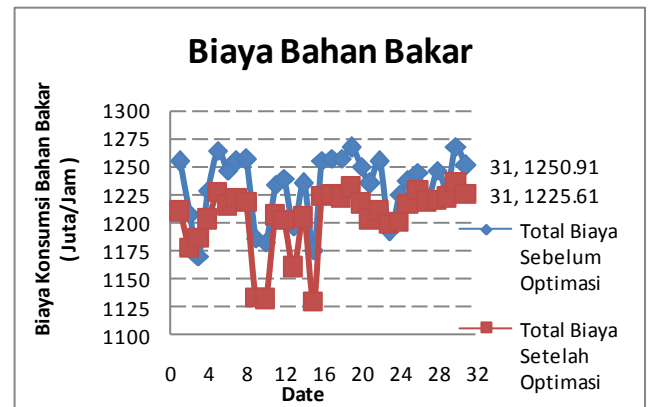
Dibawah ini adalah grafik data daya total seluruh pembangkit sebelum optimasi dan sesudah optimasi selama 1 bulan di PT. PETROKIMIA GRESIK.



Gambar 8. Total seluruh pembangkit sebelum optimasi dan sesudah optimasi

Pada pembacaan grafik di atas nilai total daya sebelum optimasi dan setelah optimasi adalah sama. Dikarenakan, untuk mencari nilai total daya sebelum optimasi didapat dari penjumlahan daya pada masing-masing pembangkit di lapangan. Data tersebut didapat dari data lapangan yang hasil penjumlahan daya pada masing-masing pembangkit (Total Daya) dimasukkan kedalam program MATLAB PSO sehingga menghasilkan pembagian jumlah daya pada tiap-tiap pembangkit (MW) untuk mencapai optimasi dan total juta/jam didapat dari akumulasi penjumlahan 6 pembangkit. Dari sini dapat disimpulkan bahwa grafik tersebut nilai total daya sebelum optimasi dan setelah optimasi terdapat ekuivalen

sehingga nilai total daya sebelum optimasi dan setelah optimasi adalah sama.



Gambar 9. Total biaya sebelum optimasi dan setelah optimasi

Pada pembacaan grafik di atas nilai total biaya sebelum optimasi cenderung diatas grafik total biaya setelah optimasi. Dimana nilai total biaya sebelum optimasi didapat dari penjumlahan biaya pada masing-masing pembangkit sebelum optimasi yang hasilnya didapat dari data daya lapangan pada masing-masing pembangkit yang dimasukkan ke rumus fungsi biaya sehingga menghasilkan jumlah biaya pada tiap-tiap pembangkit tersebut. Untuk mencari nilai total biaya setelah optimasi dengan memasukkan nilai total daya ke program MATLAB PSO. Sehingga, output dari simulasi adalah daya masing-masing pembangkit dan total biaya (juta/jam). Dari sini dapat disimpulkan adanya selisih total biaya (juta/jam) antara sebelum dan sesudah menggunakan simulasi MATLAB PSO

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dengan simulasi dan analisa yang dilakukan, didapatkan kesimpulan :

1. Metode PSO dapat menyelesaikan permasalahan optimasi pembebanan ekonomis pembangkit dalam studi kasus pembangkit listrik GTG, UBB, TG 65, TG 66, TG 6101, TG 6103 di PT. PETROKIMIA GRESIK yang bekerja secara parallel dengan saving biaya pembangkitan dalam 1 bulan sebesar Rp. 905.78 juta dan rata-rata saving biaya setelah optimalisasi sebesar Rp. 29 juta tiap hari dalam 1 bulan.
2. Hasil perhitungan setelah optimasi berdasarkan data lapangan pada tanggal 3 januari = -16.59 juta/jam dan tanggal 23 januari = -6.60 juta/jam dikarenakan pada TG 6103 sebelum optimasi yang awalnya OFF (Stand By) setelah optimasi dinyalakan dan adanya pemaksimalan kapasitas load pada tiap pembangkit sehingga pada tanggal 3 dan 23 januari terdapat selisih biaya yang

---

minus tetapi kerugian ini hanya sebesar 2.56 % dari total penghematan dalam 31 hari

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anesya violita, Ardyono Priyadi dan Imam robandi. 2012. Optimasi Economic Dispatch pada sistem kelistrikan jawa bali 500 kv menggunakan Differential Evolutionary algorithm.Surabaya: jurnal tehnik ITS Vol 1.
- [2] Cekdin, cekmas.2006. Sistem tenaga listrik. Palembang : Andi.
- [3] Wood, A.J. dan Wollenberg, B.F., (1996), "Power Generation Operation and Control,2nd edition, John Wiley & Sons. Inc., New York
- [4] S. Khamsawang and S. Jiriwibhakorn. "Solving the Economic Dispatch Problem by Using Differential Evolutionary" presented at International
- [5] R. Storn, K. Price, "Differential Evolution : A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces", Journal of Global Optimization11:341±359, 1997
- [6] S. Mirjalili, "SCA: A Sine Cosine Algorithm for solving optimization problems," Knowledge-Based Syst., vol. 96, pp. 120–133, 2016.
- [7] S. Kaur and S. Prashar, "A Novel Sine Cosine Algorithm for the solution of Unit UNIT PROBLEM FORMULATION COMMITMENT," Int. J. Sci. Eng. Technol. Res., vol. 5, no. 12, pp. 3298–3310, 2016.
- [8] P. P. Singh, R. Bains, G. Singh, N. Kapila, and V. K. Kamboj, "Comparative Analysis on Economic Load Dispatch Problem Optimization using Moth Flame Optimization and Sine Cosine Algorithms," no. 2, pp. 65–75, 2017
- [9] Habsyi, K.M, P.P.S.Saputra, " Penggunaan Metode Firefly Algorithm untuk Optimasi Economic Dispatch pada PLTU Tanjung Jati B."SinarFe7.pp.189–194.2018
- [10] Yulianto, A., & Winardi, B. (1968). Optimasi Economic Dispatch Pada Unit Pembangkit Pltu Tanjung Jati B Menggunakan Metode Sine Cosine Algorithm.
- [11] Saputra, Pressa P. S. (2018). Firefly Algorithm and particle Swarm Optimization for Economic Dispatch Optimization at PLTU Tanjung Jati B. 2(2), 8–12.

# Rancang Bangun Alat Pembaca Kwh Meter Berbasis Arduino Uno Dan Kirim Data Via Internet Of Things

<sup>1</sup>M. Ruinaldi Pratama, <sup>2</sup>Affan Bachri, <sup>3</sup>Ulul Ilmi

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan, Lamongan

<sup>1</sup>reynaldipratama9@gmail.com, <sup>2</sup>avanbe@gmail.com, <sup>3</sup>ululilmi78@yahoo.co.id.

**Abstrak** - Seiring dengan perkembangan teknologi sekarang yang sangat pesat, Salah satu sistem berbasis otomatis yang sering diintegrasikan dengan beberapa komponen pendukung, agar sistem dapat berfungsi. kWh berfungsi untuk mengetahui pemakaian energi listrik secara analog yang bisa ditampilkan dalam bentuk angka pada sebuah meteran. Saat ini peneliti merancang suatu kWh yang dapat menampilkan nilai rupiah yang harus dibayar sebagai tagihan pemakaian energi listrik.

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menciptakan rancang bangun alat pembaca kWh fase tunggal 2 kawat kelas 1 230V 5(40).A 50 Hz sampling rate 4.8 kHz yang menggunakan biaya beban acuan sebesar 415 rupiah per 1 kWh dalam alat tersebut memiliki tarif golongan R-1/TR pascabayar dengan daya kapasitas 450 Watt . Tahapan yang dilakukan meliputi tahapan studi pustaka kemudian perancangan, pembuatan hardware dan software mengintegrasikan sistem dan pengujian dan analisa sistem. Mempertimbangkan teori-teori tersebut, dapat mengetahui pemrograman mikrokontroler ATmega328, Sensor Tegangan, Sensor Arus, LCD, dan Modul WiFi.

Pada penelitian kali ini menggunakan beberapa pengujian, diantaranya pengujian yaitu pengujian Mikrokontroler untuk memproses instruksi pemrograman. LCD berfungsi untuk menampilkan data, Sensor Tegangan untuk membaca tegangan AC. Sensor Arus untuk membaca arus beban. Modul WiFi untuk mengirim data melalui jaringan WiFi. Dari semua pengujian diatas sensor Tegangan dan sensor Arus mendeteksi tegangan dan beban kemudian diproses lalu nilai data akan ditampilkan pada LCD dan dikirimkan melalui aplikasi blynk pada smartphone.

**Kata kunci:** Sensor Tegangan, Sensor Arus, Wifi, kWh Meter, Fase Tunggal

*Abstract - Recently, the development of technology is very rapid. One of them is an automatic based system that is often integrated by several supporting components, so the system can be used properly. The function of kWh is to know the use of electrical energy in analog that can be displayed in the form of number on a meters. This study, the writer is designing a kWh that can display the value of money have to paid as an electric energy bill.*

*This study uses an experiment method to create a design kWh reader on the single-phase first-class 230V 5(40). Sampling of 50 Hz 4.8 kHz which uses a reference load costs of 415 rupiah per 1 kWh, the device has a postpaid R-1 / TR rate with a capacity of 450 Watt. The steps are review of literature, then designing the manufacture of hardware and software, integrating the system, testing, and analyzing the system. Considering the theories, it can*

*determine the programming of the microcontroller ATmega328, Voltage Sensor, Current Sensor, LCD, and WiFi Module*

*This study using several tests, including microcontroller testing is to process the instruction of programming, the function of LCD is to display the data, the voltage sensor is to read AC voltage, current sensor is to read load current, and the WiFi module is to send the data through a WiFi network. The results of testing are voltage sensors and current sensors detect voltage and load. The result of processing the data, it will be displayed on the LCD and send it through blynk application on the smartphone.*

**Keywords:** Voltage Sensor, Current Sensor, Wifi, kWh Meters, Single phase.

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi berkembang dengan cepat hingga teknologi sangat dibutuhkan dan hasil perkembangan teknologi tersebut menghasilkan sistem yang canggih, beberapa diantaranya sistem kendali, sistem deteksi dan sistem monitoring. Seiring dengan perkembangan teknologi sekarang yang sangat pesat, banyak penelitian yang telah mengembangkan teknologi.

Salah satu sistem berbasis otomatis yang sering diintegrasikan dengan beberapa komponen pendukung, agar sistem dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan. kWh meter merupakan alat untuk mengukur jumlah pemakaian energi listrik dalam setiap jam. kWh meter berfungsi untuk mengetahui perhitungan dan pemakaian energi listrik secara analog yang bisa ditampilkan dalam bentuk angka pada sebuah meteran.

Perkembangan teknologi saat ini, para peneliti dapat merancang suatu kWh meter yang dapat menampilkan nilai rupiah yang harus dibayar sebagai tagihan pemakaian energi listrik.

Contoh perusahaan penyedia tenaga listrik atau PLN dikalangan saat ini belum menyediakan meteran yang berbasis otomatis dapat menampilkan nilai rupiah. PLN hanya menyediakan meteran yang dapat mencatat jumlah pemakaian energi listrik. Masalah yang sering terjadi diantara kesalahan pencatatan karena letak kWh meter yang sulit dibaca oleh pelanggan listrik yang disebabkan karena letaknya cukup tinggi dari permukaan tanah, sehingga tagihan menjadi sulit dibaca. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah, penulis

mencoba mengadakan pengujian dengan membuat kWh meter fase tunggal 2 kawat kelas 1 230V 5(40).A 50 Hz dengan menggunakan sensor tegangan ZMPT101b dan sensor arus ACS712 dan Arduino Atmega328 untuk menghitung banyaknya pemakaian energi yang harganya ditampilkan melalui monitor LCD dan juga kirim data via internet of things sehingga para pelanggan listrik dapat dengan mudah mengetahui besarnya tagihan listrik dalam bentuk nilai rupiah. Tujuan penelitian ini untuk merancang dan membuat alat pembaca kWh meter tipe fase tunggal 2 kawat kelas 1 230V 5(40).A 50 Hz yang digunakan untuk mengukur pemakaian energi listrik dan menampilkan nilai rupiah dari jumlah pemakaian listrik yang telah digunakan. Dan juga bisa dilihat tampilan pada smartphone melalui aplikasi blynk.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Pustaka dan Teori Dasar Perancangan

Perancangan sistem kWh meter digital bukanlah hal yang baru ditemukan. Dalam penelitian terdahulu ini, komponen yang digunakan dengan cara kerja sistem yang berbeda-beda.

Pada tahun 2018 di Politeknik Negeri Bengkalis. Winda dan Stephan “Analisa Rancang Bangun Alat *Monitoring* Daya Listrik pada Ruangan Di Gedung Elektro Menggunakan Arduino Mega 2560 Berbasis SMS” memantau daya pada kWh meter 1 fase dan sistem kontrol *on / off* melalui modul sms dan menunjukkan Konsep pemantauan dan sistem kontrol melalui SMS. Sistem dikembangkan dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Dalam mengendalikan, sistem menggunakan modul GSM untuk memonitoring daya yang digunakan. Sedangkan sensor arus dan sensor tegangan ZMPT101B dan SCT013. Sistem dilengkapi dengan DS3231 RTC untuk merekam waktu lalu disimpan dalam modul Kartu SD. *Monitoring* daya dalam bentuk *prototype* untuk memonitoring daya arus listrik yang masuk.

Pada tahun 2012 di Universitas Tadulako Sulawesi Tengah. Mery Subito dan Rizal “Alat Pengukur Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor *Optocoupler* Dan Mikrokontroler At89s52”, kWh meter konvensional telah dimodifikasi menjadi pengukur yang tidak hanya menampilkan jumlah yang digunakan tetapi energi listrik juga menunjukkan nilai rupiah yang harus dibayar oleh pelanggan. Prinsipnya sistem ini bekerja pada PLN sebagai sumber daya kWh meter memindahkan cakram kWh meter saat berada di kondisi *underload*. Ketika disk berputar dan lewat sensor *optocoupler*, sensor akan menyala. Setiap kali *disk* memotong balok cahaya, sensor akan menginstruksikan mikrokontroler, pengontrol utama, ke memproses instruksi eksekusi. Ini instruksi pelaksanaan menghasilkan pembacaan baik sejumlah putaran per kWh meter dan Jumlah rupiah ditampilkan dalam LCD.

Pada tahun 2018 di Universitas Tanjungpura. Muhammad Ilham Ludya Wahyu “Rancang Bangun kWh Meter Digital Sebagai Penghitung Biaya Pemakaian Energi Listrik Berbasis

Arduino UNO R3”. kWh meter yang dapat menampilkan beban daya, listrik yang terpakai, tegangan listrik dan arus listrik dalam bentuk angka digit, selain itu kWh meter digital rancangan juga dapat menampilkan biaya yang harus dikeluarkan oleh pelanggan. Rangkaian alat kWh meter digital menggunakan dua sensor, yaitu sensor ZMPT101B sebagai sensor tegangan dan sensor ACS712 sebagai sensor arus. Dua sensor ini dikendalikan dengan Arduino UNO R3 yang berfungsi memproses dan mengolah data sensor.

Pada tahun 2011 di Universitas Janabadra Yogyakarta Fatsyahrina Fitriastuti dan Siswadi “Aplikasi kWh Meter Berbasis *Micronroller* Atmega 32 Untuk Memonitor Beban Listrik”. Penelitian ini merancang dan membangun kWhMeter berbasis *microcontroller* ATmega 32 yang terhubung dengan komputer. Studi kasus yang dilakukan pada perumahan yang memiliki beberapa kamar, dan setiap kamar memiliki pemakaian daya listrik yang berbeda beda.

Alat ini dibuat untuk dapat mengukur pemakaian listrik pada setiap kamar sehingga setiap penghuni kamar dapat memonitor sejauh mana penggunaan daya listrik yang terpakai dan membayar tagihan listrik sesuai dengan jumlah daya listrik yang dipakai.

Pada tahun 2016 di Universitas Tarumanagara. Pono Budi Mardjoko dan Joni Aripin “Perancangan dan Implementasi Alat Pembaca *Register* kWh Meter Secara Otomatis Menggunakan *Short Message Service* Pada Jaringan Selular”. Alat pembaca register kWhmeter secara otomatis menggunakan Layanan Pesan Singkat (SMS) pada fungsi jaringan seluler untuk memberikan kemudahan kepada Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk memperhatikan tingkat pengguna daya listrik pada pelanggan.

Contoh Perhitungan Tarif Litrik

Catatan : 1 kWh = Wh = x W det = 3,6 x 106 Joule.  
Berapakah tenaga listrik yang dikeluarkan setiap bulan (30 hari) bila mempergunakan setrika listrik 400 watt dengan pemakaian rata-rata 3 jam setiap malam.

Diketahui : P = 400 W, t = 3 jam x 30 hari = 90 jam

W = P x t = 400 x 90 = Wh = 36 kWh.

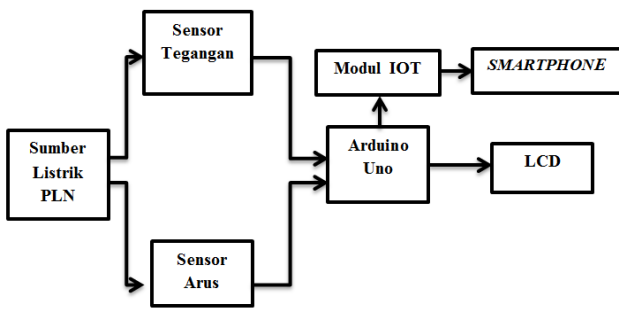
atau karena : 1 kWh = 3,6 x 106 Joule,

sehingga W = 36 x 3,6 x 106 = 1,296 x 108 Joule

$$P = V \times I = kW = \frac{P}{1000} = kWh = kW \times t = \text{Rupiah} \times kWh$$

## III. PERANCANGAN SISTEM

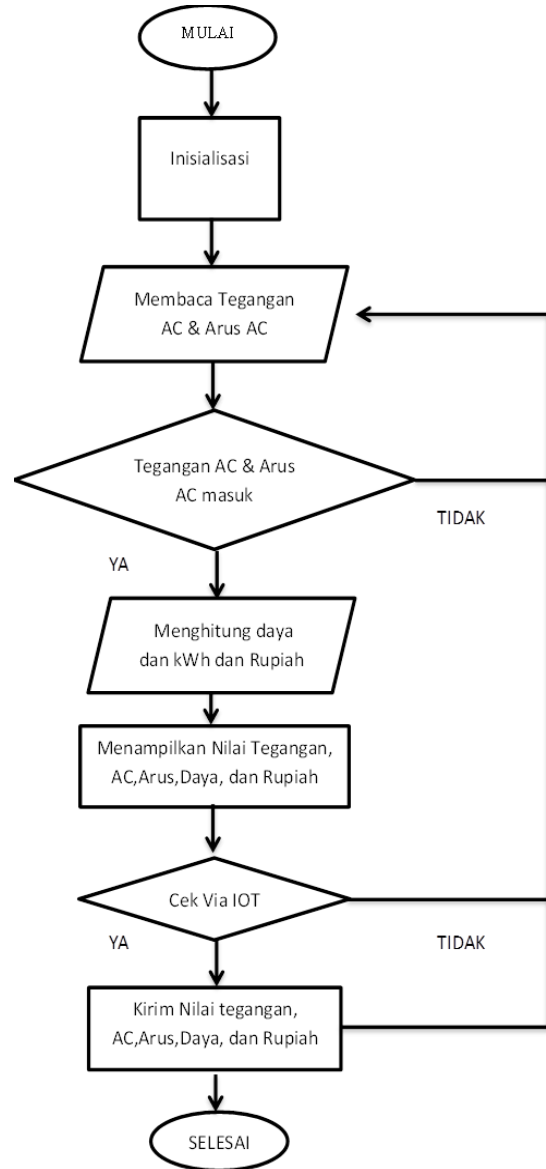
Berikut beberapa perancangan sistem yang digunakan dalam mendukung proses penyelesaian tugas akhir ini, Blok diagram dibutuhkan untuk mempermudah memahami alur kerja dari sistem yang dirancang.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem

Cara kerja dari blok diagram adalah Sensor tegangan dan arus mengambil data tegangan serta arus didalam jaringan listrik dan dilakukan konversi secara *hardware* dan *software* dalam mikrokontroler Arduino Uno sehingga menghasilkan pembacaan tegangan Vac, Arus Ac, Daya yang sedang dipakai, dan harga kWh meter yang terpakai yang sesuai dengan standar alat ukur. Setelah data aktual didapatkan selanjutnya data ditampilkan pada layar LCD secara *realtime/continue*. Dan data juga akan di kirim via *internet of things* Setiap saat bisa dilihat pada *smartphone* melalui aplikasi *blynk*.

Berikut digambarkan *flowchart* untuk mempermudah dan memahami cara kerja program pada sistem yang dibuat.



Gambar 2 Flowchart System

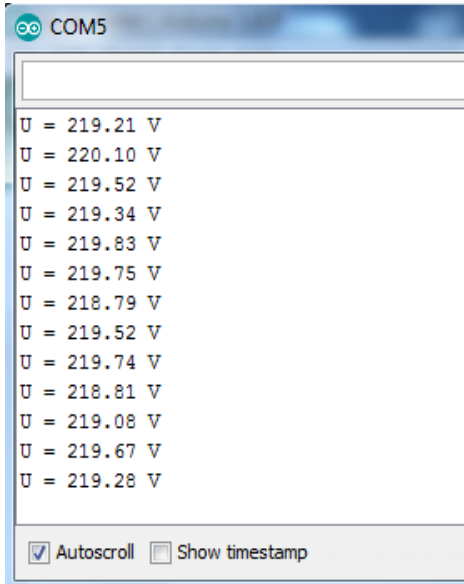
Dari flowchart sistem diatas dapat dilihat bahwa proses awal yang berjalan adalah mengambil data tegangan serta arus didalam jaringan listrik lalu data akan dilakukan konversi secara *hardware* dan *software* dalam mikrokontroler Arduino Uno sehingga menghasilkan pembacaan tegangan Vac, Arus Ac, Daya yang sedang dipakai, dan estimasi biaya yang terpakai yang sesuai pemakaian. Setelah data aktual didapatkan selanjutnya data akan ditampilkan pada layar LCD secara *realtime/continue*. Dan data juga akan di kirim via *internet of things* pada *smartphone* melalui aplikasi *blynk*.



**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Hasil Pengujian**

Untuk mengetahui sensor tegangan dapat berfungsi dengan baik atau tidak, bisa di deteksi dengan mikrokontroler, atau terkoneksi dan bisa membaca tegangan AC, maka dilakukan pemrograman pada mikrokontroler. Pengujian ini juga dilakukan dengan membandingkan dengan alat ukur yaitu AVO meter agar nilai tegangan dapat terbaca secara akurat dan sama dengan alat ukur lainnya.



Gambar 3 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Dari hasil pengujian sensor tegangan bisa dibandingkan dengan alat ukur AVO meter bahwa selisih pengukuran tegangan hampir sama dengan alat ukur aslinya yaitu AVO meter.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

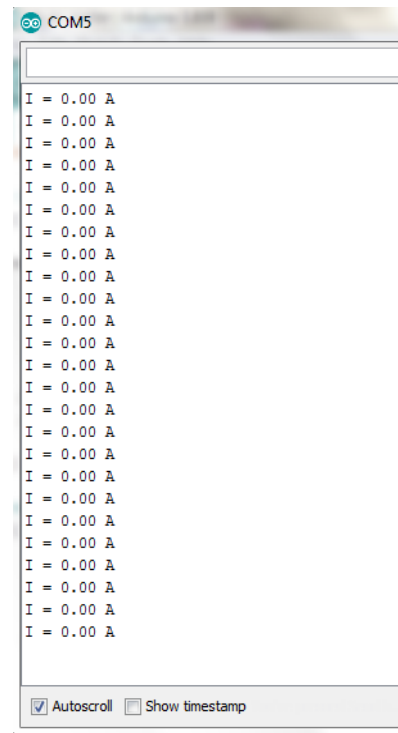
No	ZMPT101B	Avo Meter	Kesalahan
1	218.79 V	219 V	0.096 %
2	219.21 V	219 V	0.096 %
3	220.10 V	221 V	0.4 %
4	221.67 V	222 V	0.2 %
5	225.57 V	226 V	0.2 %

Dari pengujian sensor tegangan yaitu sensor dapat membaca tegangan AC. Dan juga dapat dikalibrasi/dapat diatur untuk menyamakan nilai tegangan sensor agar sesuai dengan alat ukur AVO meter. Dari hasil pembacaan tegangan yaitu selisih 0.4% dengan hasil AVO meter.

Pengujian selanjutnya sensor arus untuk ditampilkan dengan nilai yang relatif sama dengan alat ukur. Data dari

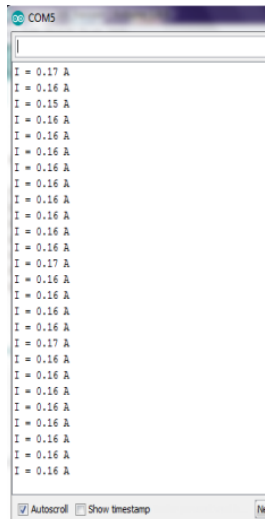
sensor arus tersebut akan ditampilkan secara terus menerus atau secara *continue*, dan membandingkan dengan alat pembaca arus dengan menggunakan alat tang meter. Untuk mencari nilai arus yang akurat dan efektif Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sensor arus dapat berfungsi dengan baik atau tidak, bisa terdeteksi dengan mikrokontroler, bisa pairing atau terkoneksi dan bisa membaca beban arus yang melewati sensor tersebut, maka dilakukan pemrograman pada mikrokontroler.

Dari pengujian tersebut sensor arus akan dibandingkan dengan alat ukur tang amper dan menunjukkan nilai amper yang sama yang tidak memiliki beban. Dari hasil pengujian sensor arus pengukuran arus tanpa beban menunjukkan nilai yang sama pada tang amper.



Gambar 4 Hasil Pengujian Sensor Arus Tanpa Beban

Untuk mengetahui karakteristik pembacaan nilai arus yang terbaca pada modul sensor ACS712, maka dilakukan perbandingan dengan pembacaan nilai arus yang terbaca oleh Amperemeter sesuai standar kalibrasi. Berikut yang menunjukkan sensor arus membaca beban kipas angin.



Gambar 5 Hasil Pengujian Sensor Arus Membaca Beban

Berikut adalah hasil pengujian dari pembacaan sensor arus alat monitoring menggunakan ACS712 dengan menggunakan beban kipas angin. Pembacaan sensor dibandingkan dengan alat ukur amperemeter yang standar kalibrasi untuk dilihat seberapa besar kesalahan pada pembacaan arus yang dilakukan oleh modul sensor arus tersebut.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Arus Acs712

Beban	Data ACS712	Amperemeter	Error%
Tanpa Beban	0.01 A	0.00 A	0.1%
Kipas Angin	0.15 A	0.16 A	0.5%
Solder	0.14 A	0.15 A	0.5%
Mesin Blender	0.51 A	0.50 A	0.4%

Kesimpulan dari pengujian sensor arus dapat membaca arus yang melewati sensor ACS712. Dan perbandingan antara alat ukur yaitu tanpa beban selisih 0.1% dan yang membaca beban selisih paling besar yaitu 0.5%

Dari hasil pengujian rangkaian alat yang meliputi pengujian sensor tegangan ZMPT101B dan pengujian sensor arus ACS712 yang menampilkan nilai data pada LCD 16x2 dan mengirim data ke *smartphone* melalui modul WiFi ESP8266. Kemudian pada mikrokontroler diprogram untuk dapat mengolah data tegangan dan arus pada sensor. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan masukan input tegangan dari PLN dan output berupa arus beban pada peralatan listrik rumah tangga pada sistem agar bisa terbaca oleh mikrokontroler. Setelah dilakukan pengujian pembacaan nilai tegangan dan arus beban oleh alat pembaca kWh meter. Pengujian selanjutnya dilakukan uji monitoring konsumsi daya, kWh, dan estimasi biaya yang dikonsumsi oleh beban

peralatan rumah tangga yang dipantau dengan alat pembaca kWh meter ini.



Gambar 6 Alat Pembaca kWh Meter

Tujuan dari pengujian alat pembaca kWh meter ini yaitu, apakah alat pembaca kWh yang dibangun mampu membaca konsumsi daya beban peralatan listrik rumah tangga, dengan karakteristik konsumsi daya yang secara *realtime / continue* dan mengirimkan data pada *smartphone*.

Kesimpulan dari pengujian keseluruhan yaitu alat pembaca kWh meter ini dapat berjalan dengan menampilkan hasil pembacaan dari sensor arus dan tegangan yang dibaca oleh alat kWh meter dan dikonversikan dalam bentuk rupiah yang nantinya hasilnya akan di tampilkan pada LCD yang berupa nilai tegangan, nilai arus, nilai daya, nilai konsumsi daya, dan nilai rupiah. Dan juga dapat menampilkan data pada *smartphone* yang sama dengan tampilan pada LCD.

#### 4.2 Pembahasan

Berikut adalah pembahasan pada alat pembaca kWh meter fase tunggal 2 kawat kelas 1 230V 5(40).A 50 Hz *sampling rate* 4.8 kHz yang menggunakan biaya beban acuan sebesar 415 rupiah per 1 kWh dalam alat tersebut memiliki tarif golongan R-1/TR pascabayar dengan daya kapasitas 450 VA. Dalam alat pembaca kWh meter ini untuk menampilkan atau mengetahui biaya beban yaitu dalam pemrograman di alat tersebut menggunakan sistem perkalian antara kWh dengan rupiah. Berikut beberapa beban yang menjadi bahan uji alat pembaca kWh ini seperti kipas angin, TV29 in dan setrika yang mempunyai konsumsi daya lumayan besar, agar konsumsi daya mudah terbaca dan sebagainya yang akan ditulis pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 Hasil Pengujian Alat Pembaca kWh Meter

Jenis Beban	Daya	Konsumsi Daya	Waktu Pemakaian	Biaya Beban
Setrika	349.8W	0.34 kWh	1 Jam	Rp. 145
Kipas Angin	44.12W	0.26 kWh	6 Jam	Rp. 109
Tv 29 inch	98.75W	0.19 kWh	2 Jam	Rp. 81
Semua Alat	492.67W	0.79 kWh	9 Jam	Rp. 335

Beban yang mengkonsumsi daya besar maka akan menghasilkan kWh yang besar dan sebanding dengan tarif yang harus dibayarkan oleh pelanggan. Penggunaan peralatan rumah tangga yang hemat energi akan memperkecil besarnya kWh dan biaya yang harus dikeluarkan. Dalam tabel terlihat bahwa setrika tercatat oleh alat pembaca kWh meter mengkonsumsi daya yang lebih besar dibandingkan dengan kipas angin dan TV29 in.

Dari percobaan diatas membuktikan bahwa alat monitoring yang telah dirancang dan dibangun bisa membaca besarnya kWh yang digunakan, serta mampu menghitung estimasi biaya yang harus dikeluarkan, oleh karena itu penggunaan daya pada peralatan yang telah dipantau menggunakan alat pembaca kWh meter ini. Perlu diperhatikan bahwa kestabilan dalam memprediksi biaya atau tarif konsumsi daya ini juga dapat dipengaruhi oleh naik dan turunnya tegangan jaringan listrik pada PLN yang digunakan.

## V. PENUTUP

### a. Kesimpulan

Setelah melalui tahap perancangan, pengujian dan pembahasan hasil pengujian secara keseluruhan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut yaitu :

1. Pada alat pembaca kWh meter fase tunggal 2 kawat kelas 1 230V 5(40)A 50 Hz *sampling rate* 4.8 kHz yang menggunakan biaya beban acuan sebesar 415 rupiah per 1 kWh dalam alat tersebut memiliki tarif golongan R-1/TR pascabayar dengan daya kapasitas 450 VA. Dalam alat pembaca kWh meter ini untuk menampilkan atau mengetahui biaya beban yaitu dalam pemrograman di alat tersebut menggunakan sistem perkalian antara kWh dengan rupiah. Beban yang mengkonsumsi daya besar maka akan menghasilkan kWh yang besar dan sebanding dengan tarif yang harus dikeluarkan oleh pelanggan. Penggunaan peralatan rumah tangga yang hemat energi

akan memperkecil besarnya kWh dan biaya yang harus dikeluarkan.

2. Cara kerja alat pembaca kWh meter ini yaitu untuk memantau tegangan, arus dan daya pada peralatan rumah yang digunakan dan memantau konsumsi daya pada satuan kWh dan menampilkan estimasi biaya peralatan listrik. pada alat ini bisa mengirim data via *internet of things* melalui aplikasi blynk dan menampilkan nilai tegangan, nilai arus, daya, konsumsi daya dan nilai rupiah yang sama dengan tampilan pada LCD dengan *smartphone*.

### b. b. Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut guna meningkatkan kemampuan alat tersebut dengan mempertimbangkan saran-saran berikut:

1. Pembacaan sensor Tegangan AC mendapatkan tingkat pembacaan sensor tegangan yang didapatkan *error* 0.4% dari perbandingan alat ukur AVO meter, diperlukan jenis sensor tegangan yang lebih baik dalam hal resolusi pembacaan hingga sensitivitas pembacaan tegangan untuk mengurangi tingkat penyimpangan atau *error* dari pembacaan tegangan.
2. Pembacaan sensor Tegangan AC mendapatkan tingkat pembacaan sensor tegangan yang didapatkan *error* 0.5% dari perbandingan alat ukur tang *ampere*. Untuk mendapatkan tingkat pembacaan arus yang presisi, diperlukan jenis sensor arus yang lebih baik dalam hal resolusi pembacaan hingga sensitivitas pembacaan arusnya untuk mengurangi tingkat penyimpangan atau *error* dari pembacaan arus pada sensor arus

### Daftar Pustaka

- [1] Fatsyahrina Fitriastuti.2011. **Aplikasi kWh (Kilo What Hour) Meter Berbasis Microntroller Atmega 32** Untuk Memonitor Beban Listrik. Jurnal Kompetensi Teknik Vol. 2, No. 2 Universitas Janabadra Yogyakarta
- [2] Muhammad Ilham Ludya Wahyu.2018. **Rancang Bangun kWh Meter Digital Sebagai Penghitung Biaya Pemakaian Energi Listrik Berbasis Arduino Uno R3.**Teknik Elektro. Universitas Tanjungpura.
- [3] Mery Subito, Rizal.2012. **Alat Pengukur Pemakaian Eenergi Listrik Menggunakan Sensor Optocoupler Dan Mikrokontroler AT89S52.** Jurnal Ilmiah Foristek.Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako Sulawesi Tengah
- [4] Rizal Akbar.2018. **Rancang Bangun Alat Monitoring Tegangan, Arus, Daya, kWh, Serta Estimasi Biaya Pemakaian Peralatan Listrik Pada Rumah Tangga.**

Jurusan Teknik Elektro.Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

- [5] Thomas,Pono Budi Mardjoko,Joni Aripin.2006.  
**Perancangan dan Implementasi Alat Pembaca kWh  
Meter Secara Otomatis Menggunakan Short Message  
Service Pada Jaringan Selular.** Jurnal TESLA Vol. 8  
No. 1, 4. Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas  
Tarumanagara.
- [6] Windi, Stephan.2018. **Analisa Rancang Bangun Alat  
Monitoring Daya Listrik pada Ruangan Di Gedung  
Elektro Menggunakan Arduino Mega 2560 Berbasis  
SMS.** Jurnal Seminar Nasional Industri dan Teknologi  
(SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis.
- [7] WebReferensi.[http://kevingiay.blogspot.com/2019/03  
/kalibrasi-sensor-tegangan-zmpt101b.html](http://kevingiay.blogspot.com/2019/03/kalibrasi-sensor-tegangan-zmpt101b.html). Diakses Pada  
Tanggal (12 Maret 2020)
- [8] Web Referensi. [warriornux.com/pengertian-modul-wifi-  
esp8266/](http://warriornux.com/pengertian-modul-wifi-esp8266/) Diakses Pada Tanggal (12 Maret 2020)
- [9] WebReferensi.[http://blog.unnes.ac.id/antosupri  
/pengertian-daya-semu-daya-nyata-dan-daya-  
reaktif/](http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-daya-semu-daya-nyata-dan-daya-reaktif/).Diakses Pada Tanggal (23 Mei 2020)

# Sistem Informasi Manajemen Gedung Serbaguna Di Universitas Hang Tuah Surabaya Berbasis Website

<sup>1</sup> Agus Sumardiono, <sup>2</sup> Suryadhi

<sup>12</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Hang Tuah, Surabaya

<sup>1</sup> email.kotak@yahoo.com, <sup>2</sup> Suryadhi@hangtuah.ac.id

**Abstract** - Requests for using the Multipurpose Building at Hang Tuah University in Surabaya are very tight. As a result, the number of planned events is not proportional to the ability of the building to hold such events. The system for building usage scheduling is still done manually so it requires time and the user must come and check the existing schedule for himself if he wants to use this Multipurpose Building. The Multipurpose Building Management Information System at Hang Tuah University functions to help everyone who will use this building to obtain information about the usage schedule that is complete with facilities inside just by opening its website via the internet anywhere. As for the building manager this system helps in scheduling the use and implementation of events in this building to be more efficient and easier. This is because the system is equipped with automatic electricity regulators and controllers that work based on the existing Database. So that users are more orderly with the existing implementation time. Making the application using the PHP programming language on the website with MySQL as its database. For the electrical controller using the Raspberry Pi which is controlled by the Python programming language to regulate the switching relay on the electrical panel Building. The website-based management information system of the multipurpose building at Hang Tuah University can manage the use of the building efficiently both in terms of scheduling time and electricity usage costs.

**Keywords** — *Building Management Information System, PHP, MySQL, Raspberry Pi, Python.*

**Abstrak** - Permintaan untuk menggunakan Gedung Serbaguna di Universitas Hang Tuah Surabaya sangat padat. Akibatnya jumlah acara yang direncanakan tak sebanding dengan kemampuan gedung dalam menggelar acara-acara tersebut. Sistem penjadwalan penggunaan gedung masih dilakukan dengan cara manual sehingga membutuhkan waktu dan pengguna harus datang dan mengecek sendiri jadwal yang sudah ada apabila mau menggunakan Gedung Serbaguna ini. Sistem Informasi Manajemen Gedung Serbaguna di Universitas Hang Tuah ini berfungsi untuk membantu setiap orang yang akan menggunakan gedung ini untuk memperoleh informasi tentang jadwal pemakaian yang ada lengkap dengan fasilitas didalamnya hanya dengan membuka website nya melalui internet dimanapun. Sedangkan bagi pengelola gedung sistem ini membantu dalam penjadwalan pemakaian dan pelaksanaan acara di gedung ini menjadi lebih efisien dan mudah. Hal ini dikarenakan sistem ini dilengkapi dengan pengatur dan pengendali listrik otomatis yang bekerja berdasarkan Database yang ada. Sehingga pengguna lebih tertib dengan waktu

pelaksanaan yang ada. Pembuatan aplikasinya menggunakan Bahasa pemrograman PHP pada bagian Websitenya dengan *MySQL* sebagai databasenya. Untuk pengendali listriknya menggunakan *Raspberry Pi* yang dikendalikan oleh bahasa pemrograman *Python* untuk mengatur *switching relay* pada panel listrik Gedung. Sistem informasi manajemen Gedung serbaguna di Universitas Hang Tuah berbasis website dapat mengatur penggunaan gedung secara efisien baik dari segi waktu penjadwalan maupun biaya pemakaian listrik.

**Kata Kunci**— *Sistem Informasi Manajemen Gedung, PHP, MySQL, Raspberry Pi, Python.*

## I. PENDAHULUAN

Di zaman modern seperti saat ini sebuah gedung serbaguna sangat dibutuhkan dalam mengadakan suatu acara baik itu yang sifatnya resmi maupun tidak resmi. Permintaan untuk menggunakan gedung serbaguna tidak sebanding dengan jumlah dan kemampuan gedung yang ada. Kondisi serupa juga terjadi pada gedung serbaguna di Universitas Hang Tuah Surabaya. Sistem administrasi pengelolaan gedung yang masih manual sangat tidak praktis dan tidak efisien.

Perkembangan teknologi komunikasi mengarah ke sebuah teknologi yang berbasis mobile atau perangkat bergerak. Saat ini mobile phone tidak hanya digunakan sebagai media komunikasi untuk telepon dan sms saja tetapi juga sebagai media untuk berkomunikasi langsung melalui internet untuk mengirim dan menerima data. Dengan memanfaatkan teknologi informasi yang berbasis mobile phone pengguna gedung dapat mengakses informasi tentang jadwal gedung yang tersedia beserta fasilitas yang ada sebagai tempat menyelenggarakan acara[1].

Aplikasi digunakan oleh 2 pengguna yaitu pengguna dan pengelola. Aplikasi ini mampu menangani proses reservasi, transaksi dan pembuatan laporan transaksi reservasi secara online. Sistem aplikasi dibuat menggunakan Bahasa pemrograman PHP, HTML dan menggunakan database MySQL[2].

Berdasarkan latar belakang yang diatas peneliti menawarkan tentang metode reservasi gedung serbaguna di Universitas Hang Tuah Surabaya berbasis website. Dalam penelitian ini nantinya akan dibuat "Sistem informasi manajemen gedung serbaguna berbasis web". Diharapkan dengan sistem efisiensi waktu dan biaya didapatkan oleh

pengguna dan pengelola. Cukup menggunakan smartphone atau laptop yang terkoneksi dengan internet untuk membuka aplikasi ini dan masuk ke website yang dibuat darimanapun dan kapanpun. Dalam sistim ini disematkan metode pengontrolan listrik dari jarak jauh berdasarkan data dari database server yang tersedia sesuai daftar pemesanan gedung dan dilengkapi dengan notifikasi melalui sms (sms gateway).

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini meliputi :

1. Studi Literatur.

Tahapan studi literatur ini dilakukan untuk mendapatkan referensi tentang metode - metode yang digunakan dalam pembuatan web server yang dinamis dan mudah diakses menggunakan jaringan internet dan merancang rangkaian elektronika yang dapat mengontrol sumber tegangan listrik yang mengalir pada panel kontrol atau gedung.

2. Perancangan Rangkaian elektronika dan software.

Pada tahapan perancangan rangkaian elektronika, dilakukan pembuatan desain rangkaian elektronik yang digunakan sebagai rangkaian kontrol atau switching yang berfungsi untuk mengkontrol sumber tegangan yang masuk pada panel kontrol agar berjalan sesuai pengaturan pada database yang ada pada web server. Selain itu, untuk tahapan kedua pembuatan perangkat lunak ( software aplikasi ) yaitu mencakup semua hal yang berkaitan dengan perangkat lunak bagi sistem. Pembuatan perangkat lunak meliputi 3 bagian, yaitu pembuatan perangkat lunak (website) sebagai antar muka (interface) client dengan server pada sistem beserta Database, mempersiapkan Raspibery pi sebagai Web server, dan pembuatan program dengan Phytton sebagai penghubung agar Raspibery Pi bisa mengotrol panel listrik melalui relay elektronik.

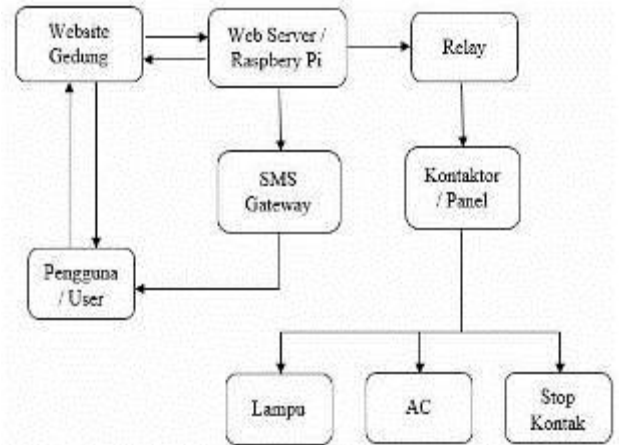
3. Ujicoba alat dan pengambilan data

Pada tahap ini dilakukan penggabungan antara rangkaian elektronika dan software yang telah dibuat. Selain itu dilakukan juga uji coba rangkaian elektronik untuk mengetahui bekerja atau tidaknya rangkaian elektronik tersebut. Kemudian dilakukan proses pengambilan data dari ujicoba sistem yg dibuat dari gabungan hardware ( rangkaian elektronika sebagai kontrol ) dan software ( perangkat lunak aplikasi ) apakah sudah berjalan sesuai rencana. Sehingga dapat dimanfaatkan oleh semua orang.

B. Gambar

Sistem informasi manajemen Gedung Serbaguna berbasis website di Universitas Hang Tuah Surabaya melalui perpaduan kombinasi antara software aplikasi

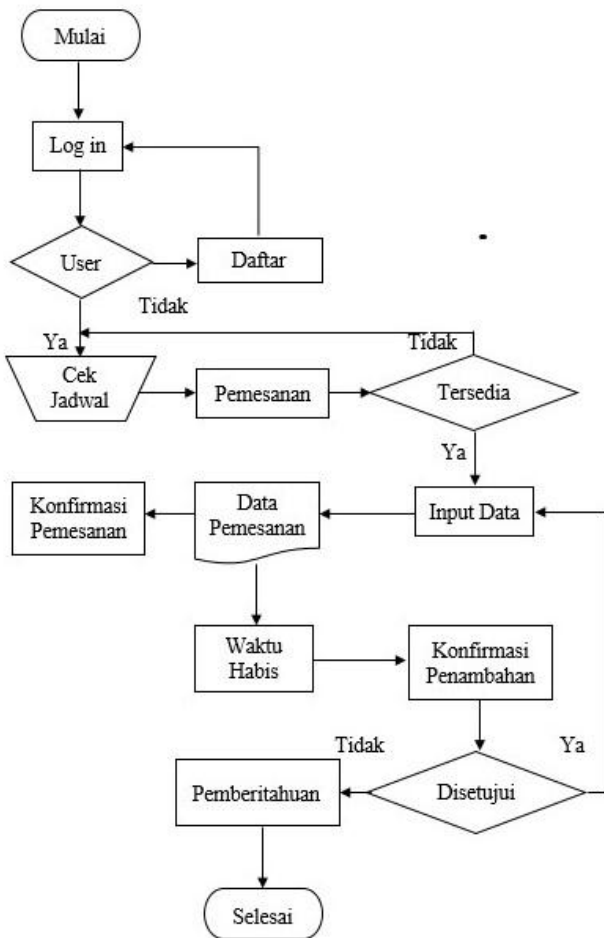
yang berbasiskan website secara online dipadukan dengan hardware berupa peralatan elektronik untuk mengontrol penggunaan listrik sesuai jadwal yg tersimpan. Dalam pembuatan sistem aplikasi ini terdiri dari 2 bagian penting, yaitu software dan hardware.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Informasi Manajemen Gedung. Serbaguna berbasis Website



Gambar 2. Cara kerja Sistim Informasi Manajemen Gedung. Serbaguna berbasis Website



Gambar 3. Flowchart sistim kerja software Sistem Informasi Manajemen Gedung Serbaguna berbasis Website



Gambar 5. Rangkaian hardware yang tersusun dalam sistem Informasi Manajemen Gedung Serbaguna berbasis website.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Power supply.

Sesuai kebutuhan sistem diperlukan tegangan dan arus dari output power supply yang memenuhi standart untuk mendukung kinerja dari raspbery Pi secara optimal.

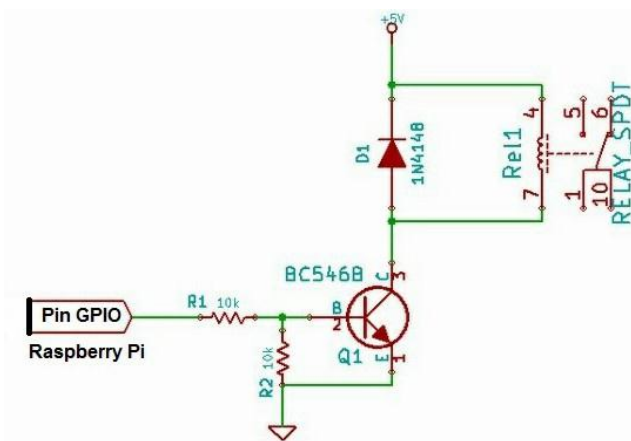
Tabel 1. Data pengukuran output pada power supply.

Kondisi Power Supply	Output Tegangan	Output Arus	Output Sesuai data	Output (%)
Tanpa beban / Tidak terhubung pada raspbery pi	5 VDC	2,5 A	5 VDC 2 - 4A	100 %
Terhubung pada raspbery pi	5 VDC	3,9 A	5 VDC 2 - 4A	9,75 %

Raspbery pi membutuhkan tegangan 5 VDC dengan arus minimal 2A, jika tegangan dari power supply kurang dari 5 VDC ataupun arus kurang dari 2A, maka kinerja raspbery pi sebagai web server dan pengontrol modul relay DC tidak maksimal. Berikut merupakan hasil pengukuran tegangan dan arus pada power supply yang akan digunakan pada penelitian ini.

#### B. Pengujian Pin GPIO Raspbery Pi .

Selain berfungsi sebagai *web server* yang berfungsi dalam menyimpan data, *raspbery pi* juga berfungsi dalam mengontrol arus listrik melalui relay module[3]. Dimana relay modul akan dikontrol on – off nya dari pin GPIO pada raspbery pi. Untuk mengetahui apakah pin GPIO raspbery pi yang kita gunakan menghasilkan output tegangan sesuai kebutuhan sistem yang dibuat maka diperlukan pengukuran pada pin pin GPIO tersebut.



Gambar 4. Rangkaian kendali Relay (driver relay AC/DC).

**Tabel 2.** Data pengukuran tegangan output pada pin GPIO

Pin Raspbery Pi	Kondisi tanpa Pembebanan	Kondisi terhubung rangkaian	Perbandingan dengan Datasheet
Pin no.1	3,3 VDC	3,3 VDC	100 %
Pin no.2	5 VDC	5 VDC	100 %
Pin no.4	5 VDC	5 VDC	100 %
Pin no.6	0 VDC	0 VDC	100 %
Pin no.9	0 VDC	0 VDC	100 %
Pin no.11	0 VDC	5 VDC	100 %
Pin no.13	0 VDC	5 VDC	100 %
Pin no.17	3,3 VDC	3,3 VDC	100 %

Pada sistem yang dibuat ini relay module yang digunakan akan bekerja pada tegangan 5 VDC sebagai tegangan input pengontrol kontak NC dan NO pada relay dan kontak penghubung NC dan NO bekerja dengan tegangan 220 VAC. Apabila supplay tegangan dan arus pada relay dari pin GPIO kurang maka relay tidak akan bekerja.

#### C. Pengujian Kontak NC dan NO pada kontaktor 3 fasa.

Pengukuran tegangan dilakukan untuk melihat apakah kontak – kontak pada kontaktor berfungsi baik ketika koil kontaktor dialiri tegangan oleh relay module.

**Tabel 3.** Data pengukuran tegangan pada kontaktor

Kontak NO	Tegangan saat relay on	Kondisi normal sesuai data sheet	Presentase (%)
R dengan S	380 VAC	380 VAC	100
R dengan T	380 VAC	380 VAC	100
S dengan T	378 VAC	380 VAC	99,47
R dengan G	219 VAC	220 VAC	99,54
S dengan G	220 VAC	220 VAC	100
T dengan G	220 VAC	220 VAC	100

Hasil pengukuran pada tabel 3 menunjukkan pada saat relay module on maka suplay tegangan 220 volt AC akan membuat coil bekerja dan menarik kontak – kontak NO pada kontaktor 3 fasa menjadi on atau menutup/menyambung dan

membuat kontaktor mengalirkan arus dari sumber tegangan AC 3 fasa ke rangkaian listrik yang tersambung pada kontaktor. Sehingga sistem bekerja sesuai kontrol yg diinginkan oleh sistem yang dibuat. Meskipun sedikit terjadi penurunan tegangan pada kontak kontak yg terhubung tetapi hal itu tidak signifikan dan masih bisa membuat sistem berjalan normal dan rangkaian listrik yang terhubung berjalan dengan normal.

#### D. Pengujian respon relay terhadap perintah database server

Relay pada sistem ini digunakan untuk mengontrol perangkat listrik yang langsung di hubungkan melalui kabel jumper ke komputer mini Raspbery Pi dengan Tegangan 5V.

**Tabel 4.** Spesifikasi teknis dari module relay.

AC	Tegangan	Arus	Daya
	125 V	10 A	1250 W
	250 V	10 A	2500 W

**Tabel 5.** Spesifikasi teknis dari module relay

DC	Tegangan	Arus	Daya
	28 V	10 A	128 W
	30 V	10 A	300 W

**Tabel 6.** Tabel Hasil Response module relay terhadap Server

Nama Alat	Waktu Pengujian		
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
Lampu 1	1,94 detik	1,90 detik	1,98 detik
Lampu 2	1,94 detik	1,90 detik	1,98 detik
Lampu 3	1,94 detik	1,90 detik	1,98 detik

Hasil dari pengujian respon rangkaian relay pada tabel 6 fungsi relay dapat berjalan dengan baik. Respon waktu, untuk menyalakan lampu antara percobaan 1, percobaan 2 dan percobaan 3 tidaklah sama hasilnya dikarenakan sistem harus membaca mode *PIN GPIO library Wiring Pi* terlebih dahulu baru melakukan eksekusi. Waktu pembacaan ini bergantung dari kinerja *raspberry pi* sebagai *web server* yang dipengaruhi oleh jaringan internet dan daya listrik yang masuk. Bahwa faktor utama yang mempengaruhi kinerja sistem adalah jaringan intenet, jika jaringan internet lambat maka proses yang di lakukan *server* untuk mengirimkan data menjadi lambat.

#### E. Pengujian Software.

Software ini akan digunakan untuk menerima dan menyimpan data kedalam database pada raspbery pi yang



berfungsi sebagai web server. Software akan mengontrol perangkat elektronik yang terhubung dengan raspberry pi.

Beberapa bahasa pemrograman yang digunakan dalam membuat sistem ini, dan mempunyai fungsinya masing-masing. Dalam pembuatan interface dan aplikasi website untuk pengguna dan pengelola gedung menggunakan software PHP MyAdmin, dimana web tersebut terhubung dengan database yang dibuat menggunakan aplikasi Xampp dan MySQL. Python untuk pengontrolan GPIO pada raspberry pi yang akan mengontrol jalannya relay module. Output tegangan yang keluar dari pin raspberry pi yang terhubung dengan relay akan dikontrol melalui perintah atau syntax bahasa pemrograman Python yang ada pada raspberry pi.[4].



Gambar 6. Interface / tampilan awal web ketika dibuka sebelum pemesanan.

"Kepuasan anda adalah kepuasan bagi kami.Saran dan Masukan anda akan membangun kami menjadi lebih baik"

Klik [login](#) jika sudah pernah mendaftar

Nama Lengkapmu...

NoHP contoh: +628xxxxxxx

Alamat Email kamu...

Password

Masukkan Password Kembali

DAFTAR

Gambar 7. Form registrasi sebelum melakukan pemesanan.

**BOOKING**

Masukkan data yang dibutuhkan untuk melakukan pemesanan gedung.

Nama Member  
Rafa

Tipe Member  
mahasiswa

Email  
zhafranbrother@gmail.com

Tanggal Acara  
Tanggal

Waktu  
Pagi (08:00 sampai 12:00)

Nama Acara  
Nama Acara

AC Standing  
Jumlah AC Standing

Sound (Free)  
 Parkir (Free)

Down Payment  
0

Harga  
0

Sisa  
0

BOOKING

Gambar 8. Form pemesanan setelah pendaftaran / login disetujui.

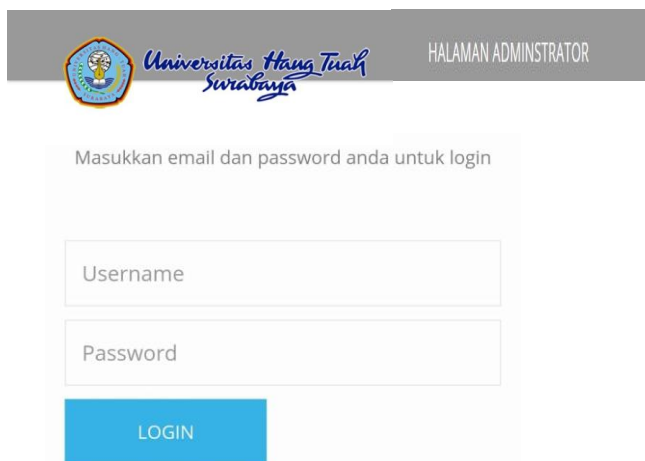
Dari gambar 6, gambar 7 dan gambar 8 adalah proses pemesanan gedung oleh member / user baru melalui website yang datanya nanti akan disimpan dan dilakukan pengecekan pada database yang ada pada web server, jika belum ada data

pada tanggal dan waktu yang dipesan maka otomatis web server akan mengirim data tersebut untuk disimpan dalam database yang ada pada raspberry pi.



Gambar 9. Tampilan data pemesanan yang menunggu persetujuan.

Pada gambar 9 adalah proses data pemesanan setelah dilakukan pengecekan dan berhasil disimpan dalam database yang ada pada web server raspberry pi.



Gambar 10. Tampilan Form login untuk admin.

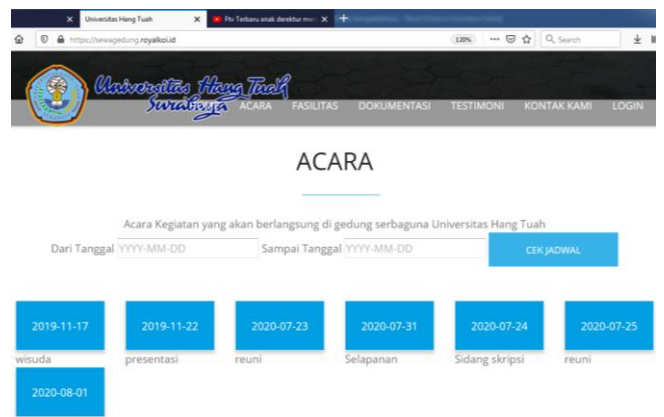
Pada tampilan gambar 10 sebelum melakukan persetujuan pemesanan, admin login (masuk) terlebih dahulu, baru kemudian melakukan pengecekan pada database pemesanan yang masuk.



Gambar 11. Tampilan data pemesanan yang sudah setuju admin



Gambar 12. Data pemesanan yang menunggu persetujuan admin.



Gambar 13. Data pemesanan yang sudah disetujui akan tampil di web

Pada gambar 9, gambar 11, gambar 12 dan gambar 13 menunjukkan bahwa database sudah menyimpan data yang telah dikirimkan oleh web server. Hal ini menggambarkan bahwa program yg dibuat dengan PHP MyAdmin dan database yg dibuat dengan SQL Server telah aktif. Dan komunikasi antara web server dan database telah berjalan baik. Selanjutnya database tinggal meneruskan perintah

switching relay sesuai database pemakaian gedung yang sudah tersimpan melalui pin GPIO pada raspberry pi.

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa penelitian ini menghasilkan aplikasi sistem informasi manajemen gedung serbaguna di Universitas Hang Tuah berbasis web. Yang terpenting dari system ini adalah efisiensi waktu dan biaya serta manajemen pengelolaan gedung yang diperoleh dengan memadukan sistem aplikasi dan kontrol rangkaian elektronika dalam penggunaan pemakaian listrik.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ahmad P, "Sistem Informasi Reservasi Gedung Serbaguna dikota Palembang Berbasis Android," *Jurnal Intelektualita, Keislaman, Sosial dan Sains*, vol. 7, no. 1, pp. 1-2, 2018.
- [2] D. Maria S, M. Barja S, and S. Komala S, "Aplikasi Reservasi Gedung Serbaguna Perusahaan Umum Bulog (GSG PERUM BULOG) berbasis Web," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 2, no. 2, pp. 611, 2016.
- [3] D. Prihatmoko, "Pemanfaatan Raspberry Pi Sebagai Server Web Untuk Penjadwalan Kontrol Lampu Jarak Jauh," *Jurnal INFOTEL*, vol. 9, no. 1, pp. 1–2, 2017.
- [4] Andrianto, A. Susanto., "Aplikasi Pengontrol Jarak Jauh Pada Lampu Rumah Berbasis Android," *Prosiding SNATIF ke 2*, 2015.

## RANCANG BANGUN ALAT BANTU BAGI PENYANDANG TUNANETRA

**Firman Hardi Gunawan<sup>1</sup> Arief Budi Laksono<sup>2</sup> Affan Bachri<sup>3</sup>**

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan

Jl. Veteran No.53 A, Lamongan

Telp (0322)324706, Faks.(0322)324706

<sup>1</sup>[firmanhardigunawan@gmail.com](mailto:firmanhardigunawan@gmail.com) , <sup>2</sup>[ariefbudila@gmail.com](mailto:ariefbudila@gmail.com) , <sup>3</sup>[avanbe@gmail.com](mailto:avanbe@gmail.com)

**ABSTRACT** : Eyes is one of visual sensors that is very important for humans. We get all of the information from sense of sight (eyes). We understand well as humans being who loses their vision will have difficulty to do their daily activity. The information obtained by blind people is always different from humans who have a normal vision.

The research aim is to design a tool to help blind people. This tool is a wrist watch which was designed by using three ultrasonic sensors. The function of it is to detect the obstacle assisted by two servo motors. Servo motor itself as a guidance way to detect that there is no obstacles with sound and vibration output. It can detect the presence of obstacles in front of, right, and left of the objects with a radius of approximately 100 cm.

Based on the explanation above, how important to get information through the sense of sight for our daily activities is. So, this tool is designed to help blind people to perform their daily activities.

**Keywords:** Visually impaired, Arduino Nano, HC-SR04 Ultrasonic Sensor, SG90 Servo Motor, Buzzer, Vibrating Motor

**ABSTRAK** : Indra penglihatan (mata) merupakan salah sensor penglihatan yang sangat berarti bagi manusia. Seluruh informasi yang kita peroleh berasal dari indra penglihatan (mata). Dapat kita pahami sebagaimana manusia yang kehilangan fungsi dari penglihatannya, tentu aktifitas sehari-hari akan sulit. Informasi yang didapatkan pun berbeda-beda dengan kondisi manusia penglihatan normal.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat bantu bagi penyandang tunanetra. Alat ini berupa gelang jam tangan yang dirancang dengan menggunakan tiga buah sensor ultrasonik sebagai pendeteksi halangan dengan dibantu dua buah motor servo sebagai penunjuk arah yang terdeteksi tidak adanya halangan, dengan output keluaran suara dan getaran. Alat ini dapat mendeteksi adanya objek rintangan didepan, dikanan, dan dikiri. Dengan radius kurang lebih sejauh 100 cm.

Berdasarkan uraian diatas betapa pentingnya memperoleh informasi melalui indra penglihatan adalah suatu hal yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Maka, dibuatlah sebuah media alat untuk dapat membantu penyandang tunanetra dalam melakukan kesehariannya.

**Kata kunci** : Tunanetra, Arduino Nano, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Motor Servo SG90, Buzzer, Motor Getar.

### I. PENDAHULUAN

Indra penglihatan (mata) merupakan salah sensor penglihatan yang sangat berarti bagi manusia. Seluruh informasi yang kita peroleh berasal dari indra penglihatan (mata). Dapat kita pahami sebagaimana manusia yang kehilangan fungsi dari penglihatannya, tentu aktifitas sehari-hari akan sulit. Informasi yang didapatkan pun berbeda-beda dengan kondisi manusia penglihatan normal. Kita sering melihat penyandang tunanetra yang kesulitan saat berjalan, banyak juga kecelakaan yang terjadi pada para penyandang tunanetra ini akibat kehilangan fungsi penglihatannya.

Kebutaan ini merupakan masalah yang serius di Indonesia. Menurut estimasi Kementerian Kesehatan RI, jumlah tunanetra di Indonesia mencapai 1,5% dari seluruh penduduk yang ada di Indonesia. Jika saat ini penduduk di Indonesia mencapai jumlah 250 juta, maka, saat ini yang menyandang disabilitas tunanetra mencapai 3,750,000, baik yang buta total maupun lemah penglihatan. Ini bukanlah jumlah yang sedikit. Menurut sensus penduduk pada tahun 2010, jumlah penduduk masih sekolah yang menyandang tunanetra mencapai 40% dari 3,750,000 jiwa pada usia 6 – 18 tahun. Menurut Direktorat Jendral Pendidikan Dasar Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan pada September 2016, Jumlah jumlah anak penyandang disabilitas usia sekolah yang baru saja bersekolah sudah mencapai 12%, ini tentu bukanlah sedikit. Di bidang tenaga kerja, Pertuni juga diperkirakan ada 80% dari tunanetra usia dewasa yang bekerja sebagai tukang pijat tradisional dengan rata-rata masih terbilang rendah. (Pertuni. Jakarta, 5 Maret.)

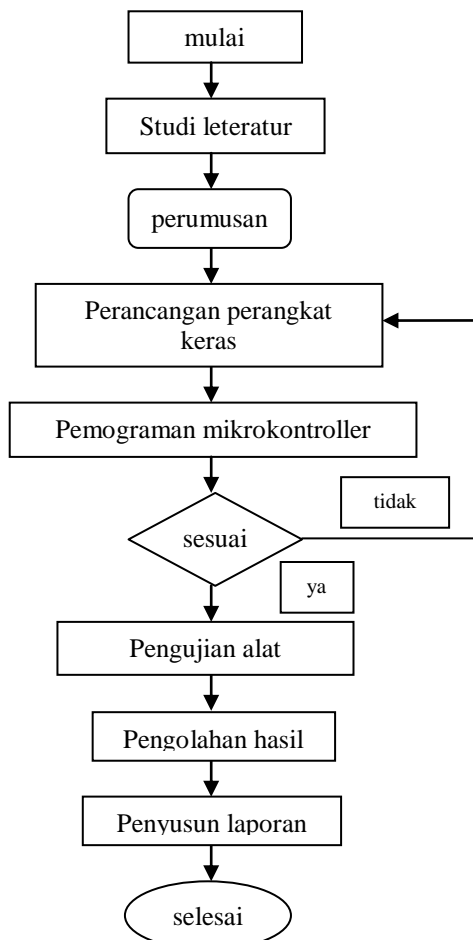
Majunya teknologi saat ini sangatlah berkembang begitu cepat dan begitu canggih membuat pekerjaan manusia sangat lebih mudah melakukannya. Salah satu perkembangannya yaitu teknologi mikrokontroler. Penggunaan mikrokontroler ini semakin meluas, tidak hanya untuk perangkat elektronik saja. Teknologi yang berkembang ini banyak digunakan sebagai sistem otomatis, yang memudahkan pekerjaan manusia seperti pekerjaan pada bidang industri. Salah satu perkembangan dalam teknologi yang dapat bekerja secara otomatis adalah sensor. Sensor adalah suatu perangkat yang bisa merubah besaran fisik seperti suhu, berat, pergerakan, jarak, dan lain sebagainya menjadi besaran

listrik. Besaran listrik ini kemudian diolah dan digunakan sesuai yang kita inginkan. Salah satunya sensor yang bekerja secara otomatis yaitu sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ultrasonik HC-SR04 ini berfungsi sebagai pendeteksi jarak, prinsip kerjanya memancarkan gelombang ultrasonik lalu ditangkap kembali apabila mengenai suatu objek didepannya.

Oleh karena itu untuk mengatasi masalah diatas peneliti mencoba mengadakan pengujian dengan merancang alat bantu penyandang tuna netra yang menggunakan sensor ulrasoik HC-SR04 dibantu dengan *buzzer* sebagai alat bantu suara dan *vibrator* sebagai getaran. Sensor ultrasonik nantinya dimodifikasi dengan motor servo sebagai alat bantu penanda peraba di tangan agar bisa membedakan mana kiri dan kanan.

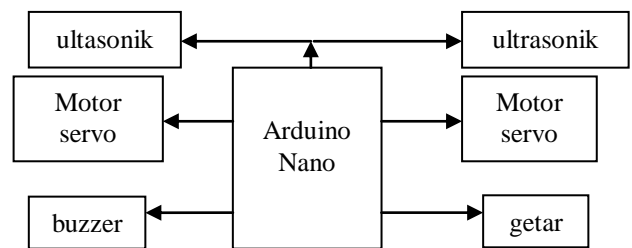
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah alat bantu penyandang tuna netra dengan output suara dan getar.

**II. METODE PENELITIAN**



Gambar 1. Flowchart Metodologi Pengerjaan

Pada Gambar 1. Menjelaskan tentang urutan proses dalam mengerjakan proyek akhir ini. Menentukan spesifikasi alat yang digunakan dalam proses pembuatan. Serta melakukan simulasi perancangan sistem dalam proyek akhir ini. Proyek akhir ini terlebih dahulu harus melakukan uji coba *hardware* terlebih dahulu agar bisa mendapatkan data. Setelah melakukan uji coba *hardware* selanjutnya mengerjakan software yang digunakan dalam proyek tugas akhir. Apabila telah mendapatkan hasil yang diinginkan maka langkah selanjutnya bisa melakukan analisa dan menyimpulkan dari proyek akhir tersebut.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 2. Blok diagram diatas menunjukkan pada rancangan alat bantu bagi penyandang tunanetra. Menggunakan tiga buah sensor ultrasonik yang befungsi untuk membaca jarak halangan yang didepan. Mikrokontroler Arduino Nano sebagai pengendali semua rancangan. Dua motor servo bergerak sebagai pembantu penunjuk arah kanan dan kiri. Dan output keluaran menggunakan satu buah buzzer dan satu buah motor getar.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. HASIL**

Dalam bab ini dibahas tentang pengujian perencanaan *system* yang telah dibuat serta pembahasa dari pengujian masing-masing komponen. Pengujian disimulasikan disuatu sistem dengan tujuan untuk mengetahui kendala dari masing-masing komponen dan sistem apakah sudah sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Pengujian ini dimulai secara terpisah tiap alat dan kemudian dilakukan kedalam sistem secara keseluruhan.



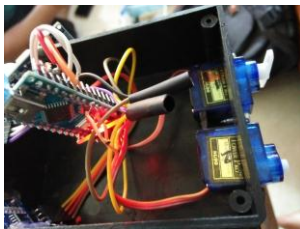
Gambar 3. Hasil Pembuatan Alat

### 1 pengujian Arduino Nano

Pengujian *Mikrokontroller* dilakukan untuk mengetahui apakah *mikrokontroller* dapat menerima perintah sesuai dengan *coding* yang telah di buat pada Arduino dan mendapatkan hasil yang sama pada perintah tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan masukan sebesar 5V pada *mikrikontroller*. Kemudian menggabungkan motor servo SG-90 pada pin 5Volt dan Gnd sebagai vcc dan pin 9 sebagai data dari perintah *mikrokontroller* kemudian memasukan *coding* yang telah dibuat pada *mikrokontroller*. Bias dilihat pada table 1. Dan gambar 4. Dibawah ini.

Tabel 1. Data pin pada Servo SG-90

No pin	Warna kabel	keterangan
1	Cokelat	Dihubungkan pada Pin Gnd
2	Merah	Dihubungkan pada vcc 5V
3	Orange	Dihubungkan pada PWM sinyal Output



Gambar 4. Pengujian Mikrokontroller pada Servo SG-90

Dari table 1. datasheet pin output diatas menunjukkan bahwa Motor Servo dapat bekerja jika diberi masukan berupa tegangan 5V dan Gnd kemudian Pin data PWM juga dihubungkan pada salah satu pin Oytput sinyal PWM. Jadi mikrokontroller dapat bekerja dengan baik.

### 2 pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 5. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04

Pada gambar 5. Dalam pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 ini adalah dengan cara menghubungkan Sensor Ultrasonik ke Sistem minimum mikrokontroller ATmega328 sesuai dengan kaki – kaki komponen yang digunakan sebagai berikut :

1. Hubungkan kaki vcc pada sensor ultrasonik ke vcc 5v dc pada *mikrokontroler*.
2. Hubungkan kaki trig pada sensor ultrasonik ke kaki pd2 pada *Mikrokontroler* sebagai input.
3. Hubungkan kaki echo pada sensor ultrasonik ke kaki pd3 pada *Mikrokontroler* sebagai output.
4. Hubungkan kaki ground pada sensor ultrasonik ke ground.

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor yang dapat mengukur jarak atau tinggi dari 2 cm sampai 400 cm. Sensor ini menerima masukan tegangan mulai dari 1V sampai 5V. Keluaran sensor ultrasonik ini sebagai masukan bagi *mikrokontroler* berupa data analog yang akan diproses menjadi nilai jarak atau tinggi sebenarnya oleh *mikrokontroler* Dilakukan perbandingan dalam pengukuran rangkaian sensor ultrasonik dengan mistar.

Berikut tabel pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04.

Tabel 2. pengukuran sensor ultrasonik dengan mistar

No	Pengukuran Oleh Mistar (cm)	Pengukuran oleh sensor Ultrasonik (cm)	Error (%)
1	0	0	0%
2	1,3	2	53,80%
3	2,3	2,5	8,7%
4	4,3	4,5	4,50%
5	6,3	6,5	3,16%
6	8,3	8,5	2,42%
7	10,3	10,5	1,94%
8	12,3	12,5	1,62%
9	14,3	14,5	1,4%
10	16,3	16,5	1,22%
11	18,3	18,5	1,1%
12	20,3	20,5	0,99%
13	22,3	22,5	0,90%
14	24,3	24,5	0,82%
15	26,3	26,5	0,76%
16	28,3	28,5	0,70%
17	30	30	0%

Pada table 2. Dari hasil pengujian didapat bahwa jarak hasil pengujian pada alat tidak sama dengan jarak hasil perhitungan dengan persentase kesalahan antara 0% hingga 53,86%. Berdasarkan karakteristik sensor ultrasonik HC-SR04 dapat menghitung dengan rentang jarak 2 – 400 cm, sedangkan dari data hasil pengukuran didapat bahwa untuk jarak 1,3cm menghasilkan persentase kesalahan yang cukup besar 57 dan selebihnya hanya terjadi persentase kesalahan yang kecil, ini menandakan bahwa sensor ultrasonik bekerja dengan baik. Artinya sensor hanya dapat bekerja dengan jarak minimal 2 cm dan maksimal 400 cm. Secara umum, semakin jauh jarak yang diukur, semakin kecil kesalahan. Perbedaan jarak hasil pengujian dengan jarak

sesungguhnya dapat disebabkan oleh adanya noise. Sensor ultrasonik dapat membaca jarak dengan kelipatan 0,5 cm.

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik, terkadang pantulan gelombang ultrasonik menjadi tidak tepat dan menyebabkan hasil pengukuran tidak akurat. Selain itu kesalahan pengukuran juga dapat terjadi karena pembulatan perhitungan pada saat pembuatan program. Sensor ultrasonik ini akan mendeteksi jarak suatu objek yang berada didepannya dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang itu dipantulkan oleh objek tersebut maka gelombang ultrasonik ini akan diterima oleh unit sensor penerima. Sensor ultrasonic hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler. Selanjutnya pulsa ini akan dikirimkan sensor ultrasonik ke mikrokontroler melalui pin echo dan akan diproses oleh mikrokontroler untuk ditampilkan melalui komputer. Sensor ultrasonik ini tidak dapat mengukur objek yang permukaannya dapat menyerap suara, seperti busa. Pengukuran jarak juga akan kacau jika permukaan objek bergerak dengan sudut tajam. Adapun tegangan yang digunakan sebagai referensi untuk menentukan tegangan output berupa 0 adalah 0 Volt dan 1 adalah tegangan 5 volt. Tegangan tersebut merupakan tegangan standar dari sensor ultrasonik.

### 3 pengujian Motor Servo



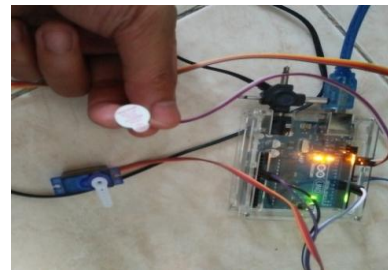
**Gambar 6. Pengujian Motor Servo**

Pengujian motor servo dibagi menjadi dua yaitu saat kondisi low berarti motor servo dalam keadaan mati, sedangkan dalam kondisi high motor servo bergerak. Tegangan di ukur pada jalur yang menghubungkan antara output ke tegangan 6v. Dengan table pengujian dibawah rata-rata kondisi *low* sebesar 0v, sedangkan rata-rata *high* 6,05v. pengujian juga dilakukan untuk mengetahui kepekaan pada sensor yang terdapat halangan maka, motor servo bergerak untuk menentukan arah untuk melangkah.

**Tabel 3. Pengujian Motor Servo**

No	Kondisi Motor	Tegangan (V)	
1	0	0	
	1	6,03	
2	0	0	
	1	6,04	
3	0	0	
	1	6,05	
4	0	0	
	1	6,05	
Rata-rata kondisi		0	
Rata-rata kondisi		1	6,05

### 4 pengujian Buzzer



**Gambar 7. Pengujian Buzzer**

Pada Gambar 7. Pengujian *Buzzer* dilakukan dengan cara memberi arus pada *buzzer* agar *buzzer* berbunyi dan dalam keadaan tidak dialiri arus atau *buzzer* dalam keadaan tidak berbunyi. Pengukuran dilakukan menggunakan Multimeter analog. Berikut tabel pengukuran tegangan pada *buzzer* saat sedang berbunyi dan pada saat *buzzer* tidak berbunyi.

**Tabel 4. Pengujian Buzzer**

Masukan yang diberikan	Tegangan yang diukur
0	0
1	4,2 V
1	4,2 V
1	4,2 V

Keterangan : 0 = *Low* (0 Volt)

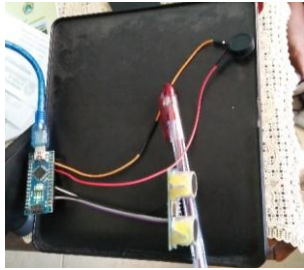
1 = *High* (5 Volt)

Pada pengujian yang dilakukan untuk mengukur tegangan pada *buzzer* dilakukan dalam dua kondisi. Pertama dalam kondisi *buzzer* tidak berbunyi dan 58 dalam keadaan *buzzer* berbunyi. *Buzzer* diberi tegangan 5V agar dapat berfungsi. Dalam keadaan tidak berbunyi tegangan pada *buzzer* adalah

0V dan dalam keadaan *buzzer* berbunyi terbaca tegangan pada *buzzer* adalah 4,2V.

**5 pengujian Motor Getar**

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah motor yang di jadikan sebagai indikator kedua jika adanya halangan pada alat bantu mobilitas penderita tunanetra bekerja sesuai dengan yang telah diprogramkan. Sistem pendukung tambahan pada pengujian ini adalah motor getar dan mikrokontroler Arduino Nano. Bisa dilihat pada gambar 8.



**Gambar 8. Pengujian Motor Getar**

Pada Gambar 8. Pengujian motor getar diatas dapat berfungsi sebagaimana yang telah diprogramkan. Dimana ketika sensor Ultrasonik HC-SR04 mendeteksi halangan, motor akan bergetar sebagai indikator kedua selain indikator halangan sebagai bentuk informasi suara yang diperoleh dari *buzzer*. Dari pengujian diatas bisa dilihat dari tabel 5. dibawah ini.

**Tabel 5. Pengujian Motor Getar**

Pengujian ke -	Jarak halangan terdeteksi	Keadaan motor (bergetar/tidak bergetar)	Durasi (detik)
1	10cm	Bergetar	0,85
2	20cm	Bergetar	0,85
3	30cm	Bergetar	0,85
4	40cm	Bergetar	0,85
5	50cm	Bergetar	0,85
6	60cm	Bergetar	0,85
7	70cm	Bergetar	0,85
8	80cm	Bergetar	0,85
9	90cm	Bergetar	0,85
10	100cm	Bergetar	0,85
11	110cm	Tidak Bergetar	0

Motor getar bekerja ketika adanya halangan 10 cm sampai 100 cm, dan jika halangan lebih dari 100 cm tidak ada indikator perintah apapun. Motor getar sebagai indikator getaran agar yang memakai lebih berasa jika ada perintah suatu halangan.

**B. PEMBAHASAN**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem alat yang ada secara keseluruhan dimana alat yang dibuat dapat memberikan keluaran berupa suara dan getar yang berisi informasi jarak halangan yang dapat didengar dan dirasakan dengan jelas sesuai dengan yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik HC-SR04. Pengujian dilakukan dengan menempatkan halangan sesuai dengan yang diprogramkan yang akan terdeteksi oleh sensor ultrasonik HC-SR04 dan mengamati gerakan motor servo serta kinerja keluaran suara dan getar. Dalam pergerakannya sensor akan terus membaca jarak dan halangan dari ultrasonik mengirim sinyal ke motor servo dan masuk output ke *buzzer* dan motor getar. Apabila terjadi pada halangan kurang dari 100 cm maka akan ada tanda-tanda dari perintah yang telah diprogram. Namun apabila terjadi pada lebih dari 100 cm maka motor servo dan keluaran outputnya akan dalam keadaan mati.

Alat sudah sesuai dengan desain awal dan dari hasil percobaan data disimpulkan bahwa alat ini dapat membantu pengguna untuk menghindari halangan yang ada didepan dan dapat juga digunakan untuk menemukan benda yang terdapat pada meja atau lantai. Alat ini memiliki nilai efisien karena dibuat dengan menggunakan bahan yang cukup ekonomis dan memiliki nilai efisien terbukti dengan memakai alat ini, tangan pengguna juga masih dapat digunakan untuk melakukan hal-hal lain seperti makan dan minum tanpa harus melepaskan alat terlebih dahulu. Akan tetapi, masih memiliki kekurangan. Alat bantu penyandang tunanetra ini hanya bisa membaca jarak maksimal 100 cm (1 m).

**IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasannya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra ini dapat mendeteksi adanya objek rintangan di depan, dikanan, dan dikiri ini menggunakan tiga buah sensor ultrasonik sebagai pendeteksi halangan dengan dibantu dua buah motor servo sebagai penunjuk arah yang terdeteksi tidak adanya halangan, dengan output keluaran suara dan getaran.
2. Alat bantu jalan bagi penyandang tunanetra ini dapat mendeteksi adanya objek rintangan didepan, dikanan, dan dikiri. Dengan radius kurang lebih sejauh 100 cm. Dan tingkat keberhasilan yang baik.

**V. DAFTAR PUSTAKA**

[1] Aktanto. (2015). "Multi *UltrasonicElectronic Travel AIDS (MU-ETA)* sebagai Alat Bantu Penunjuk Jalan Bagi Tuna Netra".*Jurnal BIOSAINS PASCASARJANA*. 18, 1-13.



- [2] Andreas, & Wendanto, W. (2017). "Tingkat Bantu Tunanetra Pendeteksi Halangan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Arduino". *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, 22
- [3] Aqli, K. C. Nurussa'adah, N. & Abidin, Z. (2014). "Perancangan Alat Bantu Mobilitas Bersuara dalam Ruang Bagi Tunanetra Berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*)". *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 1
- [4] Heryanto, M. A. & Suprijono, H. (2011). "Aplikasi Gelombang Ultrasound pada Tingkat Putih untuk Peringatan Dini Bagi Penyandang Tuna Netra". *JURNAL DIAN*, 11
- [5] Perwira, R. W. (2018). "Deteksi Jalan Berlubang Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Android".
- [6] Setiawan, C. (2017). *Prototype Alat Bantu Tuna Netra Berupa Tongkat Menggunakan Arduino dan Sensor Ultrasonik. J-INTECH*, 5, 82-90.
- [7] BPDANP Kesehatan. (2013). Riset Kesehatan Dasar. *www.depkes.go.id* [10 APRIL 2020].

# PROTOTIPE MONITORING KADAR KEASAMAN AIR, SUHU AIR DAN PEMBERIAN PAKAN OTOMATIS PADA TAMBAK IKAN MUJAIR BERBASIS MIKROKONTROLLER

Mohammad Fajrul Karim<sup>1</sup>, Zainal Abidin<sup>2</sup>, Ulul Ilmi<sup>3</sup>.

Teknik Elektro Universitas Islam Lamongan.

Email: [fajarmaz4@gmail.com](mailto:fajarmaz4@gmail.com)<sup>1</sup>, [zainalabidin@unisla.ac.id](mailto:zainalabidin@unisla.ac.id)<sup>2</sup>, [ululilmi78@yahoo.co.id](mailto:ululilmi78@yahoo.co.id)<sup>3</sup>.

**Abstract** - Tilapia fish is freshwater fish that its natural propagation contained in African and Indonesian waters. The size of this fish is medium, the maximum total length about 30 until 40 centimeters. The ability of this fish is its can survive in the temperature range of 14-38°C with the optimum temperature for growth which is 25-30°C. The content of pH that good for growth is in range of 6-8 and its will experience disturbances or death in

Based on these problems, this study conducted various test to create a design that can be utilized. It will empower the farmers to increase yields. The methods of this study are electric and systematic. the steps taken are the stage of literature study, designing, manufacturing hardware, integrating system of software, testing, and analyzing the system.

This study uses NodeMCU as microcontroller and sending the data to the internet. pH sensor is to know the water condition. Temperature sensor is to know water temperature, RTC is to input the feeding time and servo motor to open and close the feed. The working principle of tool is to monitor the pH and water temperature if it is high or lace. The tool will give the notifications to mobile phones by using thing-speak application. Feeding the fish will automatically by using RTC module and servo motor.

**Keywords:** *pH sensor, temperature sensor, water condition and feeding time.*

**Abstrak** - Ikan mujair adalah ikan air tawar penyebaran alamnya ikan ini terdapat pada prairan afrika dan indonesia. Ikan ini berukuran sedang panjang total maksimum bisa mencapai 30 sampai 40 cm. Ikan mujair mempunyai kemampuan bertahan hidup pada kisaran suhu 14-38°C dengan suhu *optimum* bagi pertumbuhannya yaitu 25-30°C. Kandungan pH pada kisaran 6-8 yang baik untuk pertumbuhan dan pada pH berkisar 5 - 9 ikan akan mengalami gangguan atau kematian.

Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini melakukan berbagai pengujian untuk menciptakan rancang bangun agar bisa dimanfaatkan sebagai mempermuda para petani untuk meningkatkan hasil panen. Metode yang digunakan meliputi perancangan elektrik dan sistematis. Tahapan yang dilakukan meliputi tahapan studi pustaka, perancangan, pembuatan hardware dan *software* mengintegrasikan sistem dan pengujian serta analisa sistem.

Pada penelitian kali ini menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroller dan pengirim data ke internet. Sensor pH untuk mengetahui kondisi air. Sensor suhu sebagai mengetahui

suhu air, RTC digunakan untuk inputan waktu pemberian waktu pakan dan motor servo untuk membuka dan menutup tempat pakan. Prinsip kerja dari alat tersebut sebagai *memonitoring* pH dan suhu air jika pH dan suhu air tinggi atau renda alat akan memberi notifikasi ke handphone menggunakan aplikasi *thingspeak*. Pemberian pakan akan secara otomatis dengan modul RTC dan motor servo.

**Kata Kunci :** *Sensor pH, sensor suhu, kondisi air dan waktu pemberian pakan.*

## I. PENDAHULUAN

Ikan mujair adalah ikan air tawar yang bisa dikonsumsi sehari-hari, penyebaran alamnya ikan ini terdapat pada prairan afrika dan indonesia. Ikan ini berukuran sedang panjang total maksimum bisa mencapai 30 sampai 40 cm, bentuk badannya pipi berwarna hitam, keabu-abuan, keoklatan atau kuning. Ikan ini sebagai pendamping makanan nasi. karena banyaknya orang yang suka terhadap ikan ini sebab rasanya dan protein yang dikandung pada ikan mujair. Ikan mujair termasuk jenis ikan pemakan segalanya (*omnivora*). Ikan mujair mempunyai kemampuan bertahan hidup pada kisaran suhu 14-38 °C dengan suhu *optimum* bagi pertumbuhan dan pekungannya yaitu 25-30 °C. Pada suhu 14 °C atau pada suhu tinggi 38 °C pertumbuhan ikan mujair akan terganggu. Pada suhu 6 °C suhu terlalu dingin atau pada 42 °C suhu akan terlalu panas, ikan mujair dapat mengalami kematian. Kandungan oksigen yang baik untuk pertumbuhan ikan mujair minimal 4mg/L, kandungan karbondioksida kurang dari 5mg/L dengan derajat keasaman (pH) berkisar 5 - 9<sup>[7]</sup>.

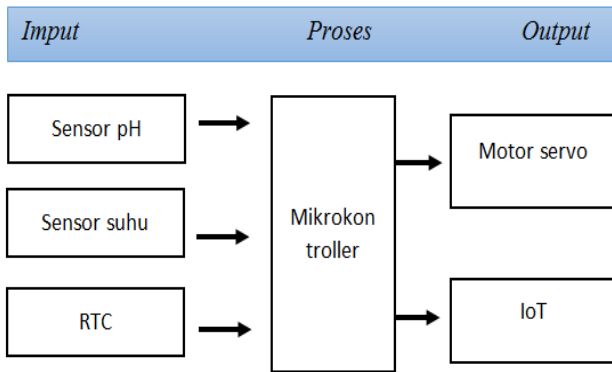
Maka berdasarkan uraian tersebut dibutuhkan adanya peningkatan kualitas budidaya ikan mujair terutama memonitoring kadar keasaman, suhu air dan pemberian pola pakan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil panen. Dalam rangka untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan konsumsi sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk di Indonesia.

*Monitoring* keasaman dan suhu air serta pemberian pakan otomatis pada tambak ikan mujair ini menggunakan sensor pH dan sensor suhu air untuk tolak ukur awal masukan data. Mikrokontroller digunakan untuk membaca data sensor yang diolah melalui proses arduino yang dikirim ke internet dan

diterima oleh *smartphone*, pemberian pakan secara otomatis mengikuti jadwal jam yang ditetapkan menggunakan RTC dan pakan digerakan motor servo dengan sistem buka tutup pada tong pakan ikan dengan waktu yang ditentukan.

**II. METODELOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah perancangan elektrik, sistematis, agar diperoleh data dan informasi yang akurat. Dalam perancangan ini dimulai dari pengumpulan data, pembuatan perancangan, pembuatan alat, pengujian, dan menyimpulkan hasil dari sistem. Berikut adalah diagram blok rangkaian alat *monitoring* kadar keasaman air, suhu air dan pemberian pakan otomatis berbasis mikrokontroller.



Gambar 1. Diagram Rangkaian Prangkat Keras

Data diterima oleh sensor pH kemudian akan dikirimkan sinyal ke mikrokontroller untuk dikirim ke internet. Jika sensor mendeteksi kadar keasaman pada lahan tambak mujair akan mengirim inputan ke mikrokontroller dan mikrokontroller membaca suhu keadaan air dan akan dikirim melalui modul internet begitu pula dengan sensor suhu yang memberikan inputan ke mikrokontroller dan data dikirim ke internet.

Pemberian pakan otomatis melalui RTC sebagai inputan waktu yang ditentukan yang masuk ke mikrokontroller dan mikrokontroller membaca memerintahkan motor servo untuk membuka dan menutup tempat pakan ikan.

**A. Tahap Studi Pustaka.**

Studi pustaka ini diambil dari beberapa seperti data *Sheet* dan jurnal-jurnal sebagai referensi yang digunakan sebagai sumber dasar dalam mengolah data. Studi pustaka pada tugas akhir ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Studi *system* operasi mikrokontroller
- b. Studi *system monitoring* sensor pH dan sensor suhu
- c. Studi *system* pemberian pakan ikan otomatis

**B. Tahap perancangan dan pembuatan perangkat keras.**

Perencanaan alat ini disesuaikan dengan fungsi dari beberapa komponen yang akan digunakan sehingga siap untuk direalisasikan.

**C. Tahap perancangan dan pembuatan perangkat lunak.**

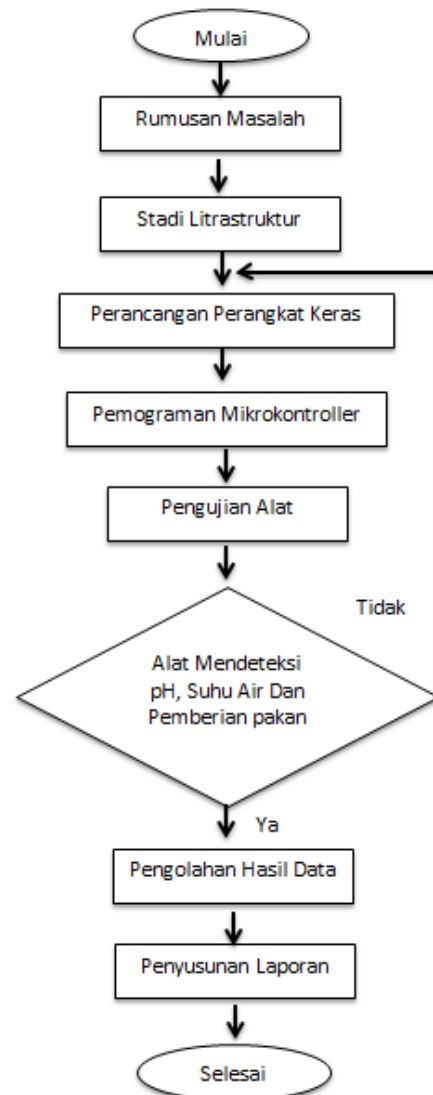
Pengujian perangkat penyusun sistem yang sudah dirancang, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak sebelum diintegrasikan menjadi sistem keseluruhan.

**D. Integrasi sistem**

Mengintegrasikan perangkat penyusun sistem yang sudah dirancang, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak menjadi sistem keseluruhan.

**E. Tahap pengujian dan analisa sistem**

Menguji sistem yang telah terintegrasi secara menyeluruh untuk selanjutnya dilakukan analisa sesuai dengan fungsinya.



Gambar 2. Diagram Alur Analisis Data

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Pengujian

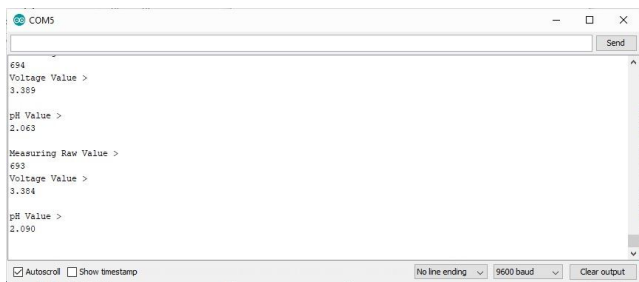
Dalam tahap ini akan dibahas tentang pengujian perencanaan sistem yang telah dibuat serta pembahasan dari pengujian.

##### A. Pengujian Sensor pH

Pada pengujian sensor pH dilakukan untuk mengetahui bahwa kondisi sensor pH bisa mendeteksi kadar keasaman air dengan baik. Pada pengujian ini diberikan masukan tegangan pada sistem keseluruhan, kemudian pada mikrokontroler diprogram untuk menjalankan fungsi sensor pH dapat mengetahui nilai kadar keasaman air.



Gambar 3. Pengujian Sensor pH Dengan Arduino

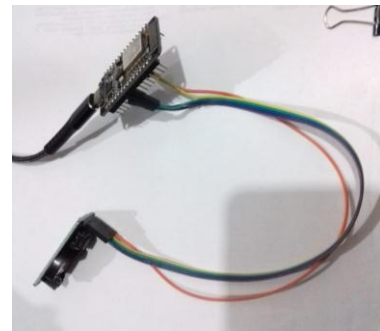


Gambar 4. Hasil Pengujian Sensor pH Dengan Arduino

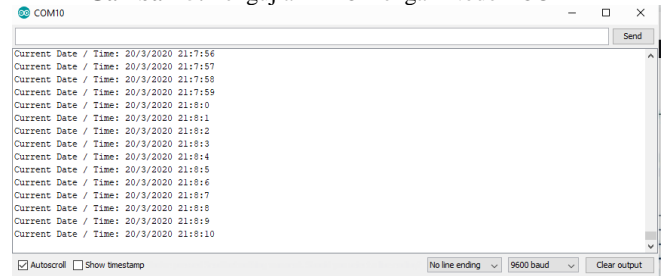
Dari gambar di atas pada serial print menunjukkan angka 3.389 maka sensor pH mendeteksi keasaman air, dan pada saat serial print menunjukkan angka 0 maka sensor pH tidak mendeteksi keasaman air. Dari hasil pengujian sensor pH tersebut menunjukkan sensor dapat mendeteksi kadar keasaman air dengan baik.

##### B. Pengujian RTC

Pada pengujian *Real Time Clock* (RTC) ini dilakukan untuk mengetahui waktu atau jam yang digunakan sebagai inputan pengatur waktu. Untuk mendapat hasil yang baik dalam pengujian RTC dihubungkan ke NodeMCU yang diberi tegangan sebesar 5 volt dan program dimasukkan. Apabila hasil pengujian RTC menunjukkan waktu maka RTC berfungsi, dan apabila RTC tidak menunjukkan waktu maka alat tidak berfungsi.



Gambar 5. Pengujian RTC Dengan NodeMCU

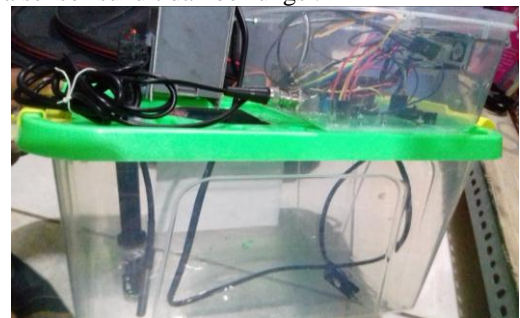


Gambar 6. Hasil Pengujian RTC Dengan NodeMCU

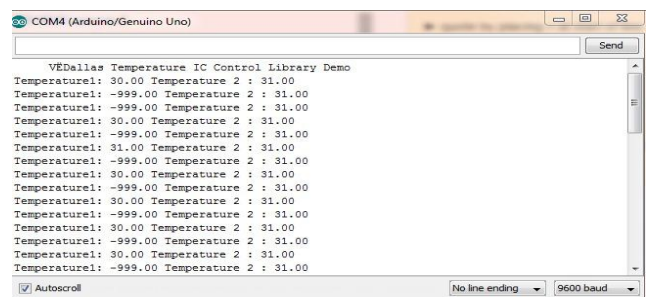
Pada hasil pengujian serial print di atas menunjukkan tanggal, bulan, tahun, jam, menit dan detik. Yang sudah tepat pukul dalam Indonesia Barat dan bisa untuk memberikan informasi waktu ke mikrokontroler. Maka alat menandakan bahwa RTC berjalan dengan baik.

##### C. Pengujian Sensor Suhu/Dallas

Untuk hasil pengujian, maka proses pengujian sensor suhu dihubungkan pada pin-pin mikrokontroler atau diberi tegangan sebesar 5 volt. Apabila hasil pengujian sensor suhu bernilai 1 ke atas atau lebih maka sensor berfungsi, dan apabila sensor suhu bernilai 0 maka sensor suhu tidak berfungsi.



Gambar 7. Percobaan Sensor Suhu/Dallas



Gambar 8. Hasil Pengujian Sensor Suhu/Dallas

Dari gambar di atas pada serial print menunjukkan temperature 30.00 maka sensor suhu mendeteksi keadaan suhu air, dan jika saat serial print menunjukkan angka 0 maka sensor suhu tidak mendeteksi suhu air. Dari hasil pengujian sensor suhu tersebut menunjukkan sensor dapat mendeteksi keadaan suhu air dengan baik.

**D. Pengujian Motor Servo**

Pengujian ini dapat dilakukan untuk mengetahui respon motor servo yang bekerja sebagai pembuka pintu pakan ikan dan akan menutup kembali dengan waktu yang diberikan. Gerakan yang dilakukan motor servo adalah naik turun. Hal itu dilakukan untuk memastikan kondisi motor servo bekerja dengan baik.



**Gambar 9** Pengujian Motor Servo

Dari gambar di atas motor servo dihubungkan ke mikrokontroller dengan menghubungkan pin-pin motor servo ke pin-pin mikrokontroller. Vcc ke 3V, GND ke GND, Clk ke D6, Dat ke D7, Rst ke D8.

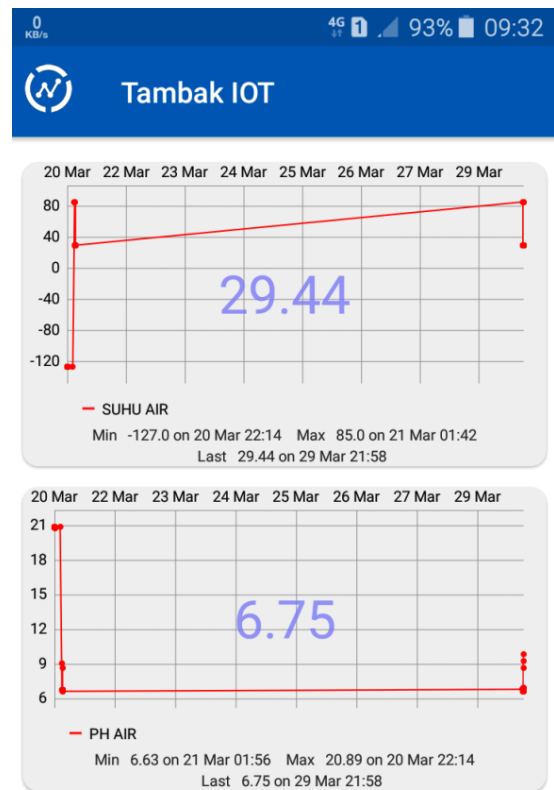
**Tabel 1.** Pengujian Motor Servo

No	Perintah	Respon Motor Servo
1	Pada waktu yang ditentukan motor berputar 90° keatas dengan delay 1000ms dan kembali 90° pada semula	On
2	Pada waktu diluar Yang ditentukan	Off

Dari tabel di atas, apabila sudah pada waktu yang ditentukan motor berputar 90° ke atas dengan delay 1000ms dan kembali 90° pada semula, maka respon dari motor servo akan on pada waktu diluar yang ditentukan, maka respon dari motor servo akan tetap off.

**E. Pengujian Jaringan Internet**

Pengujian jaringan internet dilakukan untuk mengetahui apakah jaringan internet notifikasi berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan masukan tegangan pada sistem keseluruhan. Kemudian pada mikrokontroller disambungkan ke wifi, diprogram untuk mengaktifkan jaringan internet.



**Gambar 10.** Hasil Pengukuran pH Dan Suhu Pada Internet

**3.2. Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan**

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui kinerja rangkaian secara keseluruhan yang meliputi pengujian sensor pH, sensor suhu, modul RTC, motor servo dan internet. Hasil pengujian dapat dilihat dalam tabel sebagai berikut.

**Tabel 2.** Pengujian Keseluruhan Komponen.

Percobaan	pH	Suhu	Motor Servo
1	6,75	29,44	on
2	6,70	32,00	on
3	6,65	31,19	off
4	6,78	30,19	on
5	6,61	29,31	on
6	6,65	32,19	on
7	6,75	29,25	on
8	6,64	31,31	on
9	6,78	29,00	off
10	6,73	29,94	on

Dari tabel pengujian rangkaian alat secara keseluruhan, alat bisa berjalan dengan prinsip kerja sebagai monitoring kadar keasaman air, suhu air dan pemberian pakan sesuai waktu yang ditentukan pada pukul 07:00 dipagi hari dan pukul 15:00 pada sore hari, pH dan suhu membaca keadaan air yang bisa dipantau melalui internet disetiap waktu.

Keunggulan alan ini sudah menggunakan IoT (*Internet Off Tink*) yang bisa mengetahui keadaan tambak pada posisi jauh dari tempatnya jadi akan mempermudah untuk mengetahui kondisi tambak tanpa harus pergi ketambak, dengan memonitoring suhu air dan pH yang berada pada tambak ikan mujair para petambak akan sangat terbantu dengan alat pemonitoring kadar suhu dan kadar keasamannya, tidak hanya pemonitoring suhu air dan pH saja alat ini bisa memberikan pakan ikan secara waktu yang ditentukan pada pengolahan sistem di mikrokontroler yang akan menggerakkan motor servo, motor servo akan membuka keatas pada 90° dan akan menutup kembali.

Alat ini diterapkan pada tambak ikan mujair dengan maksimal luas tambak 100 meter persegi dengan banyak ikan kurang lebih 1500 ekor beni ikan mujair saja disebabkan tempat pakan ikan hanya menggunakan satu buah tonk saja, alat ini juga harus diatur terlebih dahulu dengan kondisi lahan yang dipakai untuk menyesuaikan banyaknya ikan yang dibudidayakan, ukuran pakan ikan bisa dihitung dengan menjumlah 3% dari berat ikan yang di tambak ikan mujair, dengan protein 20%-30% dari berat pakan ikan mujair.

**Tabel 3.** Waktu Pemberian Pakan Beserta Hasil Ukur pH Dan Suhu Air

Hari	Waktu Pemberian Pakan	Motor Servo	pH	Suhu
1	7:00	Membuka	6,75	29,44
	15:00	Membuka	6,70	32,00
2	7:00	Membuka	6,65	31,19
	15:00	Membuka	6,78	30,19
3	7:00	Membuka	6,61	29,31
	15:00	Membuka	6,65	32,19
4	7:00	Membuka	6,75	28,20
	15:00	Membuka	6,64	31,31
5	7:00	Membuka	6,78	29,00
	15:00	Membuka	6,73	29,94
6	7:00	Membuka	6,75	29,44
	15:00	Membuka	6,70	32,12
7	7:00	Membuka	6,65	31,19
	15:00	Membuka	6,78	30,19
8	7:00	Membuka	6,61	29,31
	15:00	Membuka	6,65	32,19
9	7:00	Membuka	6,75	29,25
	15:00	Membuka	6,64	31,31
10	7:00	Membuka	6,78	29,18
	15:00	Membuka	6,73	28,94
11	7:00	Membuka	6,75	29,44
	15:00	Membuka	6,70	32,00
12	7:00	Membuka	6,65	31,19
	15:00	Membuka	6,78	30,19
13	7:00	Membuka	6,61	29,31
	15:00	Membuka	6,65	32,19
14	7:00	Membuka	6,75	29,25
	15:00	Membuka	6,64	31,31
15	7:00	Membuka	6,78	29,00
	15:00	Membuka	6,73	29,94

Dari tabel di atas motor servo akan membuka tempat pakan dengan sesuai waktu yang ditentukan yaitu pada jam 7:00 dipagi hari dan pada jam 15: 00 disore hari tabel di atas menunjukkan hasil data tiap hari mulai hari ke 1 sampai hari ke 15 motor servo akan membuka sesuai jam yang diatur, tabel di atas juga menunjukkan hasil pengukuran pada sensor pH mendeteksi 6,61 sampai 6,78 nilai pH air. Sensor suhu air mendeteksi 28,20° sampai 32,19° celcius. dan semua hasil tersebut di kirimkan ke aplikasi *ThinkSpeak* melalui IoT.

#### IV. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang didapat pada penelitian ini dapat disimpulkan :

- a. Sistem monitoring kadar pH, suhu air dan pemberian pakan budi daya ikan mujair menggunakan mikrokontroler dirancang dengan menggunakan beberapa komponen seperti sensor pH, sensor suhu air/Dallas, RTC (Rieal Time Clook), motor servo, NodeMCU dan IOT yang telah terintegrasi. Sensor pH membaca intensitas pH air, begitu juga sensor suhu air akan membaca suhu air dan data langsung dikirim melalui IoT akan diterima oleh aplikasi *ThinkSpeak* sebagai monitoring pH dan suhu air. RTC memberi masukan ke mikrokontroler dan akan menggerakkan motor servo sebagai pemberian pakan.
- b. Sensor pH dapat membaca intensitas pH air. pada sensor pH mendeteksi 6,61 sampai 6,78 nilai pH air. Sensor suhu air mendeteksi 28,20° sampai 32,19° celcius. dan semua hasil tersebut di kirimkan ke aplikasi *ThinkSpeak* melalui IoT. Waktu pemberian pakan motor akan membuka pada pukul 07:00 dipagi hari dan pada pukul 15:00 disore hari yang sesuai pada waktu pada modul RTC.

##### 4.2. Saran

- a. Apabila memungkinkan bisa menambahkan layar LCD dialatnya sebagai pemonitoring secara langsung.
- b. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan memberi sensor volume pakan agar bisa mengetahui pakan suda habis atau tidak.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rafik Manihar, Sheikh, Feby balea 2012. "The Power Saving Low Cost Rotating 8 Led Information Display". *Ijser* 3:1-5
- [2]. Al Qalit, Fardian, Aulia Rahman, "Rancang Bangun Prototipe Pemantauan Kadar PH dan Kontrol Suhu Serta Pemberian Pakan Otomatis pada Budidaya ikan Lele Sangkuriang Berbasis IoT". Vol.2 No.3 2017-8-15.
- [3]. Elba Lintang, Firdaus, Ida Nurcahyani, "Sistem Monitoring Kualitas Ir Ada Kolam Ikan Berbasis Wireless Sensor Network menggunakan Komunikasi Zigbee". *Prosiding SNATIF Ke-4 Tahun 2017*.

- [4]. Muhammad Palestin, Rozeff Pramana, S.T., M.T., Eko Prayetno, S.T., M.Eng. “Prototipe Sistem Monitoring Dan Kontrol Suhu Air Pada Kolam Ikan Nila Berbasis Arduino Uno Dan Cayenne”. *Teknik Elektro UMRAH-2017*.
- [5]. Ghulam Imaduddin dan Andi Sapriza, “Otomatisasi Monitoring Dan Pengaturan Keasaman Larutan Dan Suhu Air Kolam Ikan Pada Pembenihan Ikan Lele”. Volume 7, Nomor 2, ISSN 2089-0265.
- [6]. Kaisel Abdul Kahar Wijaya, Komang Somawirata, Yudi Limpraptono. “Rancang Bangun Alat Pemberi Makan Dan Monitoring Sisa Pakan Kucing Berbasis Internet Of Things (Iot)”, *Seminar Hasil Elektro SI ITN Malang Tahun Akademik 2018/2019*.
- [7]. Khorul. “Sintasan Ikan Mujair (Oreochromis Mossambicus) Yang Dipelihara Pada Tambak Air Payau Dengan Pemberian Frekuensi Pakan Alami Klekap Berbeda”. Vol. 5, No. 1, Juni 2018.

## RANCANG BANGUN NURSE CALL (PEMANGGIL PERAWAT) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

<sup>1</sup> M Denny Ervianto, <sup>2</sup>Zainal Abidin, <sup>3</sup>Affan Bachri

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan  
Jl. Veteran No.53 A, Lamongan  
Telp. (0322)324706, Faks.(0322)324706

E-mail: <sup>1</sup>[denny27ervianto@gmail.com](mailto:denny27ervianto@gmail.com), <sup>2</sup>[zainalabidin@unisla.ac.id](mailto:zainalabidin@unisla.ac.id), <sup>3</sup>[avanbe@gmail.com](mailto:avanbe@gmail.com)

**Abstrak** -- Rumah sakit merupakan tempat yang menyediakan dan memberikan pelayanan kesehatan. Setiap kamar dari rumah sakit dilengkapi dengan fasilitas yang dapat memantau perkembangan kesehatan pasien. Dalam suatu rumah sakit, pasien yang inginap memerlukan bantuan dari para tenaga kesehatan baik perawat maupun dokter. Pada saat pasien membutuhkan bantuan, seringkali orang yang sedang menjaga pasien tersebut meminta bantuan perawat secara manual dengan memanggil perawat yang sedang berada di ruang jaga perawat.

Sistem *nurse call* berbasis *internet of things* ini berfungsi sebagai alat komunikasi antara kamar pasien dengan ruang jaga perawat melalui jaringan *wireless* dan akan ditampilkan pada tampilan *web server* yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 v3 sebagai otak dari alat ini. Perancangan prototype sistem *nurse call* menggunakan beberapa komponen utama yaitu *push button*, NodeMCU ESP8266 v3, led, sensor IR (*infrared*), *database firebase*, *router* dan *web server*. *Push button* dan sensor IR (*infrared*) sebagai *inputan* yang dihubungkan ke NodeMCU ESP8266 v3 kemudian diproses, *router* berfungsi sebagai pemancar jaringan *wireless*, *firebase* berfungsi untuk mengolah *database* antara NodeMCU ESP8266 v3 dengan *web server*, kemudian *web server* berfungsi sebagai alat untuk *monitoring* kamar pasien jika pasien membutuhkan bantuan.

Dengan adanya prototype *nurse call* ini, kita dapat memonitoring pasien dengan menggunakan tampilan pada *web server* pada ruangan perawat sehingga perawat dengan mudah dan cepat dalam mengetahui kamar mana yang membutuhkan bantuan dari perawat.

**Kata kunci:** *Nurse call*, *Internet of things*, NodeMCU ESP8266 v3, sensor IR (*Infrared*), *Firebase*, *Web server*.

**Abstarct** -- *The hospital is a place that serves and provides health services. Each room of the hospital is equipped with facilities that can monitor the progress of the patient's health. In a hospital, patients who stay overnight need help from health workers both nurses and doctors. When a patient needs help, often the person who is looking after the patient asks the nurse for help manually by calling the nurse who is in the nurse's guard room.*

*The system of nurse call was based on internet of things that functions as a communication tool between the patient's room and the nurse's nurse room via a wireless network and will be displayed on a web server display connected to NodeMCU ESP8266 v3 as the brain of this tool. The prototype design of the nurse call system uses several main components namely push button, NodeMCU ESP8266 v3, led, IR (infrared) sensor, database*

*firebase, router and web server. Push button and IR (infrared) sensor as input connected to NodeMCU ESP8266 v3 then processed, the router functions as a wireless network transmitter, firebase functions to process the database between NodeMCU ESP8266 v3 with the web server, then the web server functions as a tool for monitoring patient rooms if patients need help.*

*With this nurse call prototype, we can monitor patients by using a display on a web server in the nurse's room so that nurses easily and quickly find out which rooms need help a nurses.*

**Keywords:** *Nurse call*, *Internet of things*, NodeMCU ESP8266 v3, IR (*Infrared*) sensor, *Firebase*, *Web server*.

### I. PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan suatu organisasi yang bergerak dibidang pelayanan kesehatan yang setiap hari berhubungan dengan pasien atau orang yang sedang sakit. Rumah sakit sebagai salah satu sub sistem pelayanan kesehatan yang memberikan pelayanan kesehatan mencakup pelayanan medis, rehabilitasi medis dan pelayan perawatan. Pelayan tersebut dilaksanakan melalui unit gawat darurat, unit rawat inap dan unit rawat jalan (Muninjaya, 2004).

*Nurse call* merupakan sistem pemanggil petugas medis yang dipasang pada ruang rawat inap pasien di rumah sakit atau fasilitas kesehatan lainnya. *Nurse call* dilengkapi dengan tombol yang apabila ditekan akan mengirimkan sinyal ke ruang tunggu petugas medis, yang menandakan bahwa pasien membutuhkan pelayanan atau bantuan medis. Dengan adanya *nurse call*, pasien atau anggota keluarga pasien tidak perlu lagi keluar untuk memanggil perawat yang berada di ruang tunggu perawat.

Sistem *nurse call* yang selama ini ada di rumah sakit dianggap belum efisien karena banyaknya kabel yang dipakai pada alat tersebut, serta dalam pelayanan perawat terhadap pasien dianggap kurang efisien jika perawat tidak mengetahui kepentingan pemanggilan dalam tingkat darurat atau normal. Sehingga dibutuhkannya adanya inovasi teknologi penggunaan *iot* dalam meningkatkan kualitas peralatan medis dan pelayanan petugas medis.



II. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

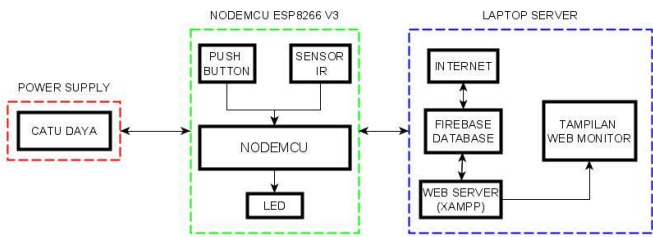
Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Membuat alat sistem *nurse call* berbasis *iot* dengan cara mengintegrasikan perangkat penyusun sistem.
2. Melakukan pengujian sistem yang telah terintegrasi.
3. Menganalisis kinerja alat.

B. Perancangan Perangkat

Perancangan sistem *Nurse Call* dengan konsep IoT menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 v3. Alat ini menggunakan *push button* dan sensor *infrared* sebagai inputannya, lampu *LED* sebagai outputnya dan NodeMCU ESP8266 v3 sebagai otaknya untuk mengelola program yang sudah diinputkan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dengan konsep IoT yang dihubungkan dengan *Firestore database* serta *website* sehingga pelayanan pada pasien lebih cepat dan tepat.

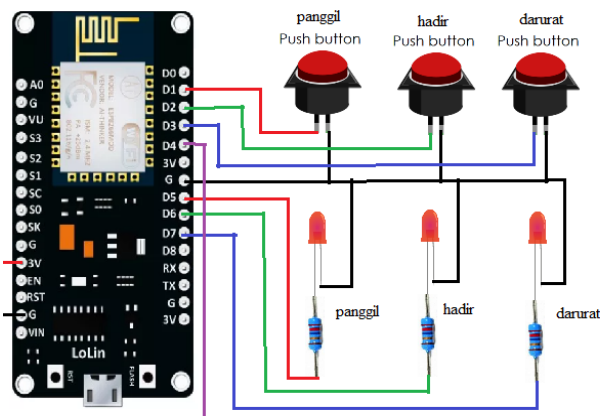
Dalam penanganannya dapat dipantau jarak jauh menggunakan *website* pada layar komputer yang terhubung dengan jaringan *internet local*.



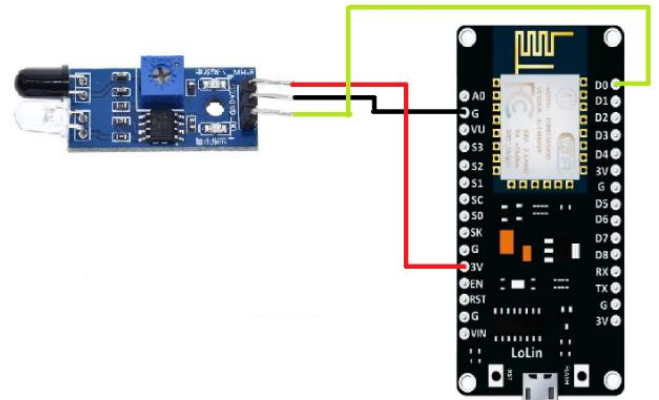
Gambar. 1 Diagram blok perencanaan alat

C. Desain Alat

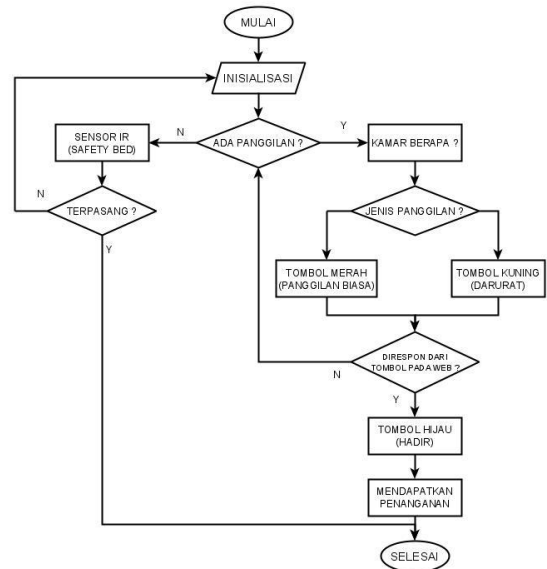
Rangkaian secara skema keseluruhan yang diaplikasikan dalam kegiatan dapat dilihat dalam gambar berikut :



Gambar. 2 Rangkaian push button dan led

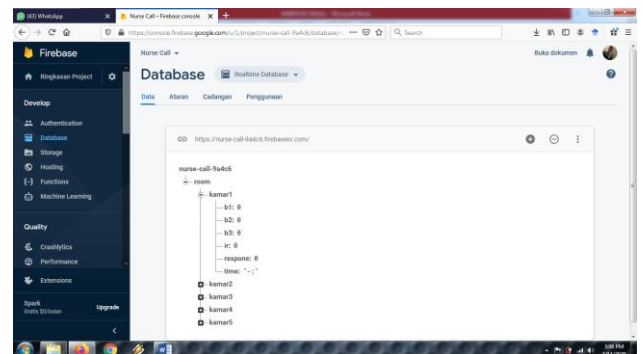


Gambar. 3 Rangkaian sensor *infrared*  
 Flowchart sistem pemrograman mikrokontroler dapat dilihat dalam gambar 4.



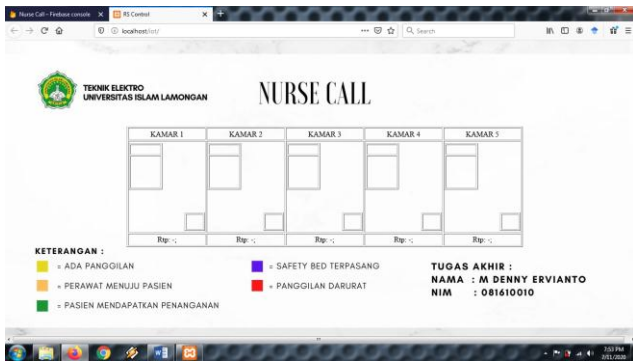
Gambar. 4 Flowchart sistem pemrograman

*Firestore* yang berfungsi sebagai tempat untuk mengolah *database* sistem dapat dilihat dalam gambar 5.



Gambar. 5 Database *Firestore*

Website berfungsi untuk memberi informasi kepada perawat jaga apabila ada pasien yang membutuhkan pertolongan. Berikut adalah tampilan website yang dapat dilihat dalam gambar 6.



Gambar. 6 Tampilan website

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1) Pengujian NodeMCU ESP8266 v3

NodeMCU V3 diuji dengan cara menyambungkan NodeMCU v3 ke laptop dan dimasukan program menggunakan aplikasi Arduino IDE. Selanjutnya bisa dilihat kinerja board NodeMCU v3 pada menu Serial Monitor yang tersedia dalam aplikasi Arduino IDE.

Tabel 1. Pengujian Wifi

No.	Jarak	Hasil
1	1 meter	Terhubung
2	5 meter	Terhubung
3	10 meter	Terhubung
4	15 meter	Terhubung
5	20 meter	Terhubung
6	25 meter	Terhubung
7	30 meter	Terhubung
8	35 meter	Terhubung Tidak Stabil
9	40 meter	Terhubung Tidak Stabil
10	45 meter	Tidak Terhubung

##### 2) Pengujian rangkaian push button beserta lampu led

Pengujian rangkaian push button serta led menggunakan board NodeMCU sebagai alat untuk memproses data masukan dan keluaran program yang dimasukan menggunakan aplikasi Arduino IDE serta menampilkan hasilnya pada serial monitor.

Dalam pengujian ini komponen utama meliputi 3 buah tombol, 3 buah led, dan 3 buah resistor 10k ohm. Adapun perangkat tambahan dalam mendukung proses pengujian ini adalah

NodeMCU yang berfungsi sebagai pemroses data dan kabel USB sebagai penghubung antara NodeMCU ke Laptop.

Tabel 2. Pengujian Rangkaian Push Button beserta LED

No.	Push Button	LED	Kondisi	Hasil
1	Button 1 (Merah)	1	Nyala	Panggil Berhasil
2	Button 2 (Hijau)		Nyala	Hadir Berhasil
3	Button 3 (Kuning)	3	Nyala	Darurat Berhasil

##### 3) Pengujian Sensor IR (infrared)

Pengujian sensor infrared menggunakan board NodeMCU sebagai alat untuk memproses data masukan dan keluaran program yang dimasukan menggunakan aplikasi Arduino IDE serta menampilkan hasilnya pada serial monitor.

Dalam pengujian ini komponen utamanya adalah modul sensor IR (infrared) yang terpasang pada kasur pasien untuk menandakan bahwa pengaman kasur (safety bed) sudah terpasang atau belum terpasang. Adapun perangkat tambahan dalam mendukung proses pengujian ini adalah NodeMCU yang berfungsi sebagai pemroses data dan kabel USB sebagai penghubung antara NodeMCU ke Laptop.

Tabel 3. Pengujian Sensor IR (infrared)

No.	Sensor IR	Kondisi	Hasil
1	Ada Gerakan	Pengaman Terpasang	Berhasil
2	Tidak Ada Gerakan	Pengaman Tidak Terpasang	Berhasil

##### 4) Pengujian koneksi NodeMCU ke Firebase database

Pada pengujian ini, penguji mengkoneksikan NodeMCU ke Firebase database dengan memasukkan alamat firebase serta kode autentikasinya. Berikut adalah hasil pengujiannya:

Tabel 4. Pengujian Koneksi NodeMCU ke Firebase Database

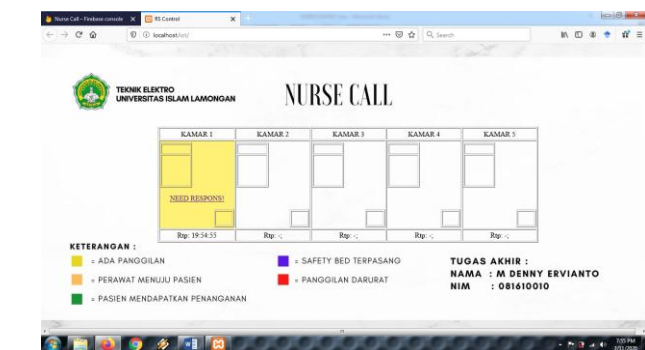
No.	Perangkat	Status	Status Database	Hasil
1	Button 1 (Merah)	ON	1 (ON)	Berhasil
2	Button 1 (Merah)	OFF	0 (OFF)	Berhasil
3	Button 2 (Hijau)	ON	1 (ON)	Berhasil
4	Button 2 (Hijau)	OFF	0 (OFF)	Berhasil
5	Button 3 (Kuning)	ON	1 (ON)	Berhasil
6	Button 3 (Kuning)	OFF	0 (OFF)	Berhasil
7	Sensor IR	ON	1 (ON)	Berhasil
8	Sensor IR	OFF	0 (OFF)	Berhasil

5) *Pengujian alat secara keseluruhan*

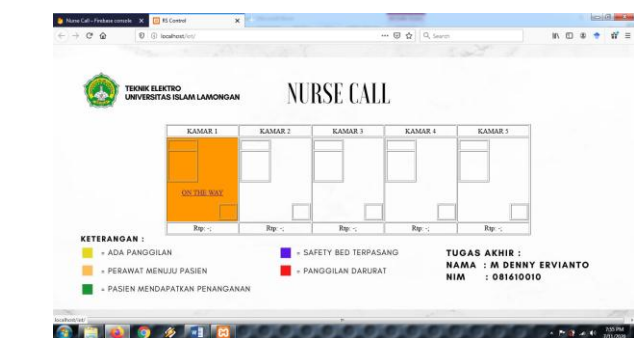
Kondisi ketika pasien membutuhkan penanganan maka akan menekan tombol warna merah untuk meminta bantuan perawat.



Gambar. 7 Gambar *push button* dan *led* warna merah  
Tampilan *website* pada kamar 1 akan berwarna kuning yang menandakan pasien dikamar 1 membutuhkan penanganan.



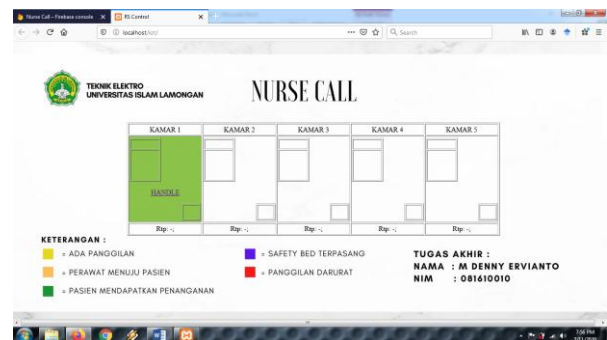
Gambar. 8 Gambar web saat ada panggilan  
Tampilan *website* pada kamar 1 akan berwarna oranye yang menandakan perawat menuju kamar 1.



Gambar. 9 Gambar web saat direspon



Gambar 10. Gambar *push button* dan *led* warna hijau  
Tampilan *website* pada kamar 1 berwarna hijau yang menandakan pasien dikamar 1 telah mendapatkan penanganan.

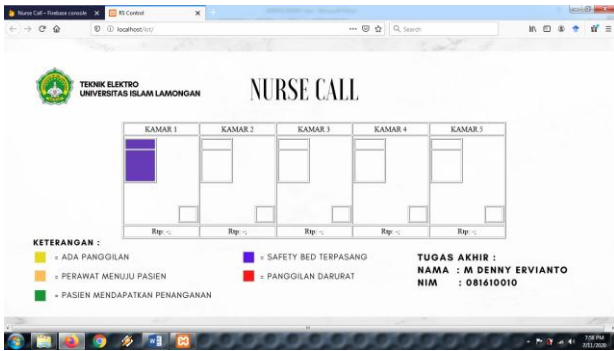


Gbr. 11 Gambar web saat sudah ditangani

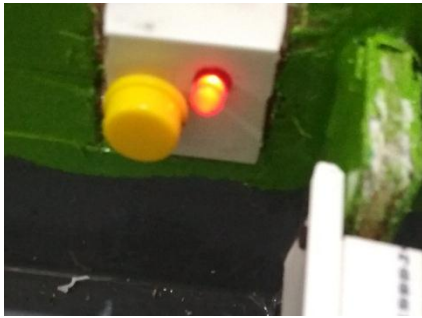


Gbr. 12 Gambar pengaman kasur terbuka

Tampilan *website* pada kasur di kamar 1 berwarna ungu yang menandakan *safety bed* pasien telah terpasang.

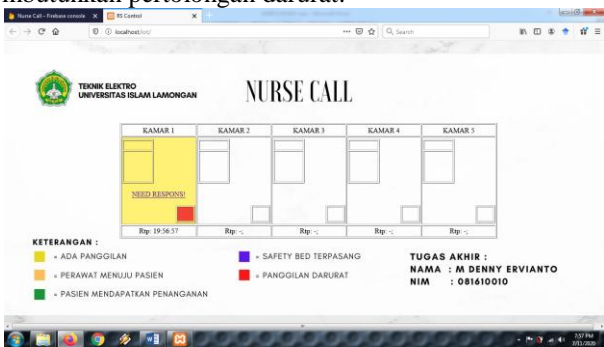


Gambar 13 Gambar web saat pengaman kasur terpasang



Gambar 14. Gambar push button dan led warna kuning

Tampilan *website* pada kamar mandi di kamar 1 akan berwarna merah yang menandakan pasien dikamar 1 sedang membutuhkan pertolongan darurat.



Gambar 15. Gambar web saat ada panggilan darurat

Tabel 5. Pengujian Sistem Keseluruhan

No.	Perangkat	Status	Tampilan Website	Hasil
1	Button 1 (Merah)	Ada panggilan	Ruangan berwarna Kuning	Berhasil
2	Button 2 (Hijau)	Perawat hadir	Ruangan berwarna Hijau	Berhasil

3	Button 3 (Kuning)	Ada panggilan darurat	Kamar mandi berwarna Merah	Berhasil
4	Sensor IR	Pengaman Kasur terpasang	Kasur berwarna Ungu	Berhasil
5	Respon perawat	Respon panggilan	Kamar mandi berwarna Oren	Berhasil

B. Pembahasan

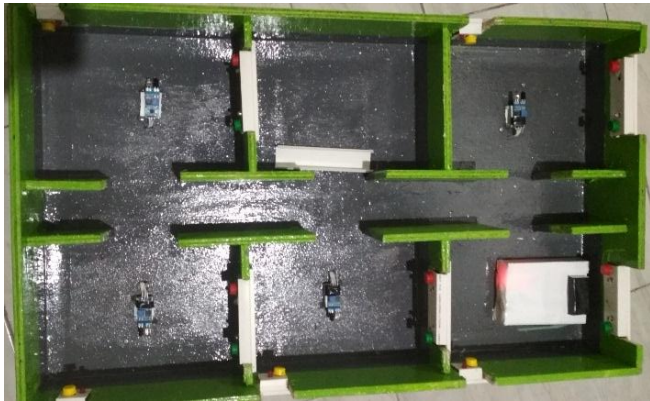
Dalam hal ini, akan dibahas hasil dari pengujian rangkaian alat diatas yang meliputi pengujian NodeMCU ESP8266 V3, Pengujian rangkaian *push button* beserta lampu *LED*, pengujian Sensor IR (*infrared*), pengujian *Stepdown* 12 volt ke 5 volt menggunakan *transistor* L7805, pengujian koneksi NodeMCU ke *Firebase database*, pengujian koneksi ke tampilan *web server* serta pengujian alat secara keseluruhan.

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan masukan tegangan pada sistem keseluruhan, lalu pada NodeMCU diprogram untuk mengaktifkan pin-pin NodeMCU agar komponen-komponen yang terhubung pada NodeMCU dapat berfungsi sesuai dengan perintah yang dimasukkan.

Pada pengujian sistem secara keseluruhan dimulai dari adanya panggilan dari pasien ketika tombol warna merah di kamar 1 ditekan, lalu pada tampilan *website* gambar kamar 1 akan berwarna kuning yang menandakan bahwa pasien memerlukan penanganan, selanjutnya, perawat akan menekan atau mengeklik tulisan "*NEED RESPONSE!*" yang ada pada kamar 1 dan warna pada kamar 1 akan berubah menjadi warna oren yang menandakan bahwa perawat sedang menuju kamar 1, setelah sampai pada kamar 1 perawat akan menekan tombol warna hijau dan tampilan *website* pada kamar 1 akan berubah menjadi warna hijau yang menandakan bahwa pasien telah mendapatkan penanganan.

Apabila ada panggilan secara bersamaan, maka perawat dapat memilih kamar mana yang melakukan panggilan terlebih dahulu, perawat dapat melihat pada kolom waktu *request time patient (rtp)* kamar mana yang melakukan panggilan terlebih dahulu. Lalu, perawat lainnya akan merespon kamar lain yang melakukan panggilan. Serta kondisi diatas berlaku pada tiap kamar mulai dari kamar 1 hingga kamar 5.

Pada penelitian kali ini, alat yang dibuat hanya dalam bentuk *prototype*, tapi pada saat diterapkan langsung pada gedung rumah sakit alat dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 16. Gambar *prototype*

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap alat *nurse call* berbasis *iot*, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Alat *nurse call* berbasis *iot* berhasil dibuat dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 v3 yang didukung oleh perangkat lunak didalamnya dan digabung dengan beberapa rangkaian seperti *push button*, Lampu *led* dan *sensor IR (infrared)* yang saling mendukung. Pada pengujian, NodeMCU dapat menerima sinyal wifi dengan stabil pada jarak 30 meter, untuk rangkaian *push button* dan LED berfungsi dengan normal, pada rangkaian sensor IR yang berfungsi untuk *safety bed* juga berfungsi dengan normal saat pengaman terpasang. Secara keseluruhan, alat sudah bekerja dengan baik dan sesuai dengan konsep yang direncanakan yaitu dapat terhubungnya NodeMCU ke jaringan local yang tersedia, dapat terhubungnya NodeMCU ke *firebase database* serta website server, dan dapat menampilkan notifikasi apabila ada panggilan dari alat yang terpasang pada kamar pasien melalui tampilan *website* pada laptop atau computer server yang ada di ruangan tunggu perawat.
- 2) Kinerja system *nurse call* berbasis *iot* ini, dimulai apabila ada panggilan dari pasien maka tampilan website pada monitor di ruang perawat akan terdapat notifikasi dan kamar yang memerlukan bantuan akan berwarna kuning. Lalu, perawat akan merespon panggilan tersebut dengan menekan tombol "Need Respons" pada tampilan kamar di *website* lalu perawat menuju ke kamar pasien. Setelah sampai di kamar pasien perawat akan menekan tombol hijau yang menandakan pasien telah mendapatkan perawatan dan tampilan kamar pada website akan berwarna hijau.

#### V. SARAN

Berdasarkan pengalaman pada penelitian ini disarankan untuk peneliti selanjutnya:

- 1) Disarankan untuk menggunakan jaringan internet yang stabil agar sistem dapat berjalan dengan baik.

- 2) Diperlukannya pengembangan lebih lanjut tentang sistem *nurse call* berbasis *iot*.
- 3) Diperlukannya inovasi tambahan terhadap fitur-fitur pada sistem *nurse call* berbasis *iot*.
- 4) Kelemahan penelitian ini terdapat pada *database* karena menggunakan *firebase* yang merupakan produk dari perusahaan *Google* yang rawan akan tindakan peretasan (*Hacking*).
- 5) Untuk peneliti selanjutnya agar diperbaiki tampilan desain *webserver*-nya agar lebih menarik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aplikasi Xampp webserver. Diakses pada 21 april 2020. Dari <https://www.apachefriends.org/download.html>
- [2] Database NodeMCU ESP8266 v3. Diakses pada 12 april 2020. Dari <https://www.instructables.com>
- [3] Erfan, M. Fahmi dan Widiatoro, Anang. (2019). *Smart Nurse Call* berbasis mikrokontroler Arduino untuk komunikasi antar kamar pasien dengan perawat menggunakan android. Surabaya: Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- [4] Firebase + Arduino + Multi Input/Output. Diakses pada 20 april 2020. Dari <https://a-arduino.com>.
- [5] Introduction – blynk – firebase. Diambil pada 20 april 2020. Dari <https://eueung.github.io>.
- [6] Membaca Data Firebase dan Menampilkannya Dalam Bentuk Tabel Menggunakan Javascript. Diakses pada 21 april 2020. Dari <https://yopiardinal.wordpress.com>.
- [7] Ningtias, putri ayu, dkk. (2015). Perancangan dan realisasi informasi bantuan yang dibutuhkan pasien rumah sakit berbasis mikrokontroler dan jaringan lan. Universitas Telkom.
- [8] Purwiyanto, dkk. (2019). Nurse call otomatis dengan sensor beat per minutes (bpm) berbasis internet of things (iot). Cilacap: Politeknik Negeri Cilacap.
- [9] Septian, Pradita Ghanda, dkk. (2019). Rancang bangun *smart nurse call* (pemanggil perawat) berbasis *android*. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- [10] Wahyuni, Risma. (2019). *Penerapan Internet of Things dalam Sistem Nurse Call pada Rumah Sakit berbasis raspberry pi*. Gresik: Universitas Muhammadiyah Gresik.
- [11] Website penyedia layanan Database Firebase realtime. Diakses pada 25 Mei 2020. Dari <https://firebase.google.com>

# RANCANG BANGUN ROBOT KENDALI LINGKUNGAN BERBASIS ANDROID

<sup>1</sup>Syaiful Hartono Wahid, <sup>2</sup>Arief Budi Laksono, <sup>3</sup>Ulul Ilmi

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Islam Lamongan, Lamongan

<sup>1</sup> syaifulhartonowahid@gmail.com, <sup>2</sup> ariefbudila@gmail.com, <sup>3</sup> ululilmi78@yahoo.co.id.

**Abstrak-** Tumpukan sampah di setiap sudut kompleks perumahan yang selalu menjadi masalah setiap harinya, pada umumnya pengambilan sampah yang dilakukan secara manual dengan menggunakan tenaga manusia dinilai kurang efektif karena sering terlambat dan tidak sesuai jadwal sehingga mengakibatkan sampah yang menumpuk dan sangat mengganggu. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah rancang bangun robot pengendali lingkungan yang bertujuan untuk mengambil sampah yang mampu dikendalikan dengan menggunakan perangkat *android* dan mampu berjalan secara otomatis dengan mengikuti sebuah garis hitam diatas permukaan putih. Rancang bangun robot kendali lingkungan dibuat dengan menggunakan mikrokontroler *arduino nano* dan module *Bluetooth Hc-05* sebagai media interface dengan perangkat *android*, robot ini didukung dengan motor DC sebagai penggerak dan *gripper servo* sebagai lengan pengambil sampah. Dalam penelitian ini metode yang digunakan meliputi perancangan elektrik dan sistematis, Tahapan yang dilakukan meliputi tahapan studi pustaka kemudian perancangan, pembuatan hardware dan software mengintegrasikan sitem dan pengujian serta analisa sistem, Mempertimbangkan teori-teori tersebut, dapat mengetahui pemrograman mikrokontroler, sensor Photodiode, *gripper servo*, driver motor dc dan module *Bluetooth hc-05*. Selanjutnya adalah tahap uji coba yang dilakukan pada beberapa *smartphone android*. Hasil uji coba yang dilakukan yaitu rancang bangun robot kendali lingkungan bergerak sesuai dengan perintah baik melalui aplikasi *android* maupun dengan sistem pengikut garis yakni robot dapat bergerak mengambil sampah yang berada di dalam tempat sampah sesuai dengan perintah yang di inputkan. Namun uji coba yang dilakukan pada aplikasi pengendali terdapat perbedaan pada tiap *smartphone* yaitu terletak pada tampilan dari aplikasi tersebut.

**Kata kunci :** *arduino nano, android, photo diode, driver motor dc, module Bluetooth Hc-05.*

**Abstract -** Piles of garbage in every corner of the residential complex which has always been a problem every day, in general trash collection are handled manually by using human power is considered ineffective because it is often too late and not on schedule, resulting in garbage piling up and very disturbing. This study aims to create design a robot controller environment that aims to take the garbage that is able to be controlled using android devices and is able to run automatically by following a black line on a white surface. The design of an environmental control robot is made using an *arduino nano microcontroller* and the *Bluetooth module Hc-05* as a media interface with an android device, this

*robot is supported with a DC motor as a propulsion and a servo gripper as a garbage picking arm. In this study the methods used include electrical and systematic design, stages that are carried out include the stages of library study then design, manufacturing hardware and software integrating the system and testing and system analysis, considering these theories, being able to know the microcontroller programming, photodiode sensors, gripper servo, dc motor driver and Bluetooth module HC-05. Next is the stage of trials conducted on several android smartphone. The results of trials carried out are the design of a mobile environment control robot in accordance with the command either through the android application or with a line follower system that is the robot can move to take garbage inside the trash according to the command inputted. However, the trials conducted on the controller application there are differences on each smartphone that is located on the display of the application.*

**Keywords :** *arduino nano, android, photo diode, dc motor driver, Bluetooth module Hc-05*

## I. PENDAHULUAN

Kontrol pengendalian lingkungan disebuah kompleks perumahan yang kaitannya dengan sampah selalu menjadi masalah utama hampir di setiap sudut kehidupan baik itu di kompleks maupun di tempat lainnya, pengambilan sampah yang dilakukan secara manual dengan tenaga manusia dinilai kurang efektif karena keterlambatan pengambilan yang terkadang tidak sesuai dengan jadwal karena kurangnya tenaga manusia yang tidak diimbangi dengan banyaknya sampah yang dihasilkan setiap harinya. Tentunya jika sampah menghuni sudut-sudut kompleks dalam waktu kurang dari 24 jam saja maka akan sangat mengganggu pemandangan dan juga kurang baik untuk kesehatan.

Berdasarkan latar belakang di atas berkaitan dengan pembuatan rancang bangun robot kendali lingkungan basis android maka dapat di rumuskan masalah sebagai berikut: 1) Bagaimana merancang bangun robot kendali lingkungan berbasis *android*?, 2) Bagaimana prinsip kerja robot kendali lingkungan berbasis *android*?

Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun robot kendali lingkungan berbasis *android*, dan mengetahui prinsip kerja dari robot tersebut untuk dapat mengambil sampah yang diletakkan didalam sebuah tempat sampah yang terletak diberbagai titik kemudian mengangkut

sampah tersebut, yang dapat dikontrol dengan perangkat *Smartphone Android* dan menggunakan sistem *line follower* dengan garis hitam diatas permukaan putih.

## II. METODE PENELITIAN

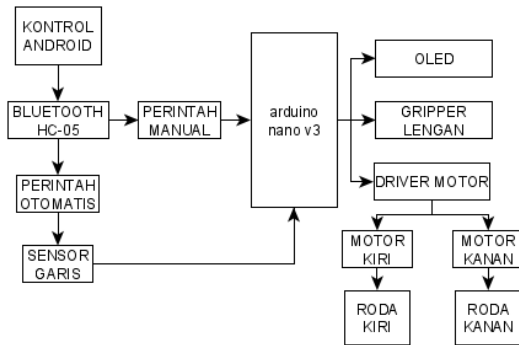
Berikut perancangan sistem yang digunakan dalam mendukung proses penyelesaian tugas akhir ini, Blok diagram dibutuhkan untuk mempermudah memahami alur kerja sistem yang di rancang.

### 2.1 Perancangan Alat dan Prinsip Kerja Alat

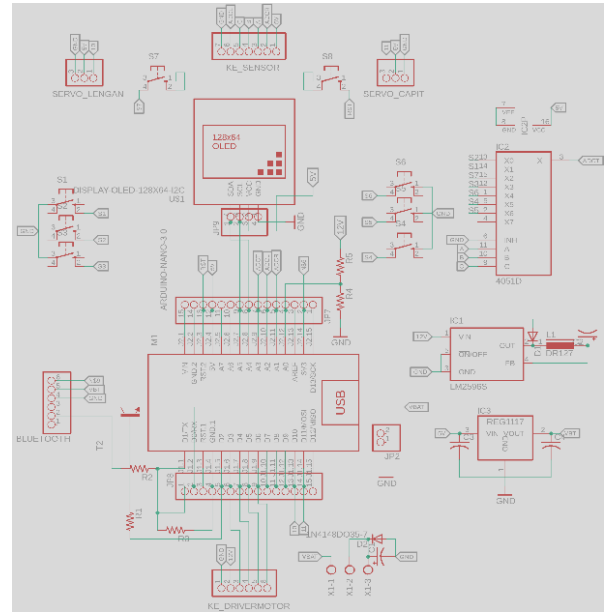
perancangan sistem ini bermula pada aplikasi *smartphone Android* yang dibuat dengan menggunakan MIT app inventor, melalui aplikasi *smartphone android* tersebut robot dapat dikendalikan untuk bergerak mengambil sampah secara manual atau otomatis dengan menggunakan sensor garis untuk mengikuti garis yang sudah dibuat dan sesuai perintah yang telah dimasukkan dalam program.

#### 2.1.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan ini dimulai dari modul Bluetooth hc-05 yang menerima data perintah dari android dan kemudian dikirim ke Arduino nano untuk diolah sesuai perintah menjadi beberapa output, di antaranya adalah perintah menggerakkan servo yang didesain dapat menggerakkan lengan untuk mengambil sampah dan perintah motor dc kanan dan kiri untuk menggerakkan robot agar dapat bergerak kedepan, kebelakang, belok kanan, dan belok kiri.



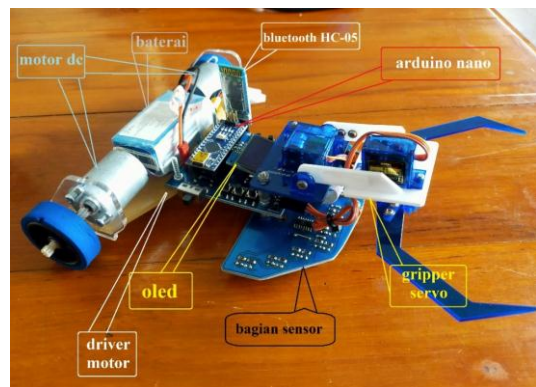
Gambar 1 Blok Diagram Sistem



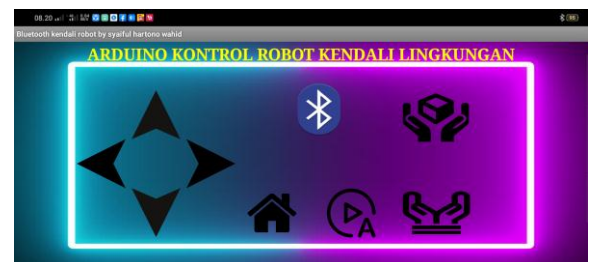
Gambar 2 Rangkaian Sistem Mikrokontroler

#### 2.1.2 Desain Pemasangan Alat

Pemasangan alat rancang bangun robot kendali lingkungan berbentuk robot beroda yang dilengkapi dengan pencapit yang berfungsi sebagai pengambil sampah, pada alat ini hanya digunakan 2 motor dc untuk penggerak roda kanan dan roda kiri dan 1 roda bebas dibagian depan, dan sensor garis di padang pada bagian depan.



Gambar 3 Desain Pemasangan Alat



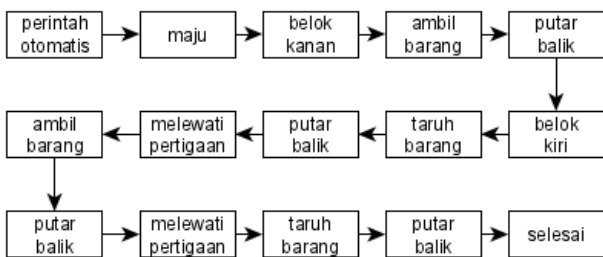
Gambar 4 Tampilan Pada Aplikasi Pengontrol

### 2.1.3 Prinsip Kerja Alat

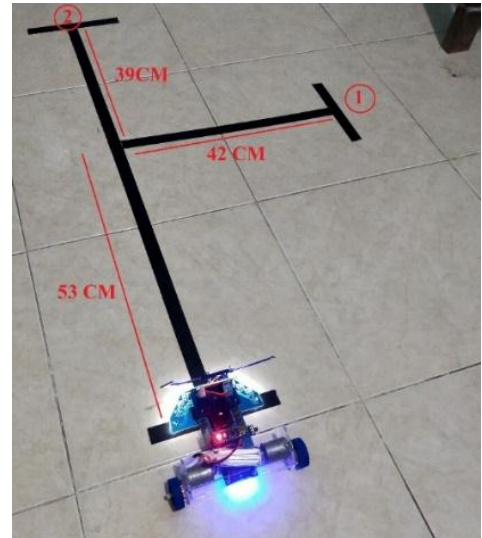
Prinsip kerja robot kendali lingkungan ini pertama dimulai dari aplikasi android yang telah dibuat yang sudah terkoneksi dengan Bluetooth pada robot, yang didalamnya terdapat fitur perintah maju, mundur, belok kanan, belok kiri, ambil sampah, menaruh sampah, dan perintah pengambilan sampah otomatis dengan jalur hitam diatas permukaan putih. Untuk perintah otomatis dapat dilakukan dengan dua acara, pertama dengan menekan tombol auto pada robot dan cara kedua dengan klik fitur automatic pada aplikasi. Jadi robot ini dapat beroperasi secara manual tanpa adanya perintah dari android.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian beberapa bagian robot ini hampir semua normal sesuai yang diinginkan dan berfungsi dengan baik, dan selanjutnya adalah pengujian seluruh sistem apakah rancang bangun robot ini sudah memenuhi rumusan masalah atau belum, untuk pengujian yang pertama yakni pengujian pengontrolan robot dengan perangkat *android* dan didapatkan robot mampu bergerak maju, mundur, belok kanan, belok kiri, mengambil barang, menaruh barang, meletakkan barang, dan juga pengujian sistem otomatis mengambil barang dengan sistem *line follower* dengan baik. Selanjutnya akan diuji robot tersebut dengan mengangkat barang kotak yang terbuat dari kardus dan berdimensi 7x7x7 CM. Dan pengujian ini akan dilakukan dengan jalur yang akan ditempuh oleh robot tersebut sepanjang 374 CM dengan mengambil 2 sampah dan dikumpulkan menjadi satu di titik robot tersebut start dengan perintah yang akan diberikan, berikut adalah alur dari perintah program untuk pengujian akhir ini.

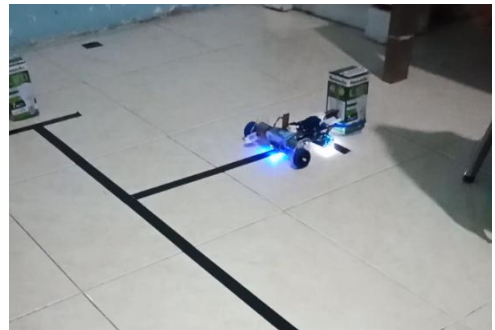


**Gambar 5** Diagram alir program perintah pengambilan barang atau sampah



**Gambar 6** Jalur untuk pengujian, letak sampah ke 1 dan sampah ke 2

Pada pengujian akhir ini jarak yang ditempuh robot adalah 374 CM, dan mampu ditempuh dengan waktu 18 detik dengan baik, berikut adalah hasil dokumentasi dari pengujian tersebut.

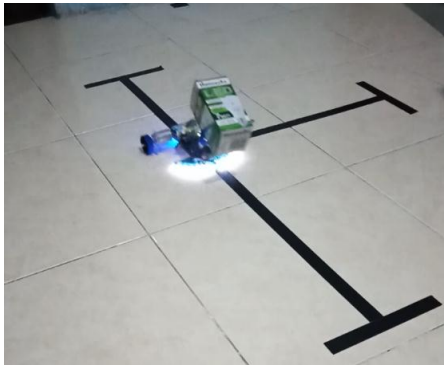


**Gambar 7** pengambilan sampah di titik ke 1



**Gambar 8** peletakan sampah ke 1 di titik start atau titik pengumpulan sampah





**Gambar 9** Pemindahan sampah ke 2 menuju titik pengumpulan sampah



**Gambar 10** Peletakan sampah 2 di titik start atau titik pengumpulan sampah

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang didapat pada penelitian ini maka dapat disimpulkan:

- 1) Rancang bangun robot kendali lingkungan yang telah dibuat dengan ukuran dimensi Panjang 15 cm, lebar 18 cm, dan tinggi 15 cm. dengan bentuk robot beroda dengan 2 roda pada bagian belakang yang terletak pada sisi kanan dan kiri dan juga terdapat 1 roll atau roda bebas pada bagian depan, robot ini mampu dikendalikan dengan menggunakan perangkat *android* dengan serial komunikasi *Bluetooth* dengan aplikasi yang didesain secara khusus menggunakan *mit app inventor 2*.
- 2) Robot dapat melakukan sebuah eksekusi pengambilan sampah pada titik tertentu menggunakan kontrol manual dengan *android*, selain itu robot juga dapat melakukan pengambilan sampah dengan secara otomatis dengan prinsip *line follower* yang menggunakan sensor garis untuk membaca sebuah garis hitam diatas permukaan putih, dengan sensor tersebut robot dapat mengambil sampah di berbagai titik dan dikumpulkan menjadi satu, di titik yang telah ditentukan sdan akan menjalankan instruksi sesuai dengan yang telah diprogramkan. Didukung dengan mikrkontroller ATmega328, yang terkemas pada *board Arduino nano* yang berfungsi sebagai pemroses sinyal.

#### V. Daftar Pustaka

Atik Novianti, S.S.T, M.T dan Unang Sunarya, S.T., M.T. 2015. *Perancangan robot pendeteksi lingkungan berbahaya berbasis logika fuzzy dan control android*. Telkom University, Bandung.

Destiarini, Pius Widya Kumara 2019. *Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328*. Universitas Baturaja.

Ekayana, Anak Agung Gde dan Gusti Ngunah Kade Ary P 2017. *Rancang bangun prototype system kendali lengan robot menggunakan interface wireless 2.4 Ghz*. Universitas Pendidikan Ganesha dan TMIK STIKOM Indonesia.

Fakhraha, Adlin 2016. *Pembuatan prototype robot kapal pemungut sampah menggunakan mikrokontroler arduino uni dengan aplikasi pengendali android*. Universitas Gunadarma.

Hari Santoso., 2015, Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula, Ebook [www.elangsakti.com](http://www.elangsakti.com), Trenggalek, Indonesia

Iwan Setiawan, S.T., M.T. 2009, buku ajar sensor dan transduser.

Jayadin Ahmad, 2007, ELDAS.

Muhammad Ramdani, Sahrudin, Aziz Octavianto, Mujirudin, dan Harry Ramza 2018. *Miniatur Ropeba (robot pemindah barang)*. Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Suhiharto, arid an sri windiyanti 2017. *Rancang bangun robot pengintai dengan kendali android*. Universitas Teknologi Yogyakarta

Suzantry, Yanolanda H 2018. *Kendali robot Bluetooth dengan smartphone android berbasis Arduino uno*. Universitas Dehasen Bengkulu.

2012, Bluetooth HC-05 To Serial Module, <https://splashtronic.wordpress.com/2012/05/13/hc-05-bluetooth-to-serial-module/>

# Keamanan Kunci Ruang Dosen Elektro UMSIDA Menggunakan Ketukan Berbasis Arduino

<sup>1)</sup>Fahrizal Akbarlillah Perdana Buana, <sup>2)</sup> Indah Sulistiyowati

<sup>12)</sup>Program Studi Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo

<sup>1)</sup>[fahrizalakbar2536@gmail.com](mailto:fahrizalakbar2536@gmail.com) <sup>2)</sup>[indah\\_sulistiyowati@umsida.ac.id](mailto:indah_sulistiyowati@umsida.ac.id)

**Abstract-** The development of modern technology now are much more advanced and it can make doing a job much easier such as security problems for door locks that are applied to the electrical lecturer room UMSIDA. This tool is designed to run a solenoid lock by using a knock code applied to the door locking system by using microcontroller and piezo electric sensor which will be seen with a security system with knock method. The purpose of this study was to determine the constraints of the door safety device using an electric piezo sensor based on the Atmega328 microcontroller and the system can correctly recognize the beat pattern received and process it. This tool system works when there is an input in the form of a password code through the beats detected by electric piezo if the password code is applied correctly then the microcontroller provides input on relay to activate the solenoid and stepper motor, so the door would open. The result of this research shows that it can identify the correct number of beats a maximum of 15 beats, if it is more than 15 times the beat is wrong. From the result of the trial, fast or not a knock is declared true if the beat time ratio is slow by 4 times knock and the door opens. If the knock pattern is different from what has been determined, then the knock is declared wrong and the door can not open. The test results indicated that it can be concluded that from the test or trial carried out by the object provides true overall results even though the results do not provide 100% results. The results of the analysis of the trial carried out by each objects for 15 times, which affects fast or slow beats, number of beats, the ratio of time between knock.

**Keywords :** Mikrokontroler, Piezo Elektrik, Solenoid Door Lock, Relay, Motor Stepper

**Abstrak-** Perkembangan teknologi semakin modern dapat mempermudah melakukan suatu pekerjaan seperti masalah pada keamanan kunci pintu yang diaplikasikan pada ruang dosen elektro UMSIDA. Alat ini dirancang untuk menjalankan *solenoid lock* dengan menggunakan kode ketukan yang diaplikasikan pada sistem pengunci pintu dengan menggunakan mikrokontroler dan sensor *piezo elektrik* yang akan terekplor suatu sistem keamanan dengan metode ketukan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kendala dari alat pengaman pintu menggunakan sensor *piezo elektrik* berbasis mikrokontroler Atmega328 dan sistem dapat mengenali dengan benar pola ketukan yang diterima dan memrosesnya. Sistem kerja alat ini ketika ada inputan berupa kode password melalui ketukan yang dideteksi oleh *piezo elektrik* jika kode password yang

dimasukkan benar maka mikrokontroler memberikan input pada relay untuk mengaktifkan solenoid dan motor stepper, sehingga pintu terbuka. Pada penelitian ini dapat mengidentifikasi jumlah ketukan yang benar maksimal 15 kali ketukan, apabila lebih dari 15 kali ketukan maka ketukan salah. Dari pengujian cepat atau lambatnya ketukan dinyatakan benar apabila rasio waktu ketukan lambat-lambat sebanyak 4 kali ketukan dan pintu terbuka. Apabila pola ketukan berbeda dengan apa yang telah ditentukan, maka ketukan dinyatakan salah dan pintu tidak dapat terbuka. Hasil pengujian yang ditunjukkan tersebut dapat disimpulkan bahwa ada pengujian yang dilakukan objek memberikan hasil pengujian yang benar secara keseluruhan meskipun hasil tidak memberikan nilai 100%. Hasil analisis yaitu pengujian dilakukan oleh masing-masing objek selama 15 kali, yang mempengaruhi cepat atau lambatnya ketukan, jumlah ketukan, rasio waktu antar ketukan.

**Kata Kunci :** Mikrokontroler, Piezo Elektrik, Solenoid Door Lock, Relay, Motor Stepper

## I PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Kebutuhan manusia saat ini semakin meningkat. Dengan adanya perkembangan teknologi yang semakin modern dapat mempermudah manusia untuk melakukan suatu pekerjaan, seperti masalah pada keamanan kunci pintu pada ruangan [1]. Ada beberapa cara untuk sistem *unlocking* pintu otomatis seperti RFID, tekan tombol angka, finger print, ketukan. Sistem *unlocking* seperti ini dari segi harga relatif mahal tetapi dalam segi keamanan terjamin.

Maka dari itu pada makalah ini dibuatlah suatu alat yang dirancang untuk menjalankan *solenoid lock* dengan menggunakan kode ketukan yang diaplikasikan pada sistem penguncian pintu. Dengan menggunakan mikrokontroler dan sensor *piezo elektrik* akan terekplor suatu sistem keamanan dengan metode kode ketukan yang dapat diaplikasikan untuk mengakses pintu ruang dosen elektro UMSIDA.

Sistem kerja alat ini adalah ketika ada input berupa kode password melalui ketukan yang dideteksi oleh *piezo elektrik*. Dan jika kode password yang masuk benar maka mikrokontroler akan memberikan input pada relay untuk mengaktifkan solenoid dan motor

stepper sehingga pintu akan terbuka. Sistem pengunci pintu ini lebih efisien karena pada dasarnya bahan atau komponen yang digunakan relatif murah serta dapat memodifikasi ketukan.

### 1.1 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan diatas, peneliti menentukan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sistem dapat mengenali pola ketukan untuk aktivasi pembukaan kunci

### 1.2 Batasan Masalah

Untuk mengkaji lebih lanjut maka dimaksudkan untuk mempersempit ruang lingkup permasalahan. Maka diperoleh batasan masalah sebagai berikut :

1. Perancangan alat pengaman pintu otomatis dengan mikrokontroller ATmega328 menggunakan sensor *piezo elektrik*
2. Sistem kerja alat untuk mengenali pola ketukan sebagai pembukaan kunci dan ketukan dapat diganti dengan ketukan yang baru

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dari latar belakang masalah dan rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui keandalan dari alat pengaman pintu menggunakan sensor *piezo elektrik* berbasis mikrokontroller ATmega328  
Sistem dapat mengenali dengan benar pola ketukan yang diterima dan

## II.METODE

### Kunci Pintu

Kunci adalah jenis alat pengancing yang berfungsi untuk mencegah terbukanya daun pintu atau penutup lainnya dari kedudukan semula.

### 2.2.2 Piezo Elektrik



Gambar 2.1 Gambar Piezo Elektrik

*Piezo elektrik* adalah sistem dari bahan material tertentu yang menghasilkan tegangan listrik karena adanya tekanan efek atau kekuatan mekanik pada kedua bidang. prinsip kerja *piezo elektrik* sendiri adalah terdiri dari 2 bidang yang berdempet. Dimana antara bidang tersebut menghasilkan dipole yang terinduksi molekul yang terdiri dari berbagai struktur

kristal tergantung dari bahan bidang tersebut. Ketika *piezo elektrik* diberi tekanan , maka akan menghasilkan gaya listrik pada bidang *piezo* sehingga menghasilkan tegangan listrik pada kedua bagian tersebut. [2]

### 2.2.3 Relay



Gambar 2.5 Gambar Relay

Relay sering pula digunakan sebagai pengganti peran transistor sebagai saklar. Kelebihan dari relay dapat digunakan untuk mengendalikan peralatan yang bertegangan AC 220V, adapun kekurangan dari relay adalah tidak dapat mengatur kecepatan motor [3]. "Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. Electromagnet (Coil)
2. Armature
3. Switch Contact Point (Saklar)
4. Spring

Sebuah relay tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektronik (normally close dan normally open).

a) Normally close (NC) : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay tidakaktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.

b) Normally open (NO) : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.[4]

### 2.2.4 Pengunci Solenoid



Gambar 2.3 Gambar Solenoid door lock

Solenoid adalah kumparan elektro magnet yang dirangkai khusus pada saat arus mengalir melalui kawat pada sistem solenoid, disekitar kawat tersebut akan menghasilkan medan magnet. Sistem solenoid menggunakan kumparan yang terdiri dari gulungan kawat yang di perbanyak, sehingga medan magnet yang dihasilkan akan lebih besar dan mengalir disekitar kumparan kawat tersebut..[5]

### 2.2.5 Arduino Uno



Gambar 2.7 Gambar Arduino Uno R3 ATmega 328

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega 328. Board ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator Kristal, koneksi USB, *jack* listrik dan tombol *reset*. Pin – pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tekanan bisa didapat dari adaptor AC – DC atau baterai untuk menggunakannya. [6]

### 2.2.6 Arduino IDE



Gambar 2.9 Gambar Arduino IDE

Pada software Arduino uno memakai IDE. IDE singkatan dari *Integrated Development Environment*, dengan kata lain lingkungan terintegrasi untuk melakukan pengembangan karena melalui software inilah dilakukan pemrograman terhadap Arduino Uno. Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino (IDE) disebut *sketch*. *Sketch* ditulis dalam editor text dan disimpan dalam file. [7] [8]

### 2.2.7 Motor Stepper NEMA 23



Gambar 2.11 Gambar Motor Stepper NEMA 23.

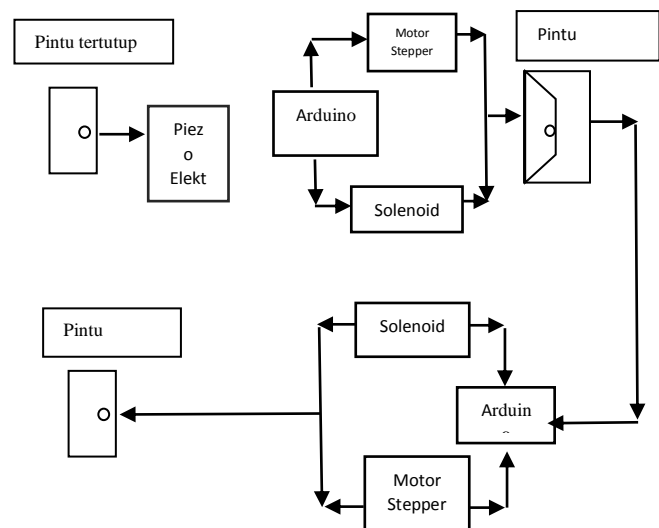
“Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah gerak elektronis menjadi gerakan mekanis Berdasarkan metode perancangan rangkain pengendalinya, motor stepper dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu unipolar dan bipolar.”

### 2.2.8 L298N Motor Driver



Gambar 2.13 Gambar L298N Motor Driver

Motor driver ini berfungsi untuk mengatur arah atau kecepatan motor DC. Motor driver ini pada umumnya bekerja dengan membutuhkan arus lebih dari 250 mA. Prinsip kerja motor driver ini sesuai dengan bentuk rangkaian transistornya yang berupa



H-bridge.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.4.1 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.1 Rancangan Blok Diagram Kerja Sistem

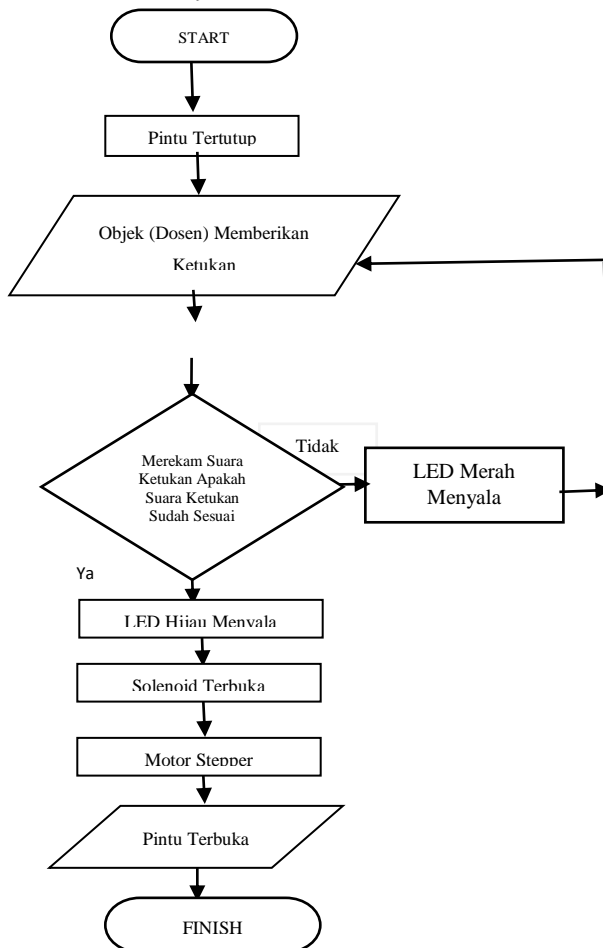
### 3.4.2 Penjelasan Blok Diagram Kerja Sistem

Sebelum objek memasuki ruangan, maka untuk membuka pintu Objek terlebih dahulu harus membuat password dengan cara menekan tombol push button dan membuat ketukan sesuai dengan keinginan objek. Ketukan maksimal yang dapat diterima sistem adalah 4 ketukan, sehingga ketukan yang lebih dari 4 kali di definisikan sebagai ketukan yang salah. Setelah password berhasil di proses oleh arduino maka objek akan dapat memasuki ruangan dengan cara mengetuk pintu sesuai kode ketukan yang telah di buat tadi. Sehingga piezo elektrik akan mendeteksi getaran yang dihasilkan. Hasil input data dari deteksi sensor piezo elektrik. Selanjutnya ditransmisikan ke arduino untuk bisa diolah yaitu

No.	Jumlah Ketukan	Keterangan	Pintu
1.	Kurang dari 15 kali ketukan atau sama dengan 15 kali ketukan	Benar	Terbuka
2.	Lebih dari 15 kali ketukan	Salah	Tidak Terbuka

menggerakkan solenoid dan motor stepper sehingga pintu akan terbuka.

### 3.5 Flow Chart System



Dalam pembuatan flow chart untuk system rancangan, dijelaskan secara detail bagaimana sistem tersebut bekerja. Dimulai dari proses start sampai finish secara sederhana sebagai bahan analisa terhadap rancangan. Di bawah ini tampilan flow chart sistem rancangan yang akan dibuat.

Gambar 3.2 Flowchart

### 3.6 Pengujian Kerja Sistem

Dalam penelitian ini, sistem dapat menerima ketukan maksimal 15 kali ketukan. Apabila ketukan

melebihi maksimal, maka dinyatakan ketukan tersebut salah.

Tabel 4.1 Pengujian Identifikasi Jumlah Ketukan

Berdasarkan tabel 4.1 yang telah dilakukan pengujian kerja sistem pengetukan pada pintu maksimal sebanyak 15 kali ketukan dengan menormalisasikan waktu pengetukan. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan 4 kali ketukan dan dengan rasio waktu cepat dan lambatnya ketukan yang ditentukan untuk membuka pintu. Ketukan dinyatakan benar apabila jarak waktu antar ketukan normal, yaitu dengan 4 kali ketukan dan dengan rasio waktu cepat dan lambatnya ketukan. Ketukan dinyatakan salah apabila kurang dari 4 ketukan atau melebihi 4 ketukan dan dengan rasio waktu cepat dan lambatnya ketukan dari waktu normal yang telah ditentukan. Untuk mengetahui cepat atau lambatnya ketukan, dapat diuji dengan kombinasi dua buah ketukan sebanyak 4 kombinasi.

Tabel 4.2 Pengujian Cepat atau Lambatnya Ketukan

No.	Kombinasi Ketukan	Hasil
1.	Lambat-Lambat	Benar
2.	Lambat-Cepat	Salah
3.	Cepat-Cepat	Salah
4.	Cepat-Lambat	Salah

Berdasarkan tabel 4.2 hasil pengujian cepat atau lambatnya ketukan dinyatakan benar apabila rasio waktu ketukan lambat-lambat sebanyak 4 kali ketukan. Apabila pola ketukan berbeda dengan apa yang telah ditentukan, maka ketukan dinyatakan salah.

### 3.7 Proses Pengujian Tahap Pertama

Sebelum objek (dosen) memasuki ruangan, maka untuk membuka pintu objek (dosen) terlebih dahulu harus membuat password dengan cara menekan tombol *push button* dan membuat ketukan sesuai dengan keinginan objek. Dalam penelitian ini, peneliti telah membuat password ketukan yaitu dengan 4 kali ketukan dengan rasio waktu lambat-lambat. Kode getaran ketukan akan direkam oleh *piezo elektrik*.

### 3.8 Proses Pengujian Tahap Kedua

Pengujian tahap kedua yaitu pengujian LED. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan 2 buah LED, yaitu LED berwarna hijau untuk kode ketukan benar dan LED berwarna merah untuk kode ketukan salah. LED berwarna hijau akan menyala jika kode ketukan yang dimasukkan benar. Dan LED berwarna merah akan menyala jika kode ketukan yang dimasukkan salah.

Tabel 4.3 Pengujian LED

NO.	LED	KETERANGAN
1.	Hijau	Benar
2.	Merah	Salah

#### 4.1.3 Proses Pengujian Tahap Tiga

Pada tahap ini dilakukan pengujian *relay* dan solenoid, yaitu dengan menghubungkan mikrokontroler pada *relay*. Kemudian *relay* dihubungkan ke solenoid sebagai saklar *on* atau *off*, untuk menggerakkan solenoid membutuhkan tegangan 12 Volt. Solenoid akan membuka dalam rasio waktu 10 detik.

Tabel 4.4 Pengujian Driver Relay

No	Relay	Tegangan Arduino 5V	Kondisi Relay	Waktu	Keterangan
1.	Relay	High	NO-NC	10 detik	Benar
2.	Relay	Low	NC-NO	+10 detik	Benar

Hasil pengujian pada tabel 4.3 dinyatakan bahwa *relay* dapat bekerja dengan baik berdasarkan program yang telah dibuat. *Relay* dapat bekerja diberikan tegangan 5 Volt pada arduino. Jika *relay* dalam keadaan *high* (0) maka akan membuka sehingga solenoid dapat terbuka. Jika *relay* dalam keadaan *low* (1) maka akan menutup sehingga solenoid tertutup.

#### 4.1.4 Proses Pengujian Tahap Ke Empat

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada motor stepper. Motor stepper diletakkan pada posisi 180°. Motor akan berputar 180° berlawanan arah jarum jam ketika solenoid membuka dengan rasio waktu 10 detik. Jika melebihi batas waktu 10 detik, stepper akan menutup kembali posisi 180° searah arah jarum jam dengan rasio waktu 10 detik dan solenoid menutup.

Tabel 4.5 Pengujian Stepper

No.	Stepper NEMA 23	Rotasi	Waktu	Pintu
1.	Stepper	0-180°	10 Detik	Terbuka
2.	NEMA 23 Stepper	180°-0	+ 10 Detik	Tertutup

#### 4.1.5 Pengujian Tahap Ke Lima

Pada tahap ke lima ini akan dilakukan percobaan dengan 10 objek untuk menguji presentase pengenalan dari sistem. Tiap objek memberikan kode ketukan yang berbeda-beda dengan jumlah ketukan maksimal 15 kali ketukan. Maka akan menunjukkan tingkat pengenalan sistem yang menghasilkan sebanyak 150 data.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sistem Ketukan

Pengujian ke -	Jumlah Ketukan	Ketukan Benar	Ketukan Salah	Pintu
1	1	1	0	Terbuka
2	2	2	0	Terbuka
3	3	3	0	Terbuka
4	4	4	0	Terbuka
5	5	5	0	Terbuka
6	6	6	0	Terbuka
7	7	7	0	Terbuka
8	8	8	0	Terbuka
9	9	9	0	Terbuka
10	10	10	0	Terbuka
11	11	11	0	Terbuka
12	12	12	0	Terbuka
13	13	13	0	Terbuka
14	14	14	0	Terbuka
15	15	15	0	Terbuka
16	16	16	1	Tertutup

Dari tabel 4.4 hasil pengujian sistem, maka dapat ditentukan sebagai berikut.

$$\text{Presentase Pengenalan} = \frac{\text{Jumlah Ketukan Benar}}{\text{Total Ketukan}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase Pengenalan} = \frac{126}{150} \times 100\%$$

$$\text{Presentase Pengenalan} = 84\%$$

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan tersebut dapat disimpulkan bahwa ada pengujian

yang dilakukan objek memberikan hasil pengujian yang benar secara keseluruhan meskipun hasil tidak memberikan nilai 100%. Memberikan hasil analisis yaitu pengujian dilakukan oleh masing-masing objek selama 15 kali, yang mempengaruhi cepat atau lambatnya ketukan, jumlah ketukan, rasio waktu antar ketukan.

Hal ini sesuai dengan peneliti terdahulu yang telah dilakukan sebelumnya, menurut Guntoro, Somantri, Haritman, (2013) yang berjudul Rancang Bangun *Magnetic Door Lock* Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno [9] dan penelitian Iskandar, Muhajirin, Lisah (2017) yang berjudul Sistem Keamanan Pintu Berbasis Arduino Mega. [10] Dapat disimpulkan bahwa sistem keamanan pintu dapat bekerja dengan efektif

## IV PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, serta penjabaran yang telah dikemukakan, maka dapat disimpulkan yaitu untuk membuka pintu ruang dosen dengan pengaman kunci otomatis

menggunakan *piezo elektrik* yang telah dirancang menggunakan *piezo elektrik, solenoid lock, motor stepper*. Bahwa ada pengujian yang dilakukan objek memberikan hasil pengujian yang benar secara keseluruhan meskipun hasil tidak memberikan nilai 100%. Hasil analisis yaitu pengujian dilakukan oleh masing-masing objek selama 15 kali. Sistem dapat bekerja dengan mengidentifikasi jumlah ketukan yang benar yaitu maksimal 15 ketukan dan sebaliknya mengidentifikasi jumlah ketukan yang salah jika melebihi 15 ketukan. Sistem pembuka kunci otomatis dinyatakan benar apabila rasio waktu antar ketukan normal dengan rasio waktu cepat dan lambatnya ketukan dari waktu normal yang telah ditentukan, dengan ketukan lambat-lambat maka pola ketukan dinyatakan benar. Jika jarak antar ketukan berbeda dengan pola ketukan yang ditentukan maka pola ketukan dinyatakan salah.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut ini beberapa saran untuk peneliti :

1. Penelitian pengaman kunci otomatis menggunakan *piezo elektrik* berbasis arduino perlu dilakukan penelitian lanjutan dan dapat dikembangkan lagi untuk memperoleh penelitian yang lebih baik lagi.
2. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan motor stepper tipe NEMA 23 untuk menggerakkan pintu (bukan terbuat dari *prototype*). Pada penelitian lanjutan sebaiknya mencoba menggunakan motor DC tipe lain.

#### REFERENSI

- [1] M. Informatika, L. Belakang, and P. Alam, "Jurnal manajemen dan teknik informatika," vol. 02, no. 01, pp. 181–190, 2018.
- [2] E. Y. Ashari and S. Yuliananda, "Perancangan pintu otomatis menggunakan pola ketukan berbasis arduino 1,2," 2014.
- [3] A. Kadir, "Panduan Praktis Memplajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemogramannya Menggunakan Arduino," *CV Andi offset*, vol. 8, no. 1, pp. 1–282, 2013.
- [4] R. V. Magee *et al.*, "No Title الاجراءات الجنائية," *ABA J.*, vol. 102, no. 4, pp. 24–25, 2017.
- [5] N. Yan Detha Shandy, Andrian Rakhmatsyah and Suswastika, "Implementasi Sistem Kunci Pintu Otomatis Untuk Smart Home Menggunakan SMS Gateway," vol. 2, no. 2, pp. 6395–6407, 2015.
- [6] M. S. Anwar, A. Abdillah, D. Pembimbing, and F. T. Industri, *Fingerprint Fingerprint Scanner Based Using*. 2016.

[7] P. Studi and P. Teknik, "Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Electrans*, vol. 12, no. 1, pp. 39–48, 2016.

[8] A. Iskandar, M. Muhajirin, and L. Lisah, "Sistem Keamanan Pintu Berbasis Arduino Mega," *J. Inform. Upgris*, vol. 3, no. 2, pp. 99–104, 2017.

[9] Y. Gustiyandi and I. Sulistiyowati, "Rancang Bangun Kontrol Pemadaman Listrik Rumah Via SMS Dengan Lampu Emergency Inverter."

[10] A. Kadir, "Pengertian Arduino," *Arduino*, no. 1, pp. 6–21, 2013.

# GESTUR TANGAN UNTUK KENDALI *TURTLEBOT* DAN *OPENMANIPULATOR*

<sup>1</sup>Alexander Edward, <sup>2</sup>Petrus Santoso

Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Petra Surabaya, Indonesia

<sup>1</sup>alexander.hutomo@yahoo.com, <sup>2</sup>petrus@petra.ac.id

**Abstrak** – NUI atau *Natural User Interface* adalah sebuah bentuk teknologi yang sedang berkembang saat ini. Salah satu bentuknya adalah *gesture control* terhadap perangkat atau mesin yang digunakan manusia. Proyek ini membuat sebuah bentuk NUI yang digunakan untuk mengontrol gerakan robot manipulator (*Turtlebot* dan *OpenManipulator*) menggunakan gerakan tangan. Program ini dibuat pada platform ROS (*Robot Operating System*) dan terdiri dari 3 *node*. *Node* pendeteksi tangan memanfaatkan *library leap motion* untuk mendapatkan data dari tangan yang terdeteksi oleh kamera *leap*, memproses dan mengirimkan data tersebut. *Node* kontrol *turtlebot* merupakan *node* yang dibuat khusus untuk mengontrol gerakan *turtlebot*. *Node* kontrol *OpenManipulator* merupakan program yang dibuat untuk menghitung serta mengirimkan perintah gerak robot. Program yang dibuat dapat mendeteksi bentuk tangan dengan cukup baik dimana bentuk tangan terbuka dan mengepal dapat 100% terdeteksi, namun bentuk tangan lain seperti menjepit kurang dapat dikenali. Waktu proses yang dibutuhkan program untuk menghitung dan mengirimkan perintah ke robot juga dapat dianggap cukup cepat dimana waktu proses untuk *node turtlebot* adalah 0.1 detik dan untuk robot lengan adalah 0.6 detik. Selain itu, didapati *node* kontrol *OpenManipulator* tidak dapat berjalan dengan tingkat kesuksesan yang sempurna, yaitu 70%.

**Kata kunci:** *leap-motion*, *turtlebot*, *openmanipulator*, kontrol, tangan

**Abstract** – NUI or *Natural User Interface* is a form of technology that is currently being developed. A form of NUI is to use *gesture control* to interact with machines. This project's goal is to make a form of NUI that is used to control a manipulator robot using hands' movements. This program was mad using ROS (*Robot Operating System*) as the platform and the program consists of 3 *nodes*. *Hand detection node* makes use of *leap motion's library* to get detected hands' data, process and send that data. *Turtlebot control node* is a *node* that was made to specifically control *turtlebot*. *OpenManipulator control node* was made to calculate and send commands to the manipulator robot. The program can detect hands' shapes quite well, which are 100% success rate for closed and open hand shapes, but was unable to reliably detect pinch and other hands' shapes. The time needed to process and send the data are fairly quick as well which are 0.1 second for *turtlebot node* and 0.6 second for *OpenManipulator node*. Furthermore, the success rate for *OpenManipulator node* in controlling the manipulator is not perfect, which is 70%.

**Keyword:** *leap-motion*, *turtlebot*, *openmanipulator*, control, hands

## I. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi interaksi antara manusia dan mesin, yang disebut juga dengan *user interface* adalah salah satu teknologi yang paling berkembang. Teknologi *user interface* terus berkembang sampai akhirnya muncul istilah *Natural User Interface* (NUI). *Natural User Interface* atau NUI adalah sebuah sistem interaksi antara manusia dan komputer dimana pengguna melakukan sesuatu melalui aksi yang intuitif berhubungan dengan tindakan manusia yang natural dan dilakukan sehari-hari [1]. NUI memanfaatkan beberapa kemampuan alami manusia dan membangunnya untuk mengintegrasikan teknologi buatan ke dalam interaksi manusia yang telah dipelajari. Kata *natural* disini digunakan karena kebanyakan hubungan antarmuka komputer dengan manusia menggunakan alat kontrol buatan yang perlu dipelajari penggunaannya. NUI bergantung pada pengguna yang dapat melakukan gerakan relatif alami yang dengan cepat ditemukan untuk mengontrol aplikasi komputer atau memanipulasi konten pada layar [2].

NUI memiliki kemampuan untuk mengurangi jarak antara mesin dan manusia sekaligus meningkatkan kekuatan manusia terhadap mesin tersebut yang membuat pengembangan komputer dapat berkembang lebih jauh. Salah satu penggunaan gerakan tubuh pengguna untuk mengoperasikan teknologi. Telah banyak institusi yang mengembangkan teknologi yang memanfaatkan gerakan tubuh seperti *Microsoft* dengan sensor *Kinect*, Kamera *RGBD* (*Red, Green, Blue, Depth*), *Real Sense Software Development Kit 2* oleh Intel, serta kamera pendeteksi gestur tangan oleh *Leap Motion*. Salah satu penelitian yang menyerupai proyek ini adalah publikasi oleh Edwin C. Montiel-Vazquez dan timnya dengan judul MOBMA [3]. Publikasi ini juga membuat sebuah sistem kontrol menggunakan gestur untuk robot *mobile manipulator*. Proyek ini memiliki ide yang sama, namun menggunakan metode dan platfor yang berbeda, dimana MOBMA memanfaatkan LabVIEW sebagai platform dan java sebagai bahasa pemrogramannya sedangkan proyek yang dibuat pada tulisan ini memanfaatkan platform ROS (*Robot Operating System*) dan bahasa pemrograman Python. Selain itu, program ini memanfaatkan *library* dan program dari *turtlebot* dan *openmanipulator* sendiri untuk melakukan perhitungan dan kontrol sedangkan MOBMA membuat algoritma kontrol sendiri yang membuat waktu proses kontrol lebih tidak



responsif dikarenakan banyaknya proses dan perhitungan yang perlu dilakukan.

Dengan semakin berkembangnya teknologi ini, kita dapat memanfaatkan gerakan tangan kita untuk mengendalikan konten pada layar komputer atau mengendalikan robot sesuai keinginan kita. Salah satu riset yang mengembangkan kontrol robot lengan menggunakan *Leap Motion* dilakukan oleh Bassily dan timnya [4]. Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin membuat suatu aplikasi untuk mengontrol robot, dimana robot yang digunakan adalah *turtlebot* dan *OpenManipulator*, menggunakan *Leap Motion*. Aplikasi ini akan memproses gestur tangan yang dideteksi oleh kamera *leap motion* dan melakukan kontrol gerakan dari robot *mobile* dan *manipulator*.

## II. PERENCANAAN & IMPLEMENTASI SISTEM

Proyek ini berfokus pada pembuatan program kontrol robot *mobile manipulator* menggunakan gestur tangan dan memanfaatkan kamera *leap motion* sebagai pendeteksi gerakan tangan untuk mengontrol gerakan robot. Program kontrol robot dibuat menggunakan ROS (*Robot Operating System*) dan terdiri dari 3 *node* utama, *node* pendeteksi tangan, *node* kontrol *turtlebot*, dan *node* kontrol *OpenManipulator*.

### A. Hardware Robot, Turtlebot with OpenManipulator

Program kontrol ini memanfaatkan sebuah modul robot yang dikembangkan oleh *ROBOTIS* bernama *turtlebot with OpenManipulator* [5]. *Turtlebot* merupakan *mobile robot* beroda 2 yang pada robot ini, menjadi platform bergerak bagi modul ini. *OpenManipulator* merupakan robot lengan dan merupakan bagian *manipulator* dari robot *mobile manipulator* ini.



Gambar 1. *Turtlebot with OpenManipulator*  
Sumber: Turtlebot3: Robotis E-manual, n.d.

### B. Leap Motion

Program ini membutuhkan media yang dapat mendeteksi gerakan ataupun bentuk tangan. Salah satu alat yang dapat dipakai adalah kamera *leap motion*. Kamera *Leap Motion* didesain secara khusus untuk mendeteksi kondisi tangan yang terdeteksi [6]. Dengan menggunakan *library* dari API *Leap Motion*, program dapat langsung mengambil data-data yang diperlukan dan menyerahkan proses *image processing* dan pengelompokan data kepada *service* dari *driver leap motion*.

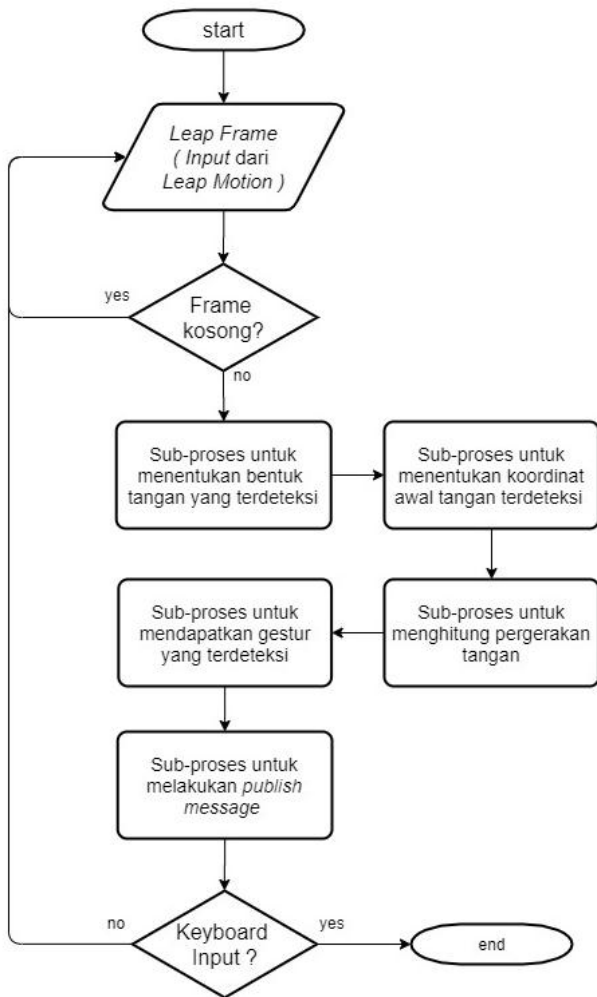


Gambar 2 Kamera *Leap Motion*  
Sumber: stampa3dusd.it, n.d

### C. Node Pendeteksi Tangan

Tahap pertama dalam proses dari program ini adalah mendeteksi tangan dari pengguna. Menggunakan *sample* dari API *Leap Motion* sebagai referensi dan *library* dari *leap motion*, *node* ini dapat mendeteksi berbagai properti dari tangan yang dideteksi kamera seperti jumlah tangan, posisi dan arah tangan, kiri atau kanan, kondisi jari, dan lain-lain. Melalui data tersebut dapat juga dicari data lain yang tidak dapat langsung dicari menggunakan *library* dari *leap motion* seperti bentuk tangan, perubahan koordinat posisi tangan, dan lain-lain.

*Node* ini memproses data *frame* yang didapat menggunakan *library leap motion* dan di dalam *frame* tersebut terdapat nilai – nilai sehubungan dengan tangan yang terdeteksi di dalam *frame* tersebut. Setiap *frame* yang diterima program akan menjalankan fungsi *callback* yang didalamnya terdapat beberapa subproses untuk menghitung nilai yang diperlukan dan mengirimkannya ke *node* kontrol. Gambar 3 menunjukkan *flowchart* dari proses di dalam *node* pendeteksi tangan.



Gambar 3 Flowchart Program Pendeteksi Tangan

Sub-proses pertama yang terjadi saat memasuki fungsi *callback* adalah penentuan bentuk tangan dari seluruh tangan yang terdeteksi. Bentuk yang dapat dideteksi dari algoritma ini adalah bentuk tangan terbuka, mengepal, menjepit, dan tidak diketahui. Penentuan bentuk tangan didasarkan 3 variabel data dari *frame leap motion*, yaitu jumlah jari yang terbuka, kekuatan genggaman, dan kekuatan jepitan jari.

Tabel 1 Nilai Dominan Saat Pendeteksian Bentuk Tangan Tertentu

Hand Shape	Grab	Pinch	Fingers
Open	0	0	5
Close	1	1	0
Pinch Fist	0	1	2
Pinch Open	0	1	3

Data pada *Tabel 1* merupakan data nilai dominan yang didapat dari 200 data *frame* saat bentuk tangan tertentu dibuat di depan kamera *leap motion*. Nilai tersebut dijadikan penentu bentuk tangan dari algoritma pendeteksi bentuk tangan.

Dari bentuk tangan yang terdeteksi, akan ditentukan kapan memulai perhitungan perubahan posisi tangan. Perhitungan perubahan posisi tangan dilakukan saat *node* mendeteksi bentuk tangan mengepal dan dimulai dengan menentukan posisi awal untuk perhitungan ini. Oleh karena itu, posisi tangan pada *frame* pertama yang mendeteksi bentuk tangan mengepal akan dijadikan titik 0 / referensi dari perhitungan perubahan posisi. *Frame* berikutnya, apabila tangan terus mengepal, nilai koordinatnya akan dikurangi dengan nilai koordinat referensi menjadi nilai perubahan posisi yang dicari. Apabila terdeteksi bentuk tangan lain selain mengepal, posisi awal tangan akan di-*reset*. Selain itu, *library leap motion* juga memiliki kemampuan untuk mendeteksi gerakan tertentu seperti *swipe*, *circle*, dan lain-lain dan kemampuan ini juga dimanfaatkan untuk mendeteksi gestur khusus yang dapat digunakan untuk perintah tertentu.

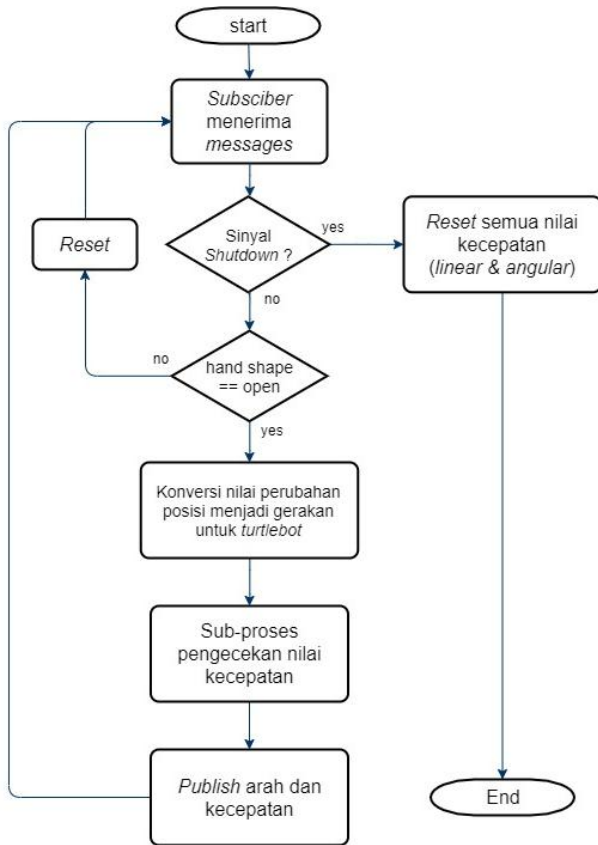
Setelah semua data selesai diproses, data tersebut dimasukkan ke dalam *message* yang kemudian akan di-*publish* ke *node* kontrol melalui *topic "/hands"* dengan frekuensi 2 Hz. Selain mengirimkan data tersebut, *node* juga akan mem-*publish* sinyal *shutdown* apabila *node* ini dimatikan. Cara mematikan *node* ini adalah dengan memberikan *keyboard input "Enter"*. *Message* sinyal *shutdown* ini berfungsi untuk mematikan *node* lain bersamaan dengan *node* ini dimatikan.

#### D. Node Kontrol Turtlebot

*Node* ini merupakan program untuk melakukan kontrol terhadap bagian platform dari robot, yaitu *turtlebot*. Program ini memanfaatkan program original dari *package turtlebot* yaitu *turtlebot\_teleop\_key*. Program referensi yang digunakan merupakan *node* kontrol *turtlebot* yang menggunakan *input keyboard* untuk menentukan arah dan kecepatan gerak robot. Modifikasi yang dilakukan pada program ini terdapat pada metode menggerakkan robot yaitu dari *input keyboard* menjadi *message* dari *node* pendeteksi tangan. Karena itu, seluruh proses untuk menggerakkan *turtlebot* diletakkan pada fungsi *callback* dari ROS *subscriber*.

Fungsi *main* dari *node* berisikan inialisasi *node*, inialisasi *publisher* dan *subscriber*, inialisasi *leap motion* dan *loop rospy.sleep* untuk mengatur frekuensi *subscribe*. *Node* ini menerima pesan melalui *topic "/hands"* dimana terdapat *message* dari *node* pendeteksi tangan. Dari data yang diterima, tidak semua nilai digunakan oleh *node* ini. Data yang digunakan dari *message* tersebut hanya bentuk tangan yang terdeteksi, sinyal *shutdown* dan nilai perubahan posisi tangan. Setiap kali *node* menerima *message*, fungsi *callback* akan dijalankan dimana di dalam fungsi ini terdapat beberapa sub-proses yang fungsinya menentukan gerak untuk *turtlebot* berdasarkan nilai yang diterima lewat *message*. Gambar 4

menunjukkan *flowchart* proses kerja dari program dalam melakukan kontrol terhadap *turtlebot*.



Gambar 4 *Flowchart* Program Kontrol *Turtlebot*

Di awal fungsi *callback*, program akan membaca sinyal *shutdown* dan akan mematikan *node* apabila sinyal *shutdown* yang diterima memiliki nilai *true*. Sebelum melakukan *shutdown*, *node* akan memberikan perintah *reset* dan menghentikan seluruh gerakan robot agar robot tidak terus bergerak meskipun program kontrol mati. Apabila sinyal *shutdown* bernilai *false*, program akan melanjutkan ke proses berikutnya.

Sub-proses berikutnya mendeteksi bentuk tangan yang sedang terdeteksi dan karena *node* ini memanfaatkan nilai perubahan posisi yang hanya terdeteksi saat tangan mengepal, proses akan memberikan perintah *reset* dan berhenti apabila terdeteksi bentuk tangan membuka. Apabila bentuk tangan yang terdeteksi adalah mengepal, program akan berlanjut menuju proses konversi nilai perubahan posisi tangan menjadi gerakan untuk *turtlebot*. Proses konversi ini terdiri dari konversi satuan dan *scaling*. Konversi satuan dilakukan karena perbedaan satuan yang digunakan oleh masing-masing kontrol. *Scaling* dilakukan untuk menyesuaikan sensitifitas perubahan nilai terhadap gerakan robot sehingga dapat

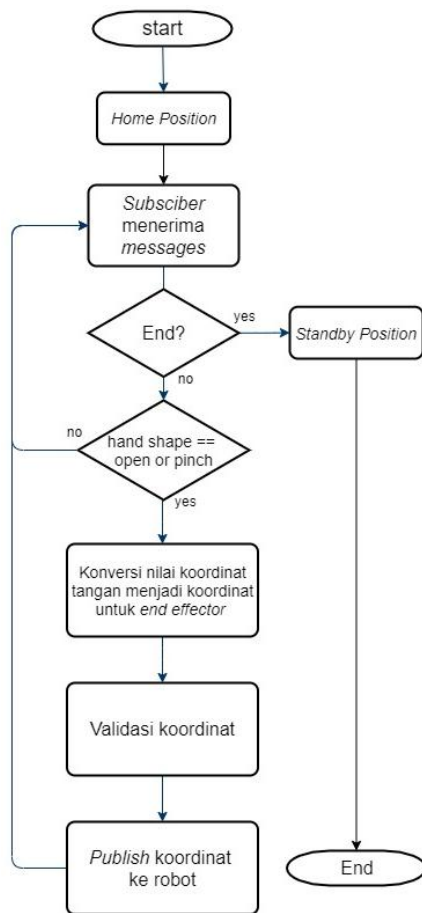
membuat robot lebih responsive terhadap gerakan tangan atau sebaliknya. Setelah itu, dilakukan validasi nilai yang didapat apakah sesuai dengan batas spesifikasi robot, seperti batas kecepatan linear dan angular, dan lain-lain.

DI akhir proses-proses tersebut, nilai akan di *publish* menuju robot melalui topik *"/cmd\_vel"*. Namun sebelum di-*publish*, nilai tersebut akan diubah agar penambahan nilai kecepatan robot tidak terlalu ekstrim dan robot dapat dipercepat dan diperlambat secara perlahan.

#### E. Node Kontrol *OpenManipulator*

*Node* ini merupakan program untuk melakukan kontrol terhadap bagian manipulator dari robot, yaitu *OpenManipulator*. Program ini memanfaatkan program original dari package *OpenManipulator* dan package *Turtlebot\_manipulation* sebagai referensi. *Node* ini memiliki struktur program yang sama dengan *node* kontrol *turtlebot* dimana fungsi *main* dari program ini terdiri dari inisialisasi *node*, inisialisasi *Subscriber* dan *loop rospy.sleep* yang berfungsi untuk mengatur frekuensi *Subscriber* dari *node* ini.

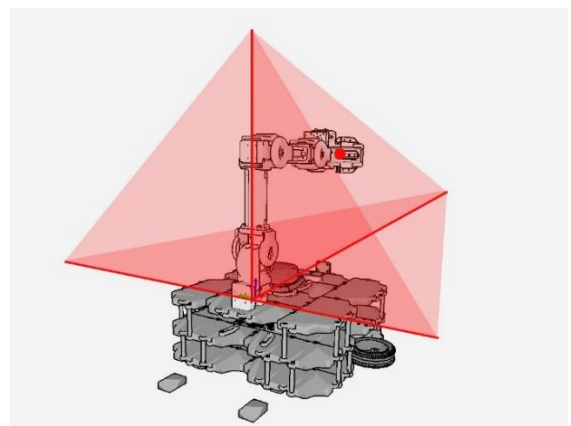
Meski serupa, *node* ini memiliki beberapa perbedaan yaitu *node* ini tidak melakukan *publish* dan frekuensi dari *rospy.sleep* yang digunakan pada *node* ini adalah 1 Hz. Alasan dari tidak adanya *publish* pada *node* ini karena pengiriman pesan ini dikerjakan oleh *library* yang digunakan untuk mengontrol robot lengan. Alasan dari frekuensi *subscribe* antara *node* ini dengan *node* sebelumnya adalah waktu proses yang dibutuhkan oleh program ini. *Node* ini juga menerima pesan melalui topik *"/hands"*, namun nilai yang digunakan oleh *node* ini sedikit berbeda. Pada awal *node* menyala, *node* akan memberikan perintah kepada robot untuk melakukan gerakan menuju posisi tertentu yang disebut dengan *home position*. Dari *message* yang diterima, *node* akan membaca sinyal *shutdown*, bentuk tangan yang terdeteksi, serta koordinat posisi tangan pada saat ini. Gambar 5 menunjukkan *flowchart* proses kerja dari program kontrol *OpenManipulator*.



Gambar 5 Flowchart Program Kontrol OpenManipulator

Sama dengan *node* sebelumnya, proses utama dari program ini juga terletak pada fungsi *callback* dan terdiri dari beberapa sub-proses antara lain konversi nilai posisi tangan menjadi koordinat tujuan *end-effector*, validasi koordinat tujuan, kemudian *publish* nilai tujuan menggunakan *library moveit\_commander*. Di awal fungsi *callback*, program akan membaca sinyal *shutdown* di dalam *message* dan akan melakukan *shutdown* apabila nilai yang diterima adalah *true*. Apabila program memutuskan untuk melakukan *shutdown*, program akan memerintahkan robot untuk menuju posisi yang disebut posisi *standby* sebelum *node* benar-benar mati. Apabila nilai yang diterima adalah *false*, *node* akan melanjutkan prosesnya dan akan membaca bentuk tangan yang terdeteksi di saat itu. Pada *node* ini, karena robot memiliki *end effector* berupa penjepit yang dapat juga dikontrol, *node* ini selain mendeteksi bentuk tangan mengepal, juga akan mendeteksi bentuk tangan menjepit. Tujuan membaca bentuk menjepit adalah untuk mendapatkan nilai kekuatan jepitan yang bervariasi sehingga dapat digunakan untuk mengontrol *end effector*.

Apabila bentuk tangan yang terdeteksi sesuai, maka program akan memasuki proses berikutnya yaitu konversi nilai koordinat posisi tangan menjadi koordinat tujuan *end effector*. Proses konversi nilai ini hanya terdiri dari konversi satuan sebelum kemudian nilai tersebut akan dicek apakah terdapat di dalam *workspace* dari *OpenManipulator* atau tidak. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan cek apakah koordinat tujuan terdapat di dalam volume area yang mewakili *workspace Openmanipulator*. Tujuan dari validasi ini adalah untuk mengurangi kemungkinan *error* yang dapat terjadi akibat koordinat tujuan di luar kemampuan robot lengan. Gambar 6 menunjukkan visualisasi area kerja algoritma validasi yang digunakan untuk mewakili *workspace* sebenarnya dari robot lengan.



Gambar 6 Visualisasi Workspace dari OpenManipulator

Perhitungan dilakukan dengan memanfaatkan rumus trigonometri dan rumus luas segitiga dengan Langkah sebagai berikut.

1. Mencari titik-titik ujung segitiga pada ketinggian tertentu sesuai dengan nilai *z* dari koordinat tangan menggunakan rumus (1), (2), dan (3).

$$\frac{X_{max}}{Z_{max}} \times Z_{input} = Point A \text{ dari } \Delta \quad (1)$$

$$\frac{Y_{max}}{Z_{max}} \times Z_{input} = Point B \text{ dari } \Delta \quad (2)$$

$$- Point B = Point C \text{ dari } \Delta \quad (3)$$

2. Mencari Luasan segitiga tersebut menggunakan rumus (4).

$$Luas = \left| \frac{XA(YB-YC) + XB(YC-YA) + XC(YA-YB)}{2} \right| \quad (4)$$

3. Mengganti Salah satu titik dari rumus tersebut dengan titik yang ingin dicari

4. Melakukan Langkah 3 sebanyak 3 kali dengan komposisi yang berbeda-beda
5. Menjumlah 3 Area yang ditemukan di Langkah 4
6. Apabila Area hasil penjumlahan sama dengan luas area segitiga dari Langkah 2, maka titik koordinat (x,y) tersebut berada di dalam segitiga.

Apabila koordinat tersebut berada di dalam segitiga, maka dilakukan kalkulasi *inverse kinematic* oleh *library ikpy* untuk mendapatkan *joint – joint* tujuan robot lengan. *Joint – joint* ini kemudian di *publish* ke robot lengan menggunakan perintah dari *library moveit\_commander*.

### III. PENGUJIAN & HASIL

#### A. Pengujian Algoritma Pendeteksian Bentuk Tangan

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui persentase keberhasilan algoritma pada program pendeteksi tangan dalam menentukan bentuk tangan yang terdeteksi. Diambil 200 data untuk setiap pengujian bentuk tangan dan akan dihitung persentase algoritma memberikan hasil yang benar.

Tabel 2 Hasil Pengujian Algoritma Pendeteksi Bentuk Tangan

Bentuk Tangan	Persentase Keberhasilan
Terbuka	100%
Mengepal	100%
Menjepit Terbuka	29%
Menjepit Tertutup	52%
Tidak Dikenal “1 jari”	100%
Tidak Dikenal “2 jari”	1.5%
Tidak Dikenal “3 jari”	100%
Tidak Dikenal “4 jari”	0%

Dari data *Tabel 2* dapat disimpulkan bahwa algoritma dapat dengan mudah mendeteksi bentuk tangan terbuka dan mengepal, ditunjukkan dengan persentase keberhasilan 100%. Namun untuk bentuk tangan menjepit dan tidak dikenal, algoritma kesulitan menentukan bentuknya dengan benar dan sering salah menentukan bentuk tersebut.

#### B. Pengujian Waktu Proses Kontrol Turtlebot

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan proses *callback* untuk menyelesaikan fungsinya dan apakah frekuensi *subscribe* dari *node* kontrol *turtlebot* sesuai dengan kebutuhannya. Pengujian dilakukan dengan

melakukan 20 kali pengiriman *message* kepada *node turtlebot* dan menghitung selisih waktu pada awal dan akhir fungsi *callback*.

Dari data pengujian ditemukan bahwa rata-rata waktu yang diperlukan fungsi *callback* adalah 0.1035 detik dan waktu maksimal yang dibutuhkan adalah 0.3471 detik. Nilai ini menyebabkan diberikannya frekuensi 2 Hz untuk proses *subscribe* pada *node*.

#### C. Pengujian Algoritma Validasi Koordinat Tujuan End Effector

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah metode validasi ini dapat mendekati area kerja sebenarnya dari robot lengan yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan melakukan 10 kali pengambilan data untuk kondisi benar dan 10 kali untuk kondisi salah. Kondisi benar adalah saat koordinat tujuan berada di dalam area kerja algoritma validasi. Hasil ini kemudian akan dibandingkan dengan hasil dari program original dari *package turtlebot\_manipulation*. Koordinat tersebut dimasukkan ke dalam program original ini dan dijalankan. Algoritma dianggap berhasil apabila program ini dapat bergerak menuju koordinat yang dianggap benar oleh algoritma dan mengeluarkan *error* apabila diberi input koordinat yang dianggap salah oleh algoritma ini.

Tabel 3 Hasil Perbandingan Data Kondisi Benar

Di Dalam	Success	Fail
Algoritma	10	0
Program	10	0

Tabel 4 Hasil Perbandingan Data Kondisi Salah

Di Dalam	Success	Fail
Algoritma	0	10
Program	10	0

Dari data pengujian pada *Tabel 3* dan *Tabel 4* dapat disimpulkan bahwa area kerja dari algoritma sebenarnya lebih kecil daripada *workspace* robot lengan yang sebenarnya. Hal tersebut terlihat dari data pada *Tabel 4* dimana meskipun algoritma melihat bahwa koordinat tersebut tidak valid, namun program masih dapat mengontrol robot menuju koordinat tersebut. Namun melihat tujuan dari algoritma ini adalah untuk menghilangkan kemungkinan tujuan yang tidak valid, algoritma ini dapat memenuhi fungsinya dengan cukup baik.

#### D. Pengujian Kesuksesan Inverse Kinematics Solver Dalam Menemukan Solusi Joint OpenManipulator

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi keberhasilan *library ikpy* dalam menemukan solusi *inverse kinematics* dari koordinat tujuan yang diberikan. Alasan dari

pengujian ini karena terdapat kemungkinan *library* menghasilkan hasil yang tidak mampu dicapai oleh robot lengan, baik dikarenakan adanya tabrakan, nilai *joint* diluar kemampuan robot, dan lain-lain.

Pengambilan data dilakukan sebanyak 20 kali menggunakan program yang telah dibuat. Data pengujian menunjukkan adanya beberapa kali program gagal dalam melakukan kontrol terhadap robot lengan. Persentase keberhasilan dari program yang didapat dari pengujian ini adalah sebesar 70% dan dapat dianggap bekerja dengan cukup baik.

#### E. Pengujian Waktu Proses Kontrol *OpenManipulator*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan program kontrol *OpenManipulator* sampai *node* mengirimkan perintah kepada robot manipulator dan apakah frekuensi yang digunakan pada program kontrol *OpenManipulator* sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian dilakukan dengan melihat selisih waktu di awal dan di akhir fungsi *callback*. Karena tingkat kesuksesan program tidak mencapai 100%, maka terdapat 2 kemungkinan yang dapat terjadi saat menjalankan program sehingga perlu diketahui waktu proses dari kedua kondisi tersebut.

Dari proses pengambilan data, diambil 10 data pertama dari setiap kondisi. Rata – rata dari waktu proses saat berhasil adalah 0.6458 detik sedangkan rata-rata waktu saat program gagal adalah 0.63 detik. Dapat disimpulkan bahwa waktu proses pada kedua kondisi hampir sama dan frekuensi *subscribe* dari *node* kontrol *turtlebot* mencukupi waktu proses yang dibutuhkan, yaitu 1 Hz.

### IV. KESIMPULAN

Dari proses perancangan, pembuatan dan pengujian program dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Program pendeteksi tangan dapat dengan mudah mengidentifikasi bentuk tangan terbuka dan mengepal, namun kesulitan dalam mengidentifikasi bentuk tangan menjepit dan tidak diketahui. Hal ini disebabkan kurangnya variabel penentu bentuk tangan.
2. Program kontrol *turtlebot* dapat dengan cukup cepat mengontrol robot. Waktu yang dibutuhkan program untuk memproses perintah dan melakukan kontrol adalah 0.1035 detik dengan waktu maksimal 0.3471 detik.
3. Algoritma validasi dapat digunakan untuk mengurangi kemampuan *error* yang diakibatkan koordinat yang tidak valid, namun mengorbankan sebagian kecil *workspace* sebenarnya dari *OpenManipulator*.
4. Program kontrol *OpenManipulator* dapat dianggap cukup berhasil dalam melakukan kontrol terhadap robot lengan dengan tingkat kesuksesan sebesar 70%.
5. Waktu kontrol *OpenManipulator*, meskipun tidak secepat *turtlebot*, memiliki waktu yang relatif cukup cepat dengan

rata-rata waktu 0.6458 detik saat berhasil dan 0.63 detik saat gagal.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rouse, M. (April 2011). *WhatIs : Tech Target*. Retrieved November 13, 2019, from Tech Target: <https://whatIs.techtarget.com/definition/natural-user-interface-NUI>
- [2] Kramer, K.-L. (2012). *User Experience in the Age of Sustainability*. Morgan Kaufmann.
- [3] Edwin C. Montiel Vázquez et al. (2019). *MOBMA: Gesture driven mobile manipulator*.
- [4] Bassily, D., Guettler, J., Georgoulas, C., & Linner, T. (2014). *Intuitive and Adaptive Robotic Arm Manipulation using the Leap Motion Controller*. *ISR ROBOTIK 2014*, (pp. 78-84). Munich.
- [5] *Manipulation: OpenManipulator*. (u.d.). Retrieved November 12, 2019, from E-manual: <http://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/manipulation/#manipulation>
- [6] *Developer : Leap Motion*. (n.d.). Retrieved November 8, 2019, from Leap Motion: <https://developer.leapmotion.com/documentation/>

# Robot Penerima Tamu dengan Sistem Pengenalan Wajah dan Suara

<sup>1</sup> Aaron Marselino Lukman, <sup>2</sup> Petrus Santoso

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra, Surabaya

<sup>1</sup>m23416010@john.petra.ac.id, <sup>2</sup> petrus@petra.ac.id

**Abstract** - This Project will be focused on integration of face recognition and voice recognition to make a reception robot. This reception robot system uses Nvidia Jetson Nano as the main embedded device. There are 2 sensors used, the camera for image input and microphone for sound input. As for the actuator there are 2 devices used, the LCD monitor for the output image and the speaker for the sound output. The entire program on this system is written in Python with Ubuntu as the operating system. Based on the test results, the system successfully performed face recognition and voice recognition. The highest accuracy for the face recognition was 96%. The execution time of the face recognition program was very fast with an average time of 0.0544 second. The amount of face data that is recognized does not affect the execution time of the face recognition capability. With modified dictionary and language model data of voice recognition, the accuracy was 84.65%. This success rate is higher than using the default data which is only 26.32%.

**Keywords** — Receptionist Robot, face recognition, voice recognition, Jetson Nano

**Abstrak** - Proyek ini bertujuan untuk mengintegrasikan antara pengenalan wajah dan pengenalan suara untuk membuat robot penerima tamu. Sistem robot penerima tamu ini menggunakan Nvidia Jetson Nano sebagai perangkat *embedded* utama. Sensor yang digunakan ada 2, yaitu kamera sebagai masukan gambar dan mikropon sebagai masukan suara. Sedangkan untuk aktuator terdapat 2, yaitu lcd monitor sebagai keluaran gambar dan speaker sebagai keluaran suara. Keseluruhan program pada sistem ini dibuat dengan bahasa Python pada *operating system* Ubuntu. Berdasarkan hasil pengujian, sistem telah berhasil melakukan pengenalan wajah dan pengenalan suara. Untuk pengenalan wajah akurasi tertinggi didapatkan angka 96%. Waktu eksekusi dari program pengenalan wajah sangat cepat dengan rata-rata waktu 0,0544 detik. Jumlah data wajah yang dikenali tidak memengaruhi waktu dari eksekusi program pengenalan wajah. Dengan memodifikasi data pada pengenalan suara, didapatkan akurasi 84,65%. Akurasi ini jauh lebih tinggi daripada menggunakan data *default* yang hanya mendapatkan akurasi 26,32%.

**Kata Kunci** — Robot penerima tamu, pengenalan wajah, pengenalan suara, Jetson Nano

## I. PENDAHULUAN

Robot pada umumnya digunakan untuk menyelesaikan kegiatan yang tidak mampu atau tidak ingin dilakukan oleh manusia. Hal ini akan membuat robot memiliki banyak kelebihan yang tidak dibandingkan manusia yaitu menghasilkan luaran dengan hasil yang sama dan akurat

secara berulang-ulang, tidak memiliki rasa letih dan lelah yang bisa menguntungkan bagi pengusaha dan perusahaan [1].

Salah satu kegunaan robot dalam berinteraksi dengan manusia adalah pada pusat perbelanjaan. Tempat ini merupakan suatu tempat yang memiliki banyak pendatang dan digunakan oleh masyarakat untuk melakukan rekreasi dan melepas rasa penat setelah melakukan aktifitas [2]. Maka dari itu dengan banyaknya pengunjung yang datang, maka dibutuhkan peningkatan pelayanan. Salah satu contoh dari meningkatkan pelayanan adalah menyambut pengunjung dengan baik dan membantu pengunjung dalam memberikan penunjuk arah atau informasi yang dibutuhkan melalui robot. Robot inilah yang digunakan untuk menggantikan peran manusia karena lebih efektif dan efisien.

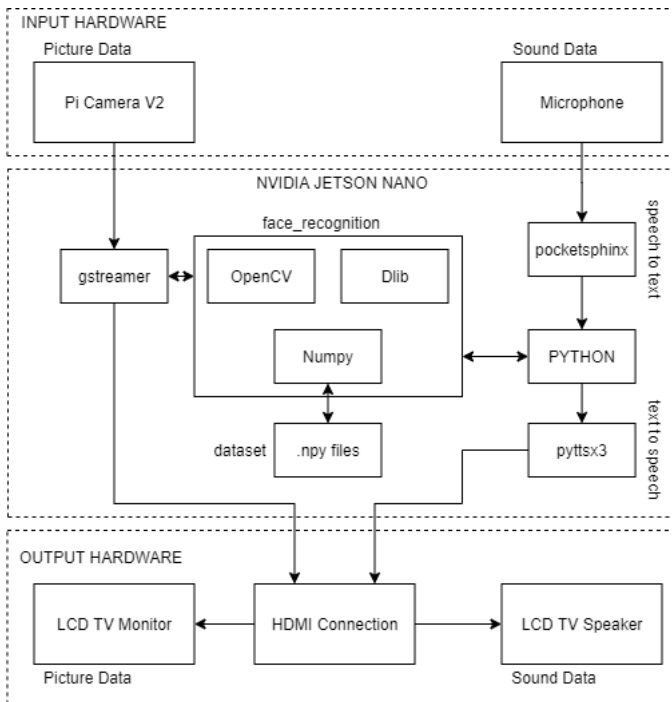
Di Indonesia sendiri masih sedikit robot yang berguna untuk menerima tamu, baik dari memberikan salam, menunjukkan arah, maupun memberikan informasi. Padahal menurut penjelasan di paragraf sebelumnya, robot penerima tamu ini sangat penting untuk meningkatkan pelayanan. Salah satu contoh robot penerima tamu yang sudah dibuat sebelumnya ada pada penelitian dengan judul "*An Affective Guide Robot in Shopping Mall*" [2]. Robot tersebut memiliki beberapa fungsi dari pemandu arah, menjalin hubungan yang baik, dan menampilkan iklan. Pada fungsi pemandu arah pengunjung pusat perbelanjaan akan ditampilkan sebuah map lokasi yang diminta oleh pengunjung melalui pengenalan suara. Pada fungsi menjalin hubungan yang baik, robot bisa berkomunikasi layaknya manusia dan bisa bergerak untuk berinteraksi dengan pengunjung. Untuk fungsi iklan, nantinya akan ditampilkan toko beserta produk-produk yang dijual.

Dari latar belakang masalah dan referensi penelitian sebelumnya, penulis akan membuat robot penerima tamu untuk meningkatkan pelayanan di tempat umum, baik di pusat perbelanjaan, sekolah-sekolah, ataupun tempat-tempat yang memiliki banyak pengunjung. Pada proyek ini penulis akan mengurangi dan menambahkan beberapa fitur agar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan dari penulis. Pertama-tama untuk pengenalan suara tetap ada akan tetapi dibuat lebih sederhana. Kedua robot tidak memiliki interaksi fisik karena robot tidak bisa bergerak. Ketiga untuk menjalin hubungan yang lebih baik maka ditambahkan pengenalan wajah untuk menggantikan *tag rfid*. Hal ini dilakukan agar robot bisa berkenalan dengan orang baru ataupun menyapa orang yang sudah pernah datang sebelumnya. Keempat, fungsi dari robot penerima tamu ini ada 3, yaitu memberi salam, menampilkan informasi, dan menunjukkan arah

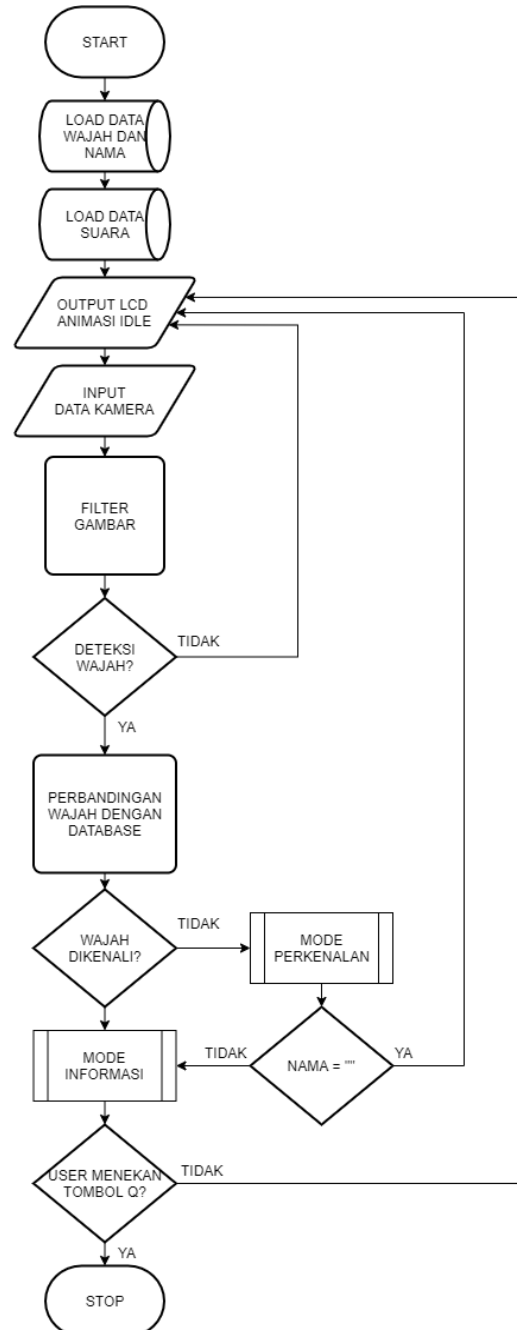
II. PERENCANAAN DAN IMPLEMENTASI

Proyek ini berfokus untuk mengintegrasikan program pengenalan wajah dan program pengenalan suara. Robot ini memiliki 3 fungsi utama yaitu pemberian salam, menampilkan informasi, dan menunjukkan arah dari suatu lokasi tertentu. Pengenalan wajah merupakan salah satu fitur yang digunakan untuk robot bisa melakukan pemberian salam. Sedangkan untuk pengenalan suara, digunakan untuk menggantikan *input* dari suatu perangkat *embedded* yang pada umumnya menggunakan *keyboard* ataupun *mouse*.

Sistem yang dibuat ini merupakan gabungan dari beberapa *input* dan *output* yang di program menggunakan bahasa Python pada sebuah perangkat *embedded* bernama Jetson Nano. Sistem ini memanfaatkan beberapa *library* yang sudah ada untuk melakukan pengenalan wajah dan suara. Pada sistem 2 data yang akan dilakukan proses yaitu data gambar dan data suara. Untuk melihat sistem secara keseluruhan bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram sistem keseluruhan



Gambar 2. Flowchart sistem secara keseluruhan

A. Alur Program Sistem

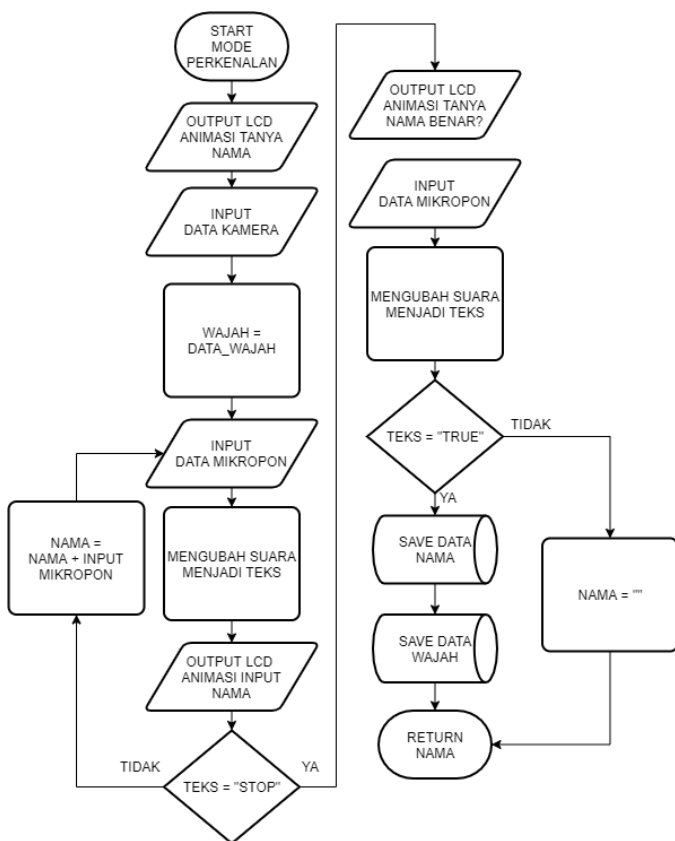
Pada alur program terdapat 3 buah *flowchart*. *Flowchart* pertama merupakan sistem secara keseluruhan dengan adanya 2 *subroutine* atau *function*. 2 *flowchart* lainnya merupakan penjelasan dari 2 *subroutine* tersebut yang akan ditampilkan lebih spesifik. *Flowchart* pertama ada pada Gambar 2.

Pada tahap awal program akan melakukan *load* semua data wajah dan suara yang sudah tersimpan sebelumnya dalam sebuah *file*. Untuk melakukan interaksi dan mengetahui bahwa robot sedang dalam keadaan *idle* akan ditampilkan sebuah animasi wajah robot. Hal ini akan terpanggil secara terus-menerus jika wajah tidak terdeteksi. Saat wajah terdeteksi maka program akan melakukan perbandingan wajah yang terdeteksi tadi dengan data wajah yang sebelumnya di *load*



oleh program. Jika wajah yang terdeteksi tadi ada pada data wajah maka bisa diartikan bahwa wajah telah dikenali.

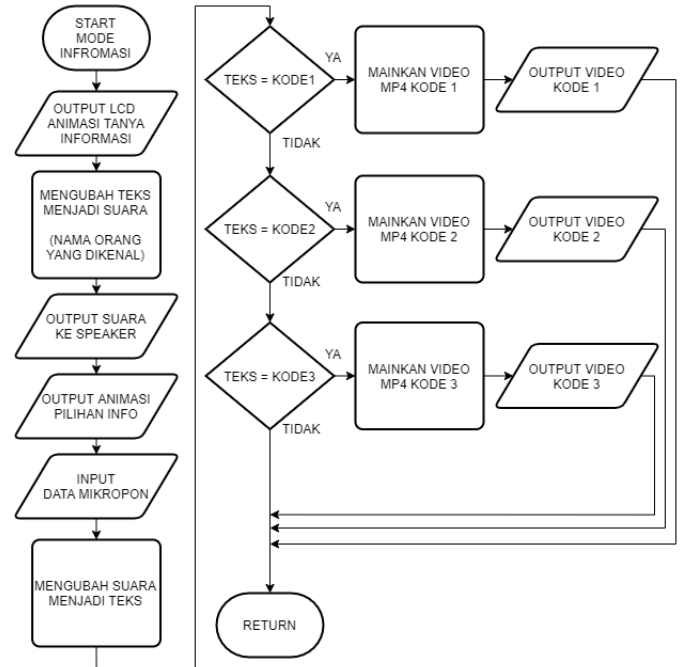
Pada proses percabangan wajah dikenali maka terdapat 2 jalan, yaitu masuk ke mode pengenalan yang nantinya wajah tersebut akan disimpan dalam *file* data wajah, atau mode informasi yang berguna agar pengunjung bisa bertanya informasi yang dibutuhkan. Di bawah mode pengenalan terdapat percabangan khusus yang melihat nilai *return* dari mode pengenalan. Percabangan ini dibuat untuk membedakan pengenalan yang berhasil dan tidak berhasil. Jika berhasil maka nilai *return* tidak kosong dan akan masuk ke mode informasi. Sedangkan untuk nilai *return* yang menghasilkan nilai kosong akan langsung kembali ke animasi *idle*. Pada akhir program akan disediakan sintaksis jika tombol "Q" pada *keyboard* ditekan maka program akan memberhentikan sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. Flowchart untuk *subroutine* mode pengenalan

Pada Gambar 3 bisa dilihat alur dari *subroutine* mode pengenalan. Pada awalnya akan ditampilkan animasi berupa robot yang sedang menanyakan nama dan meminta pengguna untuk berada pada posisi yang tepat untuk menangkap gambar wajah yang dibutuhkan. Setelah gambar wajah ditangkap program akan melakukan konversi data wajah tersebut dalam bentuk *array* yang akan disimpan pada suatu variabel sementara. Setelah itu, program akan mendengarkan huruf

atau abjad dalam Bahasa Inggris yang sudah ditentukan untuk mengeja nama dari pengguna tersebut sampai pengguna berkata "stop". Program akan berlanjut untuk memastikan apakah nama sudah benar atau tidak. Jika pengguna mengatakan "True" nama dan data wajah tadi akan disimpan, jika tidak maka variabel nama akan dikosongkan dan kembali ke program awal tanpa menyimpan data apapun.



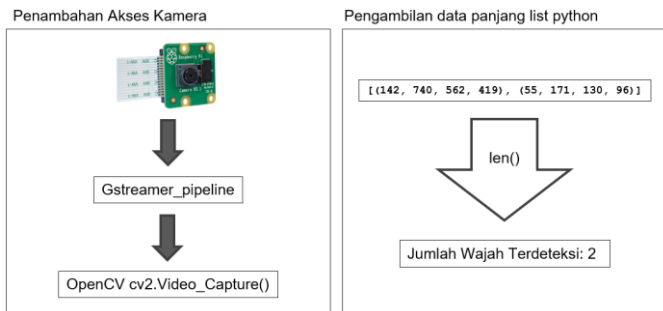
Gambar 4. Flowchart untuk *subroutine* mode informasi

Pada Gambar 4 bisa dilihat alur dari *subroutine* dari mode informasi. Saat masuk ke dalam mode ini awalnya saat wajah dikenali program akan mengeluarkan *string* berupa nama orang yang dikenali tersebut. Untuk melakukan sapaan ini program akan menampilkan animasi bertanya dengan model orang berbicara dan menambahkan suara yang dilakukan oleh *text to speech* oleh sebuah *library*. Setelah itu pengguna akan diminta untuk mengatakan kode yang akan dibutuhkan informasinya. Jika kode tersebut ada pada pilihan maka kode yang terpilih tadi akan menampilkan video dari kode tersebut. Pada *flowchart* ini hanya diwakilkan 3 kode saja untuk menghemat tempat. Untuk program yang sebenarnya akan ada 9 percabangan yang masing-masing mewakili video informasi yang ada.

### B. Program Deteksi Wajah

Pemrograman deteksi wajah pada proyek ini menggabungkan *library* *face\_recognition* milik Adam Geitegey [3] dengan CSI-Camera milik Kangalaw [4]. *Library* *face\_recognition* digunakan untuk melakukan deteksi wajah, dengan menghasilkan nilai *array* lokasi dari setiap wajah yang ditemukan. Sedangkan CSI-Camera digunakan untuk

mengakses kamera pada Jetson Nano agar bisa digunakan dalam pemrograman Python. Karena untuk deteksi wajah hanya diperlukan jumlah dari wajah yang ditemukan, maka *array* yang didapatkan tadi hanya diambil panjangnya saja menggunakan perintah `len()`. Penambahan program untuk deteksi wajah ini bisa dilihat pada Gambar 5

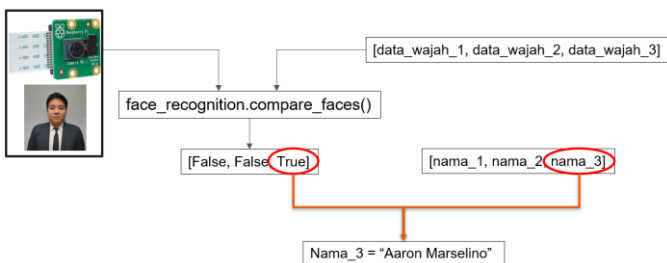


Gambar 5. Penambahan program deteksi wajah

### C. Program Pengenalan Wajah

Program untuk melakukan pengenalan wajah menggunakan *library* yang sama dengan sistem deteksi wajah, yaitu `face_recognition`. Pada program ini untuk melakukan pengenalan wajah perintah yang digunakan adalah `face_recognition.compare_faces()`. Pada sintaksis ini terdapat nilai toleransi. Nilai ini bisa diubah-ubah sesuai kebutuhan semakin kecil angkanya maka semakin ketat pengenalan wajah yang dilakukan. Jika tidak diisi maka secara *default* nilai toleransi adalah 0,6.

Ada beberapa tahap untuk melakukan pengenalan wajah ini. Tahap pertama adalah deteksi wajah. Jika wajah tidak terdeteksi maka sintaksis `compare_faces()` tidak akan terpanggil. Untuk tahap kedua yaitu melakukan komparasi. Program ini akan menghasilkan letak dari dataset yang bernilai "True" yang mengartikan ada wajah yang terdeteksi. Tahap ketiga merupakan tahap untuk mengambil data nama dari wajah yang dikenali. Setelah letak nilai "True" ditemukan nama dengan urutan yang sama akan menjadi hasil dari program ini. Hal ini dikarenakan data nama dan data wajah memiliki urutan yang sama. Alur program secara sederhana bisa dilihat pada Gambar 6

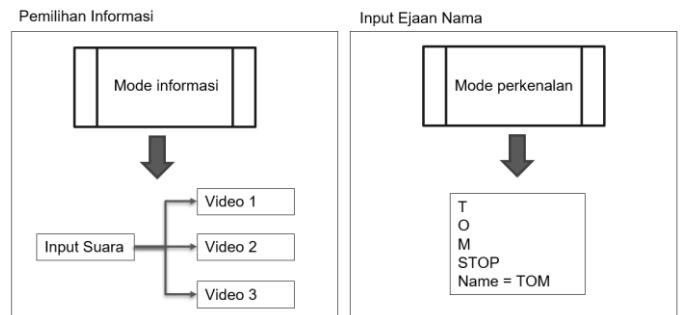


Gambar 6. Alur program sederhana dari pengenalan wajah

### D. Program Pengenalan Suara (Speech to text)

Program pengenalan suara ini digunakan untuk 2 hal pada sistem yaitu untuk mendengarkan pengenalan nama dan untuk melakukan pemilihan informasi. Program ini menggunakan *library* yang sudah ada yaitu `pocketpshinx` [5]. *Library* ini dipilih karena kemampuannya untuk melakukan perubahan dari suara menjadi teks secara *offline*.

Kegunaan dari *speech to text* ini ada 2 yaitu untuk menampilkan informasi dan mengeja nama dari pengguna yang belum dikenali. Kedua kegunaan ini akan dimasukkan ke dalam *function* yaitu mode informasi dan mode pengenalan. Contoh alur sederhana yang menggunakan *speech to text* sebagai inputnya bisa dilihat pada Gambar 7.

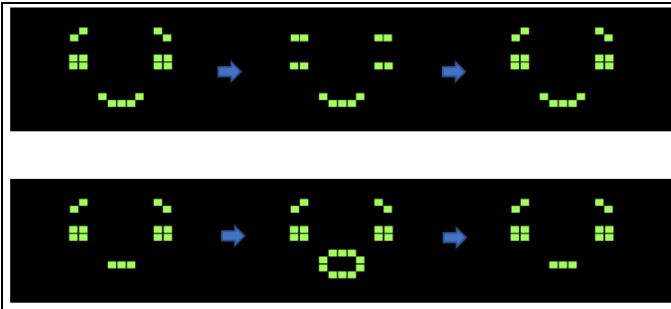


Gambar 7. Alur sederhana 2 kegunaan *speech to text*

### E. Program Menampilkan Animasi dan Informasi

Pada sistem tampilan animasi dan informasi ini terdapat 2 buah program yang digunakan, yaitu menggunakan *video player* dan `OpenCV`. Untuk video player digunakan `gstreamer` melalui program python sedangkan `OpenCV` digunakan untuk menghasilkan animasi. Masalah yang terjadi sehingga dibutuhkan 2 macam program adalah pada `OpenCV` tidak bisa menampilkan video dengan suara. Sehingga `OpenCV` ini akan digunakan untuk animasi yang tidak perlu sinkronisasi antara suara dengan gambar seperti animasi *idle* dan animasi tanya. Sedangkan untuk menampilkan informasi seperti arah dan petunjuk yang diperlukan untuk menampilkan mp4 dengan suara, maka dibutuhkan video player seperti `gstreamer`.

Untuk menampilkan animasi terdapat 2 *library* penting yang dibutuhkan yaitu `OpenCV` dan `time`. `OpenCV` digunakan untuk mengambil gambar dari folder dan menampilkannya *Library time* disini digunakan untuk menentukan lama waktu gambar tersebut ditampilkan. Lama waktu ini akan membuat gambar berganti-ganti dengan selang waktu yang berbeda-beda dan membuat gambar seolah-olah bergerak. Contoh animasi bisa dilihat pada Gambar 8.

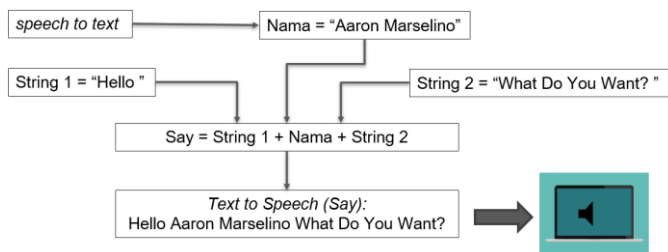


Gambar 8. Contoh animasi yang ditampilkan

Untuk *video player* digunakan program yang diambil dari github dengan link: <https://github.com/hadware/gstreamer-python-player> [6]. Pada folder github ini diambil sebuah *example* python dengan nama *player-minimal.py*. akan tetapi terdapat problem pada program ini sehingga diperlukan program tambahan untuk mengetahui kapan video selesai dan mematikannya. Maka dari itu ditambahkan program untuk menunggu EOS (*End of State*) dan melakukan *set\_state* ke kondisi NULL. Program tambahan ini didapatkan dari kode Python pada link: <https://github.com/gkralik/python-gst-tutorial/blob/master/basic-tutorial-1.py> milik Gregor Kralik [7].

**F. Program Mengubah Teks Menjadi Suara**

Pada sistem ini untuk mengubah suara menjadi teks digunakan *library* yang dinamakan *pytsx3* [8]. *Library* ini akan secara otomatis mengubah teks dalam *string* menjadi suara yang dikirimkan ke *speaker* yang terdapat pada televisi melalui kabel HDMI. Kegunaan dari sistem ini adalah nantinya robot akan memanggil nama dari wajah yang dikenali. Karena nama dari orang tersebut tidak selalu sama dan bisa berubah-ubah maka dibutuhkan system *text to speech*. Hal yang perlu diperhatikan pada program ini adalah *speaking rate*. Semakin kecil maka suara yang dihasilkan semakin lambat Gambar alur program dari *text to speech* ada pada Gambar 9.



Gambar 9. Alur program *text to speech*

**G. Modifikasi Penyimpanan Data Wajah**

Data wajah disimpan dalam bentuk *numpy file*. Maka dari itu, dibutuhkan *library* Numpy untuk menggunakannya. Untuk mengambil dan menyimpan data digunakan sintaksis *np.load()* dan *np.save()*. Numpy dipilih karena data yang digunakan untuk *library* *face\_recognition* merupakan data *array*. Data

untuk pengenalan wajah ini terdapat 2 jenis yaitu data *array* dari setiap wajah berupa 128 angka (*known\_face\_encodings*) dan data *array* nama dari setiap orang yang sudah dikenali (*known\_face\_names*). Untuk menghasilkan 128 angka *array* atau *embedding* ini bisa dilakukan dengan memanggil sintaksis *face\_recognition.face\_encodings()*. Perbedaan dari kedua dataset ini bisa dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Perbedaan dataset wajah dan nama

Keterangan	Known_face_names	Known_face_encodings
Kegunaan	Menyimpan nama dari setiap orang	Menyimpan dataset wajah yang telah dilakukan <i>encoding</i>
Bentuk	String List atau String Array	Multiple Array
Metode Penambahan	<i>numpy.append()</i>	<i>numpy.vstack()</i>
Contoh	["Aaron", "Biden", "Obama"]	[ [128 array data_1] [128 array data_2] [128 array data_3]]

**H. Modifikasi Penyimpanan Data Suara**

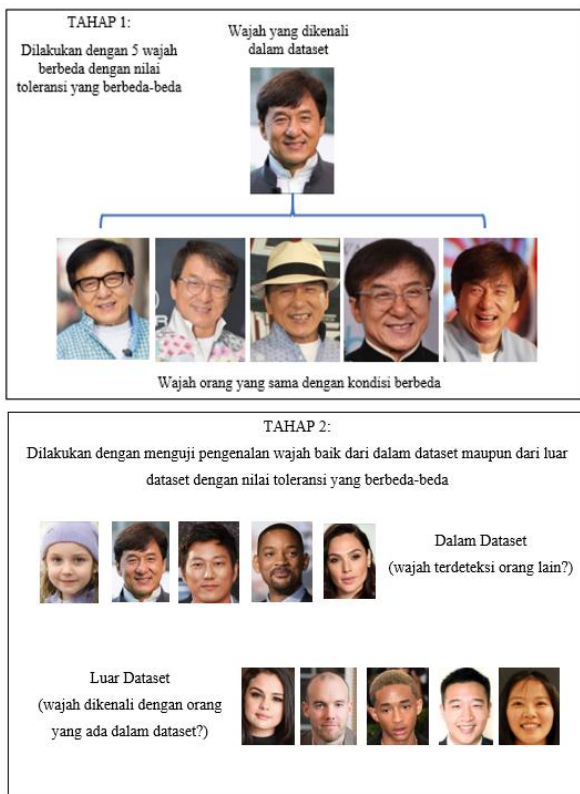
Pada sistem pengenalan suara ini untuk meningkatkan akurasi maka dilakukan perubahan pada *file LM* dan *file DIC* dengan cara membuat kamus sendiri dengan bantuan program bernama *lmtool*. Cara untuk meningkatkan akurasi dari *speech to text* ini didapat dari web *ghatage.com* tentang *Make Pocketshinx recognize new words* [9]. Metode ini merupakan cara untuk membatasi banyaknya kata yang digunakan dalam *library* *pocketsphinx*. Sehingga dengan batasan ini diharapkan akurasi dari pengenalan suara ini bisa lebih baik. Data suara baru akan memiliki data-data meliputi "0-9", "A-Z", "STOP", "TRUE", dan "FALSE".

**III. PENGUJIAN DAN HASIL**

Pada bab ini akan dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi dari *library* ataupun sistem yang digunakan untuk robot penerima tamu ini.

**A. Pengujian Pengenalan Wajah Berdasarkan Nilai Toleransi**

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan nilai toleransi pada program pengenalan wajah untuk mendapatkan akurasi yang paling tinggi. Pengujian ini dilakukan dalam 2 tahap. Untuk tahap pertama dilakukan pengenalan wajah sama dengan kondisi berbeda sebanyak 5 wajah. Sedangkan untuk tahap kedua dilakukan percobaan sebanyak 10 wajah dengan pembagian 5 wajah dalam *database* dan 5 wajah dari luar *database*. Nantinya kedua tahap ini akan dilakukan berulang kali dengan nilai toleransi yang berbeda-beda. Ilustrasi pengujian ini bisa dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Ilustrasi pengujian program pengenalan wajah

Tabel 2. Hasil akurasi total dari tahap 1 dan tahap 2

Nilai Akurasi Total			Toleransi Tahap 1				
			0.4	0.45	0.5	0.55	0.6
			68%	92%	100%	100%	100%
Toleransi Tahap 2	0.4	100%	84%				
	0.45	100%		96%			
	0.5	70%			85%		
	0.55	60%				80%	
	0.6	30%					65%

Dari Tabel 2 bisa diketahui bahwa akurasi paling tinggi adalah menggunakan nilai toleransi 0.45. hal ini dibuktikan dari hasil rata-rata akurasi antara tahap 1 dan tahap 2 yang menghasilkan nilai akurasi pengenalan wajah 96%. Sehingga dari sini untuk nilai dari variabel *tolerance* pada `face_recognition.compare_faces()` akan menggunakan 0.45 untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

### B. Pengujian Pengenalan Wajah Terhadap Data Wajah yang Dikenali

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengenalan wajah dengan jumlah data yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 8 dataset berbeda jumlah yang sudah disimpan sebelumnya. Waktu yang dicatat pada pengujian ini adalah waktu untuk mengambil dataset (*load*) dan waktu eksekusi

program pengenalan sebanyak 5 kali percobaan dari orang yang sama.

Tabel 3. Data pengujian waktu pengenalan wajah

Jumlah Dataset	Load	Waktu Eksekusi (detik)					Rata-Rata
		Waktu Pengenalan Wajah (detik)					
		1	2	3	4	5	
3	0.034	2.99	0.05	0.04	0.05	0.05	0.048
5	0.039	2.94	0.06	0.05	0.05	0.07	0.059
10	0.038	2.89	0.04	0.07	0.06	0.04	0.057
15	0.040	3.04	0.06	0.04	0.06	0.04	0.053
20	0.035	2.95	0.07	0.05	0.04	0.04	0.053
30	0.034	2.95	0.37	0.04	0.03	0.04	0.040
40	0.033	3.00	0.08	0.05	0.04	0.04	0.054
50	0.043	3.11	0.09	0.07	0.05	0.04	0.068
Rata-Rata							0.05442

Dari Tabel 3 diketahui bahwa tidak ada perbedaan waktu yang signifikan antar jumlah dataset. Hanya saja terlihat bahwa pengenalan wajah pertama kali sejak program dijalankan akan memakan waktu lebih lama daripada pengenalan wajah berikutnya. Hal ini dikarenakan program membutuhkan waktu untuk melakukan *load* pertama kali dan ini membutuhkan waktu yang cukup lama. Karena waktu pengenalan wajah memiliki waktu yang sangat berbeda maka waktu pertama ini akan dianggap sebagai *outlier*. Sehingga waktu rata-rata untuk melakukan pengenalan wajah adalah 0.05442 detik

### C. Pengujian Pengenalan Suara

Pengujian pengenalan suara ini dilakukan untuk mengetahui berapa akurasi yang bisa didapatkan dengan menggunakan *library* `pocketsphinx` yang sudah dimodifikasi pada *dictionary* dan *language model*. Dilakukan juga pengujian menggunakan *dictionary* dan *language model default* saat menginstall `pocketsphinx`. Sebagai pembandingan dilakukan juga pengujian dengan bantuan *google translate* dimana nantinya *voice* pada *google translate* juga akan menjadi suara yang masuk pada mikropon. Hal ini dibuat dengan tujuan untuk mengetahui apakah pelafalan penulis dengan pelafalan *google translate* terdapat perbedaan yang signifikan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *reserve word* yang sebelumnya sudah disimpan pada dataset pengenalan suara.

Tabel 4. Hasil pengujian pengenalan suara

Data yang Digunakan	Suara Pengguna	Suara <i>voice google translate</i>
Data <i>default</i>	39.47%	13.16%
Data modifikasi	81.58%	87.72%

Dari hasil Tabel 4 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan akurasi yang sangat signifikan. Terlihat dari yang pengujian awal yang hanya menghasilkan 26.32% naik menjadi 84.65%. Pada pelafalan juga didapatkan hasil yang lebih baik dalam

menggunakan *voice* dari *google translate* dimana penulis hanya mendapatkan 81.58% sedangkan *voice google translate* mendapatkan akurasi 87.72%. Hal ini mengartikan bahwa pelafalan akan memengaruhi program pengenalan suara yang dilakukan.

#### IV. KESIMPULAN

Dari seluruh perencanaan, implementasi, dan pengujian dari robot penerima tamu ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengenalan wajah memiliki akurasi tertinggi yaitu 96% dengan menggunakan nilai *tolerance* = 0.45 pada *function compare\_faces()*. Untuk jumlah dataset, tidak ada pengaruh waktu yang signifikan. Eksekusi program berlangsung cukup cepat dengan rata-rata waktu 0.0544 detik.
2. Pengenalan suara hasil modifikasi memiliki akurasi yang lebih tinggi daripada menggunakan pengenalan suara dengan data *default*. Dimana hasil modifikasi menghasilkan angka akurasi 84.65%. Pelafalan juga memiliki pengaruh dengan tingkat akurasi. Pelafalan yang benar (*voice google translate*) memiliki akurasi lebih tinggi yaitu sekitar 87.72%.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. D. Putro and J. Litouw, "Robot Pintar Penyambut Costumer pada Pusat Perbelanjaan Kota Manado," *Rekayasa Elektr.*, vol. 13, pp. 8–17, 2017, Accessed: Sep. 24, 2019. [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/128171-ID-robot-pintar-penyambut-costumer-pada-pus.pdf>.
- [2] T. Kanda, M. Shiomi, Z. Miyashita, H. Ishiguro, and N. Hagita, "An affective guide robot in a shopping mall," in *Proceedings of the 4th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, HRI'09*, 2008, pp. 173–180, doi: 10.1145/1514095.1514127.
- [3] A. Geitegey, "GitHub - ageitgey/face\_recognition: The world's simplest facial recognition api for Python and the command line." [https://github.com/ageitgey/face\\_recognition](https://github.com/ageitgey/face_recognition) (accessed Jun. 22, 2020).
- [4] Kangalaw, "GitHub - JetsonHacksNano/CSI-Camera: Simple example of using a CSI-Camera (like the Raspberry Pi Version 2 camera) with the NVIDIA Jetson Nano Developer Kit." <https://github.com/JetsonHacksNano/CSI-Camera> (accessed Jun. 22, 2020).
- [5] D. Prazdnichnov, "GitHub - bambocher/pocketsphinx-python: Python interface to CMU Sphinxbase and Pocketsphinx libraries." <https://github.com/bambocher/pocketsphinx-python> (accessed Jun. 22, 2020).
- [6] "GitHub - hardware/gstreamer-python-player: Minimalist examples of audio players in python, using the new Gstreamer 1.0 API." <https://github.com/hardware/gstreamer-python-player> (accessed Jun. 22, 2020).
- [7] K. Gregor, "python-gst-tutorial/basic-tutorial-1.py at master · gkralik/python-gst-tutorial · GitHub." <https://github.com/gkralik/python-gst-tutorial/blob/master/basic-tutorial-1.py> (accessed Jun. 22, 2020).
- [8] N. Bhat, "GitHub - nateshmbhat/pyttsx3: offline Text To Speech synthesis for python." <https://github.com/nateshmbhat/pyttsx3> (accessed Jun. 22, 2020).
- [9] A. Ghatage, "Make Pocketsphinx recognize new words · Panopticon," 2012. <http://ghatage.com/tech/2012/12/13/Make-Pocketsphinx-recognize-new-words/> (accessed Jun. 23, 2020).

## PENGENALAN RAMBU BATAS KECEPATAN PADA DUCKIEBOT

Steven Jaya Nugraha, Petrus Santoso, Handry Khoswanto.

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra, Surabaya  
steven90jaya@gmail.com, petrus@petra.ac.id, handry@petra.ac.id

**Abstrak** — Proyek ini menambahkan fitur pada *duckiebot* untuk mengenali rambu batas rambu kecepatan. Pengenalan rambu batas kecepatan menggunakan metode *haarcascade*. Hasilnya *duckiebot* dapat mengenali rambu ketika berjalan dengan tingkat keberhasilan 90%. Gangguan cahaya diberikan pada proses pembacaan dengan tingkat keberhasilan 95%. Gangguan lain juga diberikan dengan memberikan objek yang identik dengan rambu batas kecepatan dengan tingkat keberhasilan 100%.

**Kata kunci:** Rambu Batas Kecepatan, *Duckiebot*, *Duckietown*, Robot Operating System (ROS) dan Raspberry Pi 3.

**Abstrak** — This project adds a feature on *duckiebot* to recognize speed limit signs. The recognition system of speed limit signs using the *haarcascade* method. The result *duckiebot* can recognize signs when walking with a 90% success rate. Light disturbances are given in the reading process with a recognition rate of 95%. Other shows the system can differentiate the object and actual speed limit signs with 100% recognition rate.

**Kata kunci:** Rambu Batas Kecepatan, *Duckiebot*, *Duckietown*, Robot Operating System (ROS) dan Raspberry Pi 3.

### I. PENDAHULUAN

*Duckiebot* adalah platform yang digunakan untuk edukasi *Autonomy* dan *research*. Platform terdiri dari *duckiebot* sebagai *autonomous vehicle* dan *Duckietown* sebagai kotanya. *Duckietown* lengkap dengan jalan, lampu lalu lintas, rintangan, serta penduduk yang dibutuhkan dalam system transportasi. *Duckiebot* mendeteksi sekitarnya hanya menggunakan *camera* mono dan semua diproses dengan *Raspberry Pi*. Banyak hal yang dapat dilakukan oleh *duckietown* mulai dari mengikuti garis, hingga membaca rambu rambu lalu lintas. Semua materi yang dibutuhkan merupakan *open source*, sehingga diharapkan komunitas komunitas dapat mengambil platform tersebut sebagai edukasi dan *research*[1].

Di Universitas Kristen Petra, terdapat mahasiswa yang telah membuat proyek tentang *duckietown*. Pertama, Glenn Ryan Purwanto melakukan penelitian pengenalan rambu rambu. *Duckiebot* tersebut dapat berjalan sendiri serta dapat beraksi sesuai dengan perintah atau peraturan rambu- rambu tersebut. Rambu-rambu yang digunakan oleh peneliti ialah rambu lurus, rambu belok kiri, rambu belok kanan, rambu putar balik [2]. Kedua, Michael Emmanuel Victorious melakukan penelitian pada menjaga jarak aman antar *duckiebot*. Peneliti menggunakan metode *circles grid*, dimana terdapat pola *circles grid* yang terletak pada bagian belakang *duckiebot*. Program

yang dijalankan akan mendeteksi pola *circles grid* untuk mengetahui koordinat dari setiap lingkaran dalam satuan pixel. Sehingga dari *circles grid* tersebut, *duckiebot* dapat menjaga jarak aman dan tidak menabrak *duckiebot* didepannya.[3]

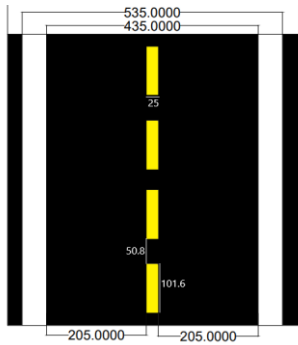
Kemampuan mengenali rambu rambu lalu lintas adalah sesuatu yang penting dalam dunia *autonomous car*. Sistem ini dapat membantu supir jika mereka tidak sengaja melewati rambu rambu terutama rambu batas kecepatan. Sistem akan memberikan peringatan pada driver. Untuk kedepannya, *autonomous car* seharusnya sudah memiliki fitur tersebut untuk mengontrol *autonomous car* agar tidak melebihi batas kecepatan pada jalan tersebut [4]. Fitur ini juga berfungsi sebagai *safety* pada kendaraan di masa depan.

Pada proyek yang telah dilakukan oleh Glenn dan Michael belum terdapat fitur yang memiliki kemampuan untuk pembacaan rambu batas kecepatan. Maka dari itu pada proyek ini, akan berfokus pada platform *duckietown* yang dapat mengenali rambu batas kecepatan. Dilengkapi dengan mikrokontroler Raspberry pi, yang memiliki kemampuan membaca rambu batas kecepatan pada suatu jalan. Sensor yang digunakan adalah kamera *fisheye* dari *Raspberry Pi*. *Duckiebot* dapat berjalan sendiri dan menaati rambu batas kecepatan yang ada tanpa perlu dikendalikan menggunakan *remote control*. Ketika kecepatan melebihi batas maksimal maka *duckiebot* akan menyesuaikan kecepatan dibawah batas maximal. Begitu juga jika kecepatan *duckiebot* dibawah kecepatan minimal maka *duckiebot* akan mempercepat sesuai dengan rambu yang sudah ditentukan.

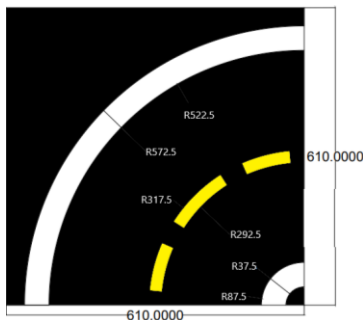
### II. PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI

#### A. Desain Arena *Duckietown*

Arena *duckietown* terdiri dari 2 buah seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1** yang merupakan desain jalur lurus dan **Gambar 2** merupakan desain jalur belok. Desain arena tersebut dirancang memiliki masing masing panjang 610 mm dan lebar 610 mm. lebar garis putih yaitu 50 mm, lebar garis kuning 25 mm, panjang garis kuning 101.6 mm dan jarak antara garis kuning dengan garis kuning yang lain 50.8 mm. Arena ini memiliki 2 jalur agar terhidar dari tabrakan dari arah berlawanan. Jarak antara jalur kiri dan kanan adalah 205 mm. Ukuran ukuran tersebut sudah sesuai *standart* yang sudah ditetapkan oleh pengembang dari *duckietown*.



Gambar 1 Jalur Lurus



Gambar 2 Jalur Belok

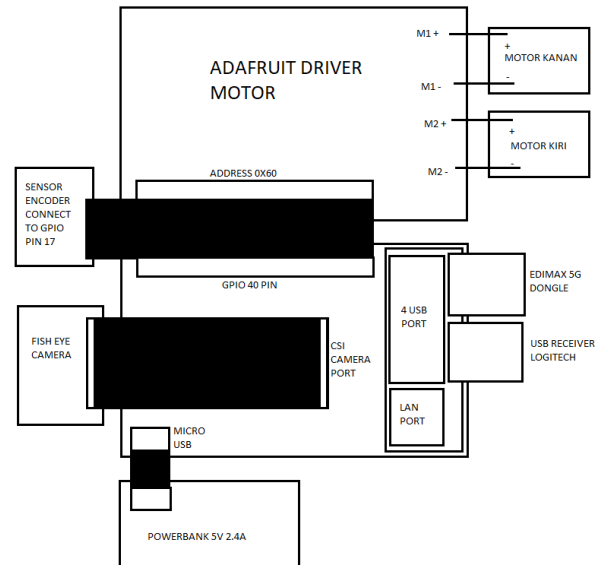
Arena *duckietown* pada **Gambar 1** dan **Gambar 2** dapat digabung dan hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 3** Arena *duckietown* terbuat dari bahan dasar *evamat* agar arena *duckietown* dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Bahan *evamat* memiliki Panjang 610 mm lebar 610 mm dan ketebalan 10 mm. *Evamat* dilapisi warna dasar hitam *matte*, penggunaan warna tersebut berfungsi untuk meminimalisir pantulan cahaya yang berasal dari lampu ruangan. Garis putih digunakan cat semprot berwarna putih *matte* dan garis kuning menggunakan warna kuning *matte*.



Gambar 3 Perakitan Arena

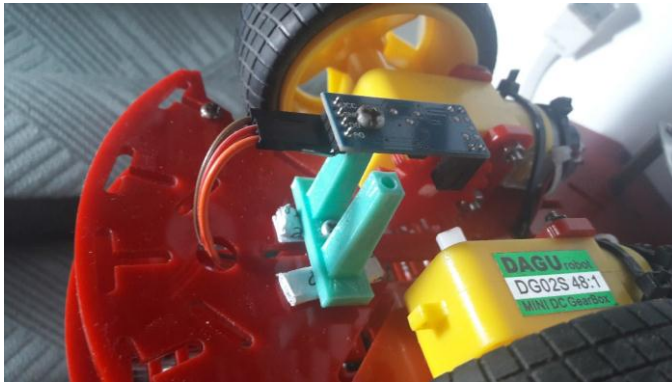
### B. Platform Duckiebot

*Duckiebot* terdiri dari beberapa komponen yang dirangkai menjadi satu kesatuan. Komponen tersebut ialah mikroprocessor sebagai pengelola data atau bias dikatakan sebagai komputernya menggunakan *Raspberry pi 3B* atau yang lebih tipe baru. Kamera digunakan sebagai sensor, Menggunakan kamera *Raspberry pi* dengan lensa *Fisheye* agar cakupan visualnya lebih lebar. *Driver* motor yang digunakan untuk memberikan output PWM ke motor sesuai intuksi yang diberikan mikroprocessor. 2 buah motor yang sudah tergabung dengan *gearbox* dan 2 buah roda yang masing masing memiliki diameter 60 mm. *Roller Ball* yang memiliki diameter 28 mm. *Edimax 5GHz dongle* digunakan untuk memancarkan wifi yang terhubung ke Laptop atau *personal computer* untuk melakukan pemrograman. Pada proyek ini, digunakan sensor tambahan berupa encoder yang berfungsi membaca pergerakan roda. Sensor tersebut ditambahkan dengan desain system seperti **Gambar 4**



Gambar 4 Desain Duckiebot

Pada proyek ini ditambahkan sensor encoder pada bagian roda yang memanfaatkan cahaya sebagai media pembacaan RPM pada motor. Dudukan sensor dibuat menggunakan bantuan dari aplikasi *Solidworks* kemudian direalisasikan menggunakan bantuan dari printer 3D. Sensor yang encoder yang telah terpasang pada body *duckiebot* kemudian akan dihubungkan ke GPIO *Raspberry Pi 3B*. Sensor diberi aliran listrik 3.3V. *Socket VCC* pada sensor dihubungkan ke Pin 3.3V pada GPIO, *socket GND* dihubungkan ke Pin Ground GPIO, *Socket D0* dihubungkan ke Pin 17 pada GPIO. Seperti pada **Gambar 5**



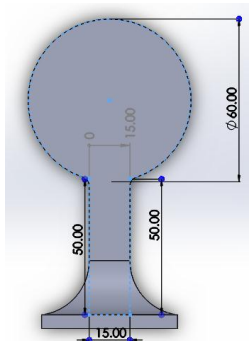
Gambar 5 Pemasangan Dudukan Sensor

### C. Rambu Batas Kecepatan

Dalam proyek ini menggunakan rambu batas kecepatan yang sudah didesain oleh pengembang menyesuaikan dengan kondisi *duckiebot* dan factor ukurannya. Untuk lebih detail berikut **Gambar 6** dan **Gambar 7** merupakan desain rambu batas kecepatan yang digunakan dalam proyek ini berikut dengan ukuran yang disesuaikan dan desain warna yang menyesuaikan dengan rambu batas kecepatan yang ada di dunia nyata. Rambu batas kecepatan ini memiliki diameter 60 mm sesuai dengan **Gambar 6 Desain Rambu Batas Kecepatan** Tiang rambu miliki tinggi keseluruhan 115 mm. Diameter lingkaran 60 mm, kemudian tinggi tiang 50mm dan ketebalan alasnya 5 mm.



Gambar 6 Desain Rambu Batas Kecepatan



Gambar 7 Desain Tiang Rambu

Hasil desain tiang yang telah dilakukan menggunakan aplikasi *Solidworks* dikonversikan menjadi nyata. Pengaturan control meliputi kepadatan bahan, kecepatan print, hingga

estimasi berat dan lama proses *printingnya*. Lalu hasilnya ditempel pada tiang rambu yang telah dibuat sebelumnya seperti pada **Gambar 8**



Gambar 8 Rambu Batas Kecepatan

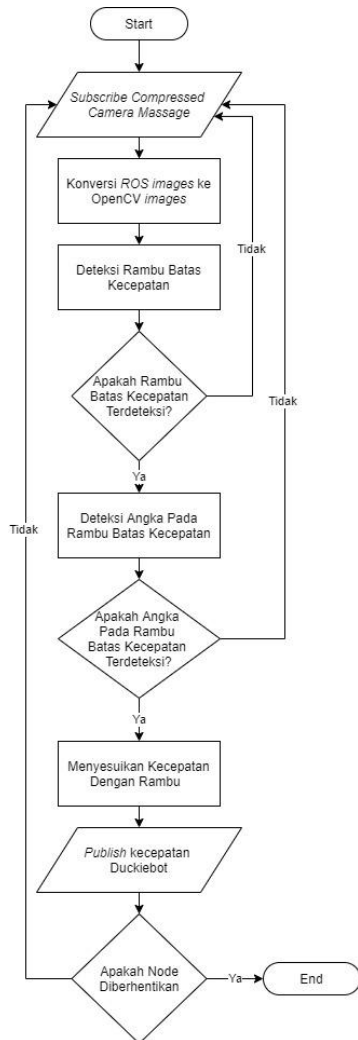
### D. Program Pengenalan Rambu Batas Kecepatan

Pembuatan *file training* dimulai dari menyediakan gambar *positive* dan *negative*. *Positive* adalah gambar yang terdapat rambu dan *negative* adalah gambar yang tidak terdapat rambu. *Sample* gambar yang digunakan sebaiknya 100 gambar *positive* dan 100 gambar *negative*. Mempunyai banyak gambar *positive* dan *negative* akan menghasilkan *classifier* yang lebih akurat. Gambar *positive* dalam format *.bmp* dan gambar *negative* dalam format *.jpg*.

Setelah melakukan training pada bentuk rambu akan dihasilkan file dengan format “*.XML*”. File ini yang akan dimasukan kedalam *duckiebot*. Mengirim file dari laptop ke *Duckiebot* penulis menggunakan aplikasi yang bernama *WinSCP*. Aplikasi ini dapat memindahkan file dari laptop ke *duckiebot* melalui transmisi local. Pertama dengan memasukan *ip address duckiebot* kemudian *username* dan *password* yang telah dibuat untuk *duckiebot*. Setelah itu akan keluar tampilan file yang terdapat di *duckiebot* Pilih file pada laptop yang akan dikirim lalu pilih folder pada *duckiebot* untuk tempat file tersebut.

Pada **Gambar 9** akan menjelaskan cara kerja dari node yang akan digunakan pada proyek ini. Proses kerja dari program tersebut dimulai dengan node tersebut melakukan *subscribe* pada *compressed camera message*. Setelah node menerima *compressed camera message* yang berisi *images* dari *camera\_node*, maka node akan melakukan konversi *images*. Konversi *images* yang dilakukan adalah mengubah jenis *images* yang awalnya adalah ROS *images* menjadi OpenCV *images*. Dari *images* tersebut akan dideteksi apakah terdapat rambu pada gambar tersebut. Jika tidak terdapat rambu maka program akan melakukan *publish* yang dimana menyatakan bahwa tidak terdapat rambu pada gambar tersebut, kemudian node akan melakukan *subscribe* pada *compressed camera message* kembali





Gambar 9 Flowchart Program Sign Detector

### III. PENGUJIAN SISTEM

#### A. Pengujian Pengaruh Intensitas Cahaya

Pada pengujian ini adalah menguji pengenalan rambu dengan gangguan cahaya. Tujuan dari pengujian adalah mengetahui akurasi pendeteksian rambu ketika minim cahaya. Ruangan tersebut terdapat lampu TL sebanyak 3 biji yang masing masing memiliki kapasitas 16W dan temperatur cahaya 6500K. Metode Pengujian yang akan dilakukan dengan mematikan lampu sebanyak 1 buah, kemudian penulis akan tidak menjalankan *duckiebot* dengan mode *lane following* dan akan dilakukan 2 pengujian yaitu pengujian dengan mematikan 1 lampu TL dan pengujian kedua mematikan 2 lampu TL. Representasi pengujian pengenalan rambu batas kecepatan 40 km/jam pada arena *duckietown* dapat dilihat pada Gambar 10



Gambar 10 Pengujian Dengan 2 Buah Lampu TL

Pada pengujian kedua lampu TL akan dimatikan sebanyak 2 buah. Representasi pengujian pengenalan rambu batas kecepatan 40 Km/jam dan 20 Km/jam pada arena *duckietown* dapat dilihat Pada Gambar 11



Gambar 11 Pengujian Dengan 1 Buah Lampu TL

Dari hasil pengujian pengaruh intensitas cahaya terhadap pendeteksian rambu batas kecepatan pada *duckiebot* diatas yaitu ditunjukkan pada Gambar 10 Gambar 11. Didapatkan hasil bahwa intensitas cahaya berpengaruh terhadap pendeteksian rambu. Pada Gambar 11 yang merupakan pengujian kedua dimana hanya 1 buah lampu yang menyala, pada rambu 40 Km/jam angka pada rambu tidak dapat terdeteksi dan pada rambu 20 Km/jam angka masih dapat terdeteksi dengan baik. Berdasarkan percobaan diatas maka pendeteksian rambu membutuhkan pencahayaan yang cukup agar rambu dapat terbaca dengan baik.

#### B. Pengujian Pendeteksian Rambu Ketika Berjalan

Pengujian pengenalan terhadap rambu batas kecepatan 40 Km/jam oleh *duckiebot*. Tujuan dilakukan pengujian adalah untuk mengetahui apakah *Duckiebot* dapat mendeteksi ketika sedang berjalan dengan kecepatan lebih rendah dan kecepatan lebih tinggi dari rambu 40 Km/jam yaitu setara dengan 8 Cm/s. Metode pengujian dilakukan dengan 2 cara yaitu pertama *Duckiebot* akan dijalankan dengan kecepatan sekitar 6.5 Cm/det dan kedua *Duckiebot* akan dijalankan dengan kecepatan 10 Cm/det. Hasil dari pengujian akan dipresentasikan pada Tabel 1 dibawah ini

Tabel 1 Percobaan 6.5 Cm/det ke 8 Cm.det

Percobaan ke	Point
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	1
<b>Total Point</b>	<b>19</b>

Keterangan:

- 0 = Tidak Mendeteksi Rambu
- 1 = Hanya Mendeteksi Rambu
- 2 = Mendeteksi Rambu dan Angka

Penjelasan Tabel 1 hasil pengujian pendeteksian rambu batas kecepatan 40 km/jam mendapatkan point 19 dari 20 sehingga didapat bahwa 0 kali atau *duckiebot* tidak sama sekali tidak mengenali rambu. Kedua 1 kali *duckiebot* hanya mendeteksi rambu dan tidak mendeteksi angka pada rambu. Ketiga yang paling dominan 9 kali *duckiebot* mendeteksi rambu dan angka pada rambu.

Tabel 2 Percobaan Kecepatan 10 Cm/det ke 8 Cm/det

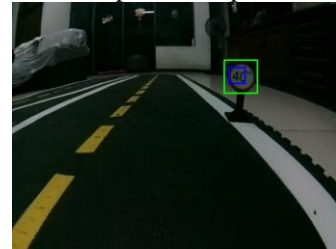
Percobaan ke	Point
1	2
2	2
3	2
4	0
5	1
6	2
7	0
8	0
9	1
10	0
<b>Total Point</b>	<b>10</b>

Keterangan:

- 0 = Tidak Mendeteksi Rambu
- 1 = Hanya Mendeteksi Rambu
- 2 = Mendeteksi Rambu dan Angka

Penjelasan Tabel 2 hasil pengujian pendeteksian rambu batas kecepatan 40 km/jam mendapatkan point 10 dari 20 sehingga didapat bahwa 4 kali atau *duckiebot* tidak sama sekali tidak mengenali rambu. Kedua 2 kali *duckiebot* hanya mendeteksi rambu dan tidak mendeteksi angka pada rambu. Ketiga yang paling dominan 4 kali *duckiebot* mendeteksi rambu dan angka

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pengujian tingkat keberhasilan 90%, kemudian pengujian kecepatan tinggi ke kecepatan rendah memiliki tingkat keberhasilan 40%. Representasi pengujian pengenalan rambu batas kecepatan pada arena *duckietown* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Pengujian Rambu Batas Kecepatan 40 Km/jam

Pengujian pengenalan terhadap rambu batas kecepatan 20 Km/jam oleh *duckiebot*. Tujuan dilakukan pengujian adalah untuk mengetahui apakah *duckiebot* dapat mendeteksi ketika berjalan dengan kecepatan yang lebih tinggi. Pada pengujian kali ini tidak menguji dengan kecepatan dibawah rambu karena kecepatan 6.5 Cm/det yang setara dengan 20 Km/jam merupakan kecepatan terendah pada *duckiebot* tersebut. Metode pengujian dilakukan dengan *duckiebot* akan dijalankan dengan kecepatan sekitar 8 Cm/det dan Kecepatan 11 Cm/det. Hasil dari pengujian akan dipresentasikan pada table dibawah ini

Tabel 3 Percobaan Kecepatan 8 Cm/det ke 6.5 Cm/det

Percobaan ke	Point
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	1
9	2
10	2
<b>Total Point</b>	<b>19</b>

Keterangan:

- 0 = Tidak Mendeteksi Rambu
- 1 = Hanya Mendeteksi Rambu
- 2 = Mendeteksi Rambu dan Angka

hasil pengujian pendeteksian rambu batas kecepatan 20 km/jam dengan kecepatan 8 Cm/det mendapatkan point 19 dari 20 sehingga didapat bahwa 0 kali atau *duckiebot* tidak sama sekali tidak mengenali rambu. Kedua 1 kali *duckiebot* hanya mendeteksi rambu dan tidak mendeteksi angka pada rambu. Ketiga yang paling dominan 9 kali *duckiebot* mendeteksi rambu dan angka pada rambu

Tabel 4 Percobaan kecepatan 11 Cm/det ke 6.5 Cm/det

Percobaan ke	Point
1	2
2	2
3	2
4	1
5	2
6	1
7	2
8	1
9	1
10	1
Total Point	15

hasil pengujian pendeteksian rambu batas kecepatan 20 km/jam dengan kecepatan 11 Cm/det mendapatkan point 15 dari 20 sehingga didapat bahwa 0 kali atau *duckiebot* tidak sama sekali tidak mengenali rambu. Kedua 5 kali *duckiebot* hanya mendeteksi rambu dan tidak mendeteksi angka pada rambu. Ketiga yang paling dominan 5 kali *duckiebot* mendeteksi rambu dan angka pada rambu.

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa tingkat keberhasilan 90% untuk kecepatan 8 Cm/det dan 50% untuk kecepatan 11 Cm/det.



Gambar 13 Pengujian Rambu Batas Kecepatan 20 Km/jam

### C. Pengujian Pengaruh Angka Selain Angka Pada Rambu

Pada pengujian proyek ini *duckiebot* akan ditunjukkan beberapa gambar yang identic dengan rambu batas kecepatan yang telah di training sebelumnya. Pada pengujian ini pertama *duckiebot* akan diberikan rambu batas kecepatan sesuai dengan standart Indonesia seperti pada Gambar 14



Gambar 14 Pengujian Rambu Batas Kecepatan

Pengujian kedua adalah *duckiebot* diberikan rambu yang indentik dengan rambu batas kecepatan. Rambu yang diambil adalah rambu dengan warna yang sama dan terdapat angka sebagai gangguannya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini Gambar 15



Gambar 15 Pengujian Selain Angka Pada Rambu Batas Kecepatan

Dari hasil pengujian angka selain rambu terhadap pendeteksian rambu batas kecepatan maka, dapat disimpulkan bahwa *duckiebot* dapat mendeteksi rambu batas kecepatan yang berlaku di Indonesia, dan *duckiebot* tidak mendeteksi selain rambu batas kecepatan yang sudah di training sebelumnya. Jadi *duckiebot* sudah dapat dikatakan berhasil dalam mendeteksi rambu batas kecepatan yang berlaku Indonesia.

## IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian mendeteksi rambu 40 Km/jam dan 20 Km/jam didapatkan hasil bahwa *duckiebot* memiliki tingkat keberhasilan 90% jika *duckiebot* melaju dengan kecepatan dibawah 8 Cm/det dan tingkat keberhasilan akan semakin menurun ketika kecepatan *duckiebot* dinaikkan
2. Dari hasil pengujian intensitas cahaya dalam mengenali rambu, diketahui bahwa *duckiebot* memiliki kamera sebagai sensor utama dan tentunya sensitif terhadap intensitas cahaya. Sehingga kamera membutuhkan cahaya yang cukup dan merata dalam proses pembacaanya
3. Dari hasil pengujian angka selain angka rambu batas kecepatan didapatkan hasil bahwa *duckiebot* tidak mendeteksi angka selain rambu batas kecepatan dengan tingkat keberhasilan 100%

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Paull *et al.*, "Duckietown: An open, inexpensive and flexible platform for autonomy education and

- research,” *Proc. - IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*, pp. 1497–1504, 2017, doi: 10.1109/ICRA.2017.7989179.
- [2] G. R. Purwanto, “Pngembangan Duckiebot Untuk Dapat Mengenal Rambu-Rambu,” 2019.
- [3] M. E. Victorious, “Sistem Kendali Platform Duckietown Untuk Menjaga Jarak Aman 2  
Autonomus Car,” 2019.
- [4] J. Torresen, J. W. Bakke, and L. Sekanina, “Efficient recognition of speed limit signs,” *IEEE Conf. Intell. Transp. Syst. Proceedings, ITSC*, vol. 90, pp. 652–656, 2004.

# PENERAPAN SISTEM NAVIGASI MOBILE ROBOT PADA TURTLEBOT DENGAN DEPTH SENSOR CAMERA

<sup>1</sup>Joannes Mahestra Robert Aprilino, <sup>2</sup>Petrus Santoso

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra, Surabaya

<sup>1</sup>robertaprilino@gmail.com, <sup>2</sup>petrus@petra.ac.id

**Abstrak**— *This research uses the Turtlebot platform as a mobile robot that has SLAM, Navigation, and Manipulation technology. The purpose of this research is to test the navigation system on Turtlebot that has a depth sensor camera installed.*

*The test of the sistem is done by taking any data that can be used from the depth sensor camera. After that the test will proceed with making maps with the SLAM algorithm. Maps that have been made will be compared with actual conditions. In the Navigation test, it can be seen that Turtlebot can go to the selected point on a map at without obstacle test for distances of 100 cm, 200cm, and 400cm and the test uses obstacles.*

**Key words**— Mobile robot, Turtlebot, SLAM, Navigation, Depth Sensor Camera, Robot Operating System (ROS).

**Abstrak**— Penelitian ini menggunakan platform Turtlebot sebagai mobile robot yang memiliki teknologi SLAM, Navigation, dan Manipulation . Tujuan dari penelitian ini adalah menguji sistem navigasi pada Turtlebot yang telah terpasang depth sensor camera.

Pengujian sistem dilakukan dengan mengambil data apa saja yang dapat digunakan dari depth sensor camera. Setelah itu pengujian akan dilanjutkan dengan pembuatan peta dengan algoritma SLAM. Peta yang sudah terbuat akan dibandingkan dengan kondisi sebenarnya. Berikutnya pada pengujian Navigation, dapat diketahui bahwa Turtlebot dapat berjalan menuju titik yang dipilih pada sebuah peta dalam pengujian tanpa halangan untuk jarak 100 cm, 200cm, dan 400cm dan pengujian menggunakan halangan.

**Kata kunci**— Mobile robot; Turtlebot; SLAM; Navigation; Depth Sensor Camera; Robot Operating System (ROS).

## I. PENDAHULUAN

Mobile Robot adalah mesin yang dikendalikan oleh perangkat lunak yang menggunakan sensor dan teknologi lainnya untuk mengidentifikasi lingkungannya dan bergerak di sekitar lingkungannya. Fungsi dasar mobile robot mencakup kemampuan untuk bergerak dan menjelajahi, mengangkut muatan, atau menghasilkan kargo, dan menyelesaikan tugas rumit menggunakan sistem di atas kapal, seperti lengan robot. Sementara penggunaan industri mobile robot sangat populer, terutama di gudang dan pusat distribusi, fungsinya juga dapat diterapkan pada produksi obat-obatan, operasi, bantuan pribadi dan keamanan.[1]

Dua masalah utama dalam mobile robot adalah penentuan posisi global dan pelacakan posisi lokal. Sebuah mobile robot perlu dilakukan penetapan estimasi posisi global sebagai kemampuan untuk menentukan posisi robot dalam sebuah peta

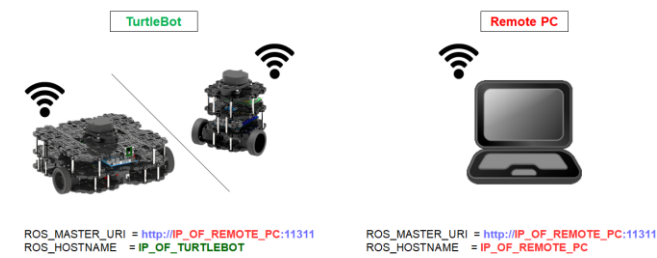
yang telah dipelajari sebelumnya, mengingat informasi lain selain bahwa robot berada di suatu tempat di atasnya. Jika tidak ada peta yang tersedia, banyak aplikasi memungkinkan untuk peta seperti itu dibangun seiring waktu ketika robot menggali lingkungannya. Setelah robot diberi sebuah posisi di dalam peta, pelacakan lokal adalah masalah melacak posisi itu dari waktu ke waktu. Kedua kemampuan ini diperlukan untuk memungkinkan untuk merencanakan dan menavigasi dengan andal di lingkungan yang kompleks. [2]

Pada mobile robot terdapat sebuah sistem pemetaan dengan menggunakan Simultaneous Localization and Mapping (SLAM). SLAM adalah sebuah algoritma di mana sebuah perangkat mengambil data dari sensor untuk membuat sebuah gambar dari situasi lingkungan sekitar dan mengetahui posisinya di dalam lingkungan tersebut. Sensor menggunakan data visual seperti kamera atau data yang tidak dapat dilihat seperti Sonar, Radar, atau LiDAR dan pengambilan data posisi menggunakan Inertial Measurement Unit (IMU). Perangkat menggunakan informasi tersebut untuk menghitung 'estimasi terbaik' dari perangkat tersebut dalam sebuah lingkungan yang dianalisa. Jika posisi dari perangkat dipindah, maka tembok, lantai, atau benda lain yang terbaca oleh sensor akan ikut bergerak sesuai dengan relasi yang telah dihitung sebelumnya dan algoritma SLAM akan mengetahui estimasi dari posisi yang baru. [3]

Pada penelitian ini, mobile robot yang akan digunakan adalah Turtlebot 3, dimana Turtlebot 3 dipilih karena memiliki fitur SLAM yang dapat digunakan. Untuk sensor yang digunakan untuk mendeteksi lingkungan akan digunakan depth sensor camera yang telah disesuaikan dengan ruang lingkup dimana Turtlebot akan dijalankan. Dengan adanya penelitian ini, akan dapat disimpulkan bahwa sistem navigasi self-driving car dapat diterapkan pada skala yang kecil yang kemudian dapat dikembangkan pada mobil dengan cara yang sederhana.

## II. PERANCANGAN SISTEM DAN IMPLEMENTASI

Terdapat dua sistem yaitu sistem yang berjalan pada Turtlebot dan sistem yang berjalan pada PC\_Master. Turtlebot terkoneksi dengan PC yang terhubung pada 1 jaringan wifi yang sama dan terdapat pengaturan yang perlu dilakukan pada program ./bashrc dari ROS yang terpasang di dua perangkat yang berbeda. Untuk melakukan pengaturan koneksi dapat mencermati gambar berikut ini :



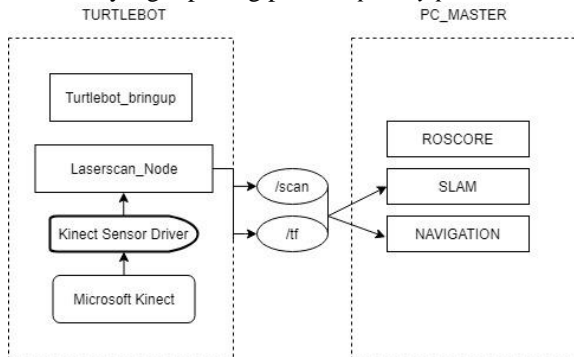
Gambar 1 Konfigurasi IP Address antara Turtlebot dan PC [4]

```
export
ROS_MASTER_URI=http://192.168.1.98:11311
export ROS_HOSTNAME=192.168.1.66
```

Gambar 2 Potongan program dari /.bashrc

Setelah mengatur konfigurasi IP Address, maka Turtlebot dengan PC telah terkoneksi dan perintah *roscore* akan dapat dijalankan tanpa ada masalah.

Pada *Turtlebot* terdapat dua node utama yang akan dijalankan, yaitu *Turtlebot\_bringup* yang digunakan untuk menyalakan kebutuhan yang berkaitan dengan navigasi gerak dari robot, dan *laserscan\_node* yang nanti akan memuat data dari *depth sensor camera* yang telah dapat berfungsi oleh sebuah *driver* yang dipasang pada *raspberry pi 3*.

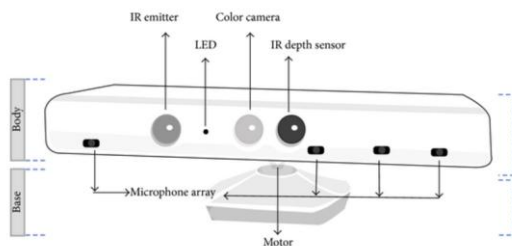


Gambar 3 Desain sistem

Sedangkan pada PC\_Master, akan dijalankan server dari ROS menggunakan perintah *roscore*

A. Pemasangan Depth Sensor Camera

Pada penelitian ini, sensor yang digunakan adalah *Microsoft Kinect VI*, dimana sensor *Microsoft Kinect* terdapat *pointcloud data* dan *depth image data* yang pada langkah selanjutnya akan digunakan.



Gambar 4 Komponen pada Kinect V1 [5]

Pada ubuntu terdapat sebuah *driver 'freenect\_stack'* yang digunakan untuk menghubungkan kinect dengan raspberry pi. *Freenect\_stack* dapat dipasang dengan menjalankan perintah pada terminal Ubuntu sebagai berikut :

\$ sudo apt install ros-kinetic-freenect-launch

Setelah driver telah terpasang, sensor akan aktif ketika *node* dari *freenect* dijalankan lewat terminal *ubuntu* dengan perintah sebagai berikut :

\$ roslaunch freenect\_launch freenect.launch

*Microsoft Kinect* memerlukan suplai tegangan 12 V dan 1 Ampere dari adaptor agar dapat berfungsi, tetapi adaptor kinect harus terpasang pada stop kontak dan membatasi gerak dari *Turtlebot*. Untuk menggantikan adaptor yang digunakan untuk menyalakan kinect, maka 3 baterai 18650 3.8 V akan digunakan sebagai suplai dari *microsoft kinect*.



Gambar 5 Depth sensor camera yang telah terpasang pada Turtlebot3 burger

B. Pemrograman SLAM Turtlebot

Prinsip pada pembuatan peta oleh algoritma SLAM memerlukan sebuah data dari sensor dalam sebuah subscribed topic dan memberikan sebuah nilai output dalam published topic yang nanti akan diproses menjadi sebuah peta. Pada node SLAM yang dijalankan terdapat dua *subscribed topic* yang harus dipenuhi agar algoritma dapat bekerja, yaitu *'/scan'* dan *'/tf'*. Untuk */scan* telah didapatkan dari node *depthimage\_to\_laserscan* yang telah dipublish pada langkah sebelumnya. Untuk */tf* merupakan sebuah topik dari *sensor transform* yang digunakan untuk memperkirakan posisi sensor yang tergabung pada robot ketika proses slam berjalan.

Setelah *subscribed topic* yang diperlukan telah terpenuhi maka node SLAM akan memiliki dua *published topic* utama yaitu */map* dan beberapa *topic* yang dapat dikategorikan sebagai */pose topic*. Untuk *published topic* tersebut dapat dilihat pada display dari hasil mapping yang dapat diakses melalui *'rviz'* lewat *PC\_Master*. Topik */map* digunakan untuk menyimpan hasil dari *topic /scan* yang dalam bentuk peta yang tergambar sesuai dengan hasil *scanning* pada *depthsensor* yang dijalankan. Hasil dari peta nanti akan disimpan dengan menjalankan node *map\_saver*. Untuk *pose topic* digunakan untuk menampilkan posisi sensor pada *display rviz* yang dapat membantu mendeteksi daerah yang

belum dideteksi oleh sensor dan daerah yang telah dideteksi oleh sensor secara *real time*.

Berikutnya adalah pemrograman untuk membuat konfigurasi *sensor transform*. Konfigurasi ini diperlukan untuk mengatur posisi sensor agar menjadi satu dengan badan robot yang digunakan. Program yang digunakan untuk membuat transform tersebut adalah sebagai berikut :

```
#include <ros/ros.h>
#include <tf/transform_broadcaster.h>
int main(int argc, char** argv){
    ros::init(argc, argv,
"robot_tf_publisher");
    ros::NodeHandle n;
    ros::Rate r(100);
    tf::TransformBroadcaster broadcaster;
    while(n.ok()){
        broadcaster.sendTransform(
            tf::StampedTransform(
                tf::Transform(tf::Quaternion(0,
0, 0, 1), tf::Vector3(0.0, 0.0, 0.0)),
                ros::Time::now(), "base_link",
"camera_link"));
        r.sleep();
    }
}
```

Gambar 6 Program sensor transform

Untuk melakukan langkah pembuatan peta, ada beberapa konfigurasi pada program yang perlu dilakukan. Langkah pertama adalah file launch dari transform sensor akan digabung dengan file launch dari package *turtlebot3\_bringup* yang digunakan untuk mengaktifkan robot. Tidak hanya digunakan untuk menjalankan node transform, file launch tersebut juga akan digunakan untuk menjalankan node *depthimage\_to\_laserscan*. Terdapat 2 node yang akan dijalankan, yaitu *depthimage\_to\_laserscan* dan *tf\_broadcaster*. Pada bagian `<node pkg="robot_setup_tf" type="tf_broadcaster" name="tf_broadcaster" output="screen">` menunjukkan bahwa terdapat file dengan nama `'tf_broadcaster'` yang berada didalam package `'robot_setup_tf'` yang berisi program dari sensor transform yang telah dibuat sebelumnya.

```
<launch>
  <node pkg="depthimage_to_laserscan"
name="depthimage_to_laserscan"
type="depthimage_to_laserscan">
    <remap from="image"
to="camera/depth/image_raw"/>
    <param
name="output_frame_id"
value="camera_link" />
    <param name="range_min"
value="0.45" />
  </node>
```

```
<node pkg="robot_setup_tf"
type="tf_broadcaster"
name="tf_broadcaster" output="screen">
</node>
</launch>
```

Gambar 7 Program pada file *robot\_configuration.launch*

Langkah berikutnya adalah menambahkan file *robot\_configuration.launch* ke dalam file *turtlebot3\_bringup.launch* agar konfigurasi pada sensor akan aktif bersamaan dengan aktivasi robot.

```
<include file="$(find
turtlebot3_bringup)/launch/robot_configur
ation.launch">
</include>
```

Gambar 8 Potongan program pada *turtlebot3\_bringup.launch*

Setelah mengamati *topic* yang *roadcast* oleh konfigurasi *tf*, maka selanjutnya adalah melakukan pengaturan pada file *launch* dari SLAM agar dapat menggunakan *depth sensor camera* yang telah terpasang.

Turtlebot memiliki program *launch turtlebot3\_gmapping* yang ada pada *package turtlebot3\_slam*. Pada file *launch* tersebut terdapat bagian `"set_base_frame"` yang perlu diganti namanya sesuai dengan konfigurasi `'tf'` yang telah dilakukan sebelumnya. Karena pada langkah sebelumnya frame dari sensor bernama `camera_link` yang telah berganti `base_link`, maka pada bagian `"set_base_frame"` akan diganti dengan `'base_link'`.

```
<launch>
  <!-- Arguments -->
  <arg name="model" default="$(env
TURTLEBOT3_MODEL)" doc="model type
[burger, waffle, waffle_pi]"/>
  <arg name="set_base_frame"
default="base_link"/>
  <arg name="set_odom_frame"
default="odom"/>
  <arg name="set_map_frame"
default="map"/>
```

Gambar 9 Potongan program *turtlebot3\_gmapping*

### C. Pemrograman Navigation Turtlebot

*Navigation Stack* dalam ROS membutuhkan konfigurasi yang harus dipenuhi agar sistem navigasi robot dapat berjalan dengan baik. Pada *Navigation Stack ROS*, *Turtlebot3* telah memiliki *move\_base* dan *base controller* yang digunakan untuk menjalankan robot dan *turtlebot3* juga sudah memiliki *map\_server*, *odometry source*, dan *node amcl* yang dapat digunakan. Maka sistem *turtlebot* yang saat ini memerlukan konfigurasi pada sistem sensor agar *navigation stack* dapat bekerja. Konfigurasi sensor yang diperlukan adalah *sensor transform* (`'/tf'`) dan *sensor sources* yang sudah dijelaskan pada pemrograman SLAM turtlebot.

Terdapat file program `amcl.launch` yang berisi algoritma *Adaptive Monte Carlo Localization* yang berfungsi untuk untuk menentukan posisi robot dalam sebuah peta atau proses *Localization*. Parameter `base_frame_id` yang merupakan sebuah *transform* dari sensor akan memberikan informasi mengenai gerak robot secara *translasi* dan *rotasi*, sehingga posisi *odometry robot* akan berubah. Pada proses ini, algoritma AMCL akan menggunakan data dari `base_frame_id` untuk menentukan posisi robot pada sebuah peta. Oleh karena itu, AMCL akan melakukan estimasi posisi robot terhadap `map_frame` yang merupakan *topic* yang berisi data dari peta yang digunakan pada proses *navigation*. Untuk `base_frame_id` yang digunakan harus berisi sensor *transform* yang digunakan, yaitu pada sudah ditentukan bahwa data hasil transform sensor akan dipublish melalui *topic* `'base_link'` yang sesuai dengan konfigurasi yang sudah dilakukan sebelumnya.

Setelah melakukan pengaturan pada file `amcl.launch`, pada langkah berikutnya adalah melakukan pengaturan pada file *parameter* `costmap_common` dan `local_costmap` dari *navigation stack* yang berada dalam *package* yang sama pada folder *param*. Untuk `costmap_common`, pada variable `'sensor_frame'` perlu di isi dengan *topic* `'camera_link'`. Hal ini dapat dilihat pada penjelasan dibagian driver sensor dimana pada tampilan `rqt_graph`, *topic* yang muncul sebagai letak sensor adalah `camera_link`. Maka `sensor_frame` yang digunakan pada parameter `costmap_common` dari konfigurasi *navigation turtlebot* adalah `camera_link`.

```
scan: {sensor_frame: camera_link,  
data_type: LaserScan, topic: scan,  
marking: true, clearing: true}
```

Gambar 10 Potongan kode file `parameter costmap_common_params_burger.yaml`

Untuk `local_costmap`, Pada bagian `'robot_base_frame'` akan diisi dengan *topic* `'base_link'`, karena menyesuaikan program konfigurasi `sensor transform`

```
robot_base_frame: base link
```

Gambar 11 Kode file `parameter local_costmap_params.yaml`

### III. PENGUJIAN SISTEM

#### A. Pengujian Sensor

Untuk memastikan bahwa `depth sensor camera` siap digunakan bersama dengan `turtlebot`, sensor perlu diuji apakah *driver* telah dapat berjalan dan dapat digunakan untuk mengambil data pada sensor, dan perlu untuk mencatat data apa yang dihasilkan oleh sensor yang dapat digunakan untuk proses SLAM dan *Navigation turtlebot*.

Terdapat 2 file program yang akan dijalankan, program pertama adalah `freenect.launch` yang terdapat pada *package* bernama `freenect_launch`. Program ini nantinya yang berfungsi untuk mendeteksi koneksi sensor dengan `raspberrypi`

dan mengaktifkan perangkat yang ada pada sensor. Namun sebelum menyalakan program tersebut, tentu konfigurasi koneksi antara `Turtlebot` dengan `PC_Master` sebagai *server* dari ROS sudah diatur dengan benar.

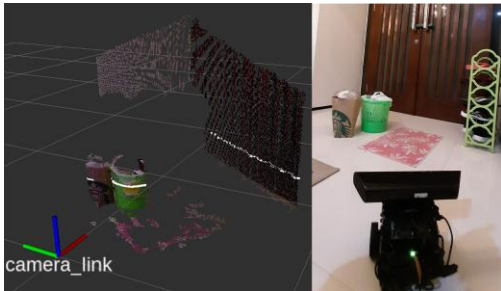
Ketika menyalakan driver `freenect.launch`, terdapat informasi `"number devices connected : 1"` dan perangkat bernama `Xbox NUI Camera from Microsoft` sudah berhasil terpasang pada `raspberrypi`. Informasi berikutnya adalah driver bekerja untuk menyalakan fitur yang ada pada sensor agar driver dapat mengambil data dari sensor. Pada akhirnya, *driver* dapat mengenali sensor dan mengambil data dari sensor. Data yang diambil terdapat pada *topic* `rgb_frame_id` dan `depth_frame_id` yang nanti dapat digunakan pada tampilan `rviz`. Ketika `depthimage_to_laserscan` sudah dijalankan dengan file `laserscan.launch`, maka langkah berikutnya adalah melihat pembacaan sensor pada sebuah lingkungan tertentu, untuk menampilkan data pada sensor dapat menggunakan aplikasi `rviz` untuk melihat tampilan yang terjadi.

Dalam aplikasi `rviz`, terdapat daftar *topic* yang ditampilkan dan hasil tampilan berdasarkan *topic* yang digunakan. Setiap *topic* yang digunakan memuat masing – masing data yang berbeda pada tampilan. Untuk pengujian sensor saat ini, *topic* yang digunakan adalah sebagai berikut :

- **camera\_link** : Digunakan untuk menentukan *frame sensor* yang digunakan, diatur pada bagian *Global Options*. Jika *Fixed Frame* diganti atau tidak diisi maka tampilan tidak akan memunculkan apapun karena `rviz` tidak menggunakan *frame* dari sensor yang sudah terpasang.
- `/camera/depth_registered/points` : Memunculkan data hasil pembacaan *PointCloud* pada sensor. Hal ini ditunjukkan dengan adanya ruangan dan barang yang terdeteksi sehingga pada `display rviz` dapat terlihat.
- **camera\_link(TF)** : memunculkan letak sensor dalam sumbu x,y, dan z
- `/scan` : Memunculkan daerah yang terbaca oleh `laserscan`, *topic* ini muncul karena `depthimage_to_laserscan` yang sudah dijalankan. *Topic* ini dapat dilihat pada `display` ditandai dengan adanya garis warna putih yang membatasi barang dan dinding yang ada pada lingkungan yang terdeteksi.

Ketika sensor yang berada dalam kondisi diam tidak mengalami perubahan `display` atau proses `scanning` telah selesai, maka hasil `display` yang telah terbuat pada `rviz` dapat dibandingkan dengan kondisi lingkungan nyata tempat sensor berada. Berikut ini adalah perbandingan hasil pembacaan sensor dengan metode `pointcloud` dengan kondisi lingkungan nyata :



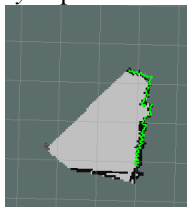


Gambar 12 Letak barang dan sensor pada keadaan nyata

Pada display *rviz*, dapat terlihat bahwa ada bagian kosong dari dinding yang tidak terbaca karena tertutup oleh benda di depannya, dan hal ini didukung oleh data *laserscan* yang memunculkan garis putih pada beda tersebut. Selain itu, terdapat benda yang tidak terdeteksi oleh *laserscan* karena letak dari benda yang berada di bawah range dari *laserscan* dan tidak di hadapan sensor secara langsung. Karena *range* pada sensor yang dibatasi oleh sudut tertentu, maka sensor tidak dapat membaca benda di sebelah kanan dan sebelah kanan.

**B. Pembuatan pada proses SLAM**

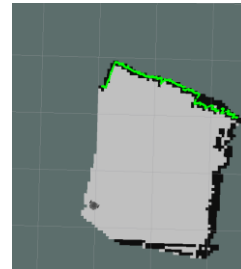
Ketika perintah `'roslaunch turtlebot3_slam turtlebot3_slam.launch slam_methods:=gmapping'` dijalankan oleh *PC Master* sebagai server dari ROS, maka akan muncul tampilan *rviz* pada display *PC Master*. Untuk melihat tampilan yang terjadi pada *display* dapat melihat gambar berikut ini :



Gambar 13 Tampilan awal *rviz* ketika `turtlebot3_slam.launch` dijalankan

Untuk langkah berikutnya, agar peta dari ruang lingkup gerak robot dapat terbentuk maka robot perlu digerakkan dengan menyesuaikan bagian dari ruangan yang belum terdeteksi oleh *rviz*. Cara yang dilakukan untuk menggerakkan robot adalah mengaktifkan fitur `turtlebot3_teleop` dengan menjalankan perintah `'roslaunch turtlebot3_teleop turtlebot3_teleop_key.launch'`. Setelah itu, maka robot akan dapat digerakkan menggunakan keyboard sesuai dengan petunjuk yang ada pada tampilan terminal ubuntu.

Berikut ini adalah hasil peta dari menggerakkan robot menyesuaikan bagian yang kosong dari *rviz* :



Gambar 14 Hasil pembuatan peta pada ruang lingkup dengan dimensi 300 cm x 290 cm

Setelah peta sudah terbuat dan semua dinding pada ruang lingkup gerak robot telah terdeteksi, maka peta dapat disimpan agar dapat digunakan pada proses *navigation*. Untuk menyimpan peta yang terbuat oleh `turtlebot3_slam` dapat menggunakan perintah `'roslaunch map_server map_saver'`. Pembuatan peta ini dipengaruhi oleh beberapa faktor parameter yang ada pada program dari metode *gmapping* yang digunakan. Untuk lebih jelas dapat melihat potongan program dari `turtlebot3_gmapping.launch` berikut ini :

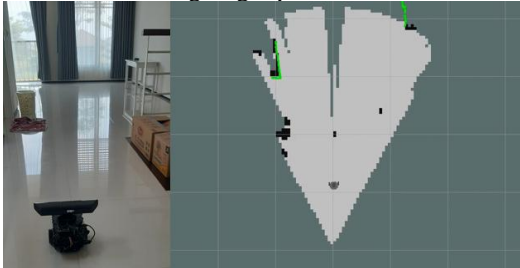
```
<param name="linearUpdate" value="1"/>
<param name="angularUpdate" value="0.2"/>
<param name="temporalUpdate" value="0.5"/>
<param name="resampleThreshold" value="0.5"/>
<param name="particles" value="100"/>
```

Gambar 15 Potongan program dari `turtlebot3_gmapping.launch`

Jika melihat isi kode dari `turtlebot3_gmapping.launch`, terdapat 3 parameter yang diberi nama `'linearUpdate'`, `'angularUpdate'`, dan `'particles'`. Menurut Kamarudin, Kamarulzaman, Mamduh, dan Syed Muhammad dalam artikel jurnal *Performance Analysis of the Microsoft Kinect Sensor for 2D Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Techniques* menyatakan bahwa 3 parameter tersebut adalah yang paling mempengaruhi bentuk dari peta yang dibuat oleh kinect. Untuk parameter `'particles'` merupakan angka yang menunjukkan probabilitas dari sebuah peta dapat terbentuk. Semakin tinggi angka dari parameter maka probabilitas dari pembuatan peta yang terbentuk akan semakin besar. Sedangkan untuk parameter `'linearUpdate'` dan `'angularUpdate'` adalah parameter yang menunjukkan nilai gerak translasi dan gerak rotasi yang dibutuhkan sebelum

melakukan proses *scan* [6]. Penelitian ini pada akhirnya dapat digunakan sebagai pedoman untuk menghasilkan peta yang sesuai dengan lingkungan aslinya dengan melakukan penggantian nilai pada parameter – parameter secara *trial and error*.

Pengujian berikutnya pada robot dilakukan dengan membuat peta pada skala ruangan yang lebih besar dan menggunakan prosedur yang sama seperti yang sudah dilakukan pada langkah sebelumnya. Berikut ini adalah gerak robot dalam sebuah ruang lingkup dalam melakukan SLAM :



Gambar 16 Gerak Turtlebot ketika melakukan SLAM pada sebuah ruang lingkup

Setelah turtlebot sudah selesai mendeteksi semua benda dan dinding yang ada, maka hasil peta yang telah terbuat adalah sebagai berikut :



Gambar 17 Peta yang telah dibuat dari langkah SLAM turtlebot sebelumnya

Untuk melihat apakah peta ini sudah sesuai dengan kondisi ruang lingkup yang sebenarnya, dapat dilihat gambar mengenai ruangan yang digunakan sebagai ruang lingkup robot pada kondisi sebenarnya berikut ini :



Gambar 18 Kondisi ruang lingkup SLAM robot pada kondisi sebenarnya

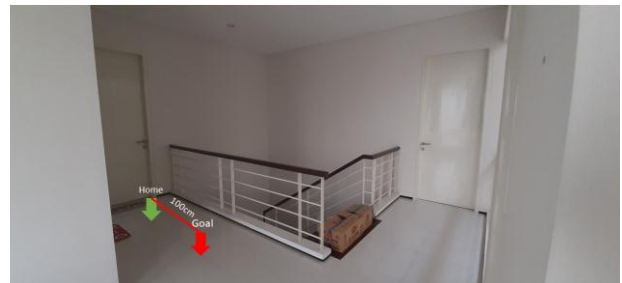
Jika membandingkan hasil SLAM dengan kondisi sebenarnya maka akan ditemukan beberapa benda yang tidak dapat terdeteksi dengan baik. Pada bagian besi pengaman pada tangga rumah tidak dapat terdeteksi oleh sensor dari *turtlebot* karena memiliki bidang kosong, sehingga oleh sensor dianggap tidak memiliki halangan. Hal ini dapat dilihat pada peta yang terbuat akan terdapat ruang putih yang merupakan ruang kosong yang terbaca oleh sensor. Selain itu, robot tidak dapat mendeteksi benda secara utuh seperti bentuk benda pada kondisi sebenarnya. Sebagai contoh, pada Gambar 23 terdapat beberapa benda seperti kardus pembatas, tong sampah, dan meja tetapi pada peta hanya dapat terbaca sebagai titik kecil saja. Hal ini terjadi karena kemampuan *Microsoft Kinect* sebagai sensor memiliki sudut pandang tertentu pada jarak tertentu, maka untuk mendeteksi beberapa benda tersebut perlu menggerakkan robot sedekat mungkin dengan benda agar dapat mendeteksi secara utuh dan kelihatan pada peta yang terbuat.

### C. Pengujian pada proses Navigation

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab 3 bagian pemrograman *navigation stack* pada *Turtlebot 3*, Sistem *navigation* pada turtlebot terdapat pada program *turtlebot3\_navigation.launch* yang berada dalam *package turtlebot3\_navigation*. Untuk menjalankan program tersebut digunakan perintah `'roslaunch turtlebot3_navigation turtlebot3_navigation.launch map_file:=$HOME/map.yaml'` yang dijalankan pada *terminal* dari *PC Master*. Untuk bagian *'map\_file'* diisi dengan lokasi tempat penyimpanan peta yang ingin digunakan sebagai ruang lingkup gerak.

Terdapat dua skenario pengujian yaitu pengujian tanpa halangan dan pengujian dengan halangan. Semua pengujian bertujuan untuk menjalankan robot agar dapat berjalan menuju titik yang telah dituju menggunakan fitur *'rviz 2D Nav Goal'*.

Untuk pengujian tanpa halangan akan dilakukan selama beberapa kali dan akan diamati hasil waktu yang ditempuh robot dari titik awal menuju titik akhir tujuan robot. Berikut ini adalah titik awal dan tujuan robot pada pengujian untuk jarak 100 m :



Gambar 19 Rute robot untuk pengujian jarak 100cm

Setelah robot dijalankan beberapa kali dengan menggunakan rute seperti Gambar 24, berikut ini adalah hasil yang didapatkan :

Tabel 1 Hasil pengujian pada rute robot Gambar 24

Pengujian	Waktu yang ditempuh
1	21 Detik
2	23 Detik
3	8 Detik
4	10 Detik
5	9 Detik

Berikutnya adalah pengujian robot pada jarak 200cm yang memiliki rute seperti berikut ini :



Gambar 20 Rute robot untuk pengujian jarak 200cm

Setelah robot dijalankan beberapa kali dengan menggunakan rute seperti Gambar 25, berikut ini adalah hasil yang didapatkan :

Tabel 2 Hasil pengujian pada rute robot Gambar 25

Pengujian	Waktu yang ditempuh
1	23 detik
2	22 detik
3	12 detik
4	13 detik
5	12 detik

Berikutnya adalah pengujian robot pada jarak 400cm yang memiliki rute sebagai berikut ini :



Gambar 21 Rute robot untuk pengujian jarak 400cm

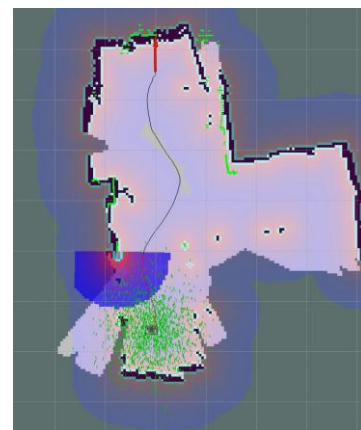
Setelah robot dijalankan beberapa kali dengan menggunakan rute seperti Gambar 26, berikut ini adalah hasil yang didapatkan :

Tabel 3 Hasil pengujian pada rute robot Gambar 26

Pengujian	Waktu yang ditempuh
1	56 detik
2	33 detik
3	28 detik
4	26 detik
5	25 detik

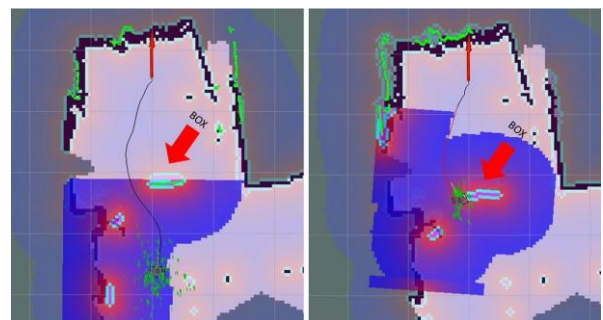
Dengan melihat hasil pengujian pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 hasil yang didapatkan memiliki sebuah konsistensi. Pada pengujian pertama dan kedua, waktu yang ditempuh hampir sama dan memiliki waktu yang lebih lama daripada pengujian ketiga sampai kelima. Untuk pengujian ketiga sampai kelima, waktu yang ditempuh robot untuk menuju ke titik yang dituju dengan tepat memiliki waktu yang hampir sama. Maka dengan pengujian ini dapat dipastikan bahwa robot perlu waktu untuk melakukan *update* pada peta dalam melakukan *localization* setidaknya dalam 2 kali pengujian gerak robot pada rute yang sama, setelah itu gerak robot akan mengalami sebuah konsistensi.

Pengujian berikutnya untuk pengujian menggunakan halangan dengan metode yang sama. Dengan mengikuti prosedur menjalankan fitur navigation robot, maka robot akan digerakkan menuju sebuah titik seperti pada tampilan *rviz* berikut :



Gambar 22 Titik tujuan akhir dan jalur awal yang akan dilalui robot

Pada tampilan *rviz*, dapat dilihat bahwa sensor tidak dapat mendeteksi boks yang ada pada ruangan karena *scan* dari sensor tidak dapat menjangkau boks, sehingga jalur yang terbuat masih seolah – olah tidak ada boks di depannya. Ketika robot mulai bergerak mendekati boks, maka pada tampilan *rviz* akan muncul hasil *scan* dari sensor yang menunjukkan terdapat sebuah halangan pada jalur yang terbuat di awal. Untuk lebih jelas dapat melihat tampilan *rviz* berikut ini :



Gambar 23 Jalur pada robot ketika boks dapat terdeteksi oleh sensor

Dapat dilihat pada Gambar 29 jalur yang terbuat berubah yang pada awalnya garis hitam berbelok ke kanan akan berubah menjadi berbelok ke kiri karena sensor telah mendeteksi adanya boks yang berada di tengah jalur robot awalnya. Hal ini menandakan bahwa jika terjadi perubahan pada peta, sensor akan melakukan scan dan memperbaharui informasi pada peta yang digunakan, sehingga jalur yang digunakan menjadi berubah. Setelah jalur yang baru telah terbuat, maka robot akan bergerak mengikuti jalur yang baru dan tidak menabrak boks yang ada. Berikut ini adalah hasil yang didapatkan pada kondisi robot sebenarnya :



Gambar 24 Gerak robot pada keadaan sebenarnya

#### IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian *Depth Sensor Camera*, penggunaan *driver freenect\_launch* dapat digunakan untuk mengambil data pada *Microsoft Kinect*. Data yang dapat diambil adalah dalam bentuk pointcloud 3 Dimensi. Selain itu, penggunaan *package depthimage\_to\_laserscan* dapat digunakan dengan merubah data yang diambil oleh *driver freenect\_launch*. Data hasil *depthimage\_to\_laserscan* dapat ditampilkan secara bersamaan dengan data dari *driver freenect\_launch* pada tampilan *rviz*.
2. Dari hasil pengujian pada proses SLAM, pembuatan peta masih terdapat bagian yang tidak dapat terdeteksi oleh sensor dan bentuk dari peta yang dibentuk mengikuti arah hadap dari robot. Hal ini terjadi karena *Microsoft Kinect* memiliki sudut pandang tertentu dan terdapat dinding pembatas yang memiliki tinggi yang tidak sama dengan dinding

lainnya. Parameter yang digunakan untuk membuat peta yang ditampilkan sebelumnya menggunakan 'particles = 30', 'linearUpdate = 1.0', dan 'angularUpdate = 0.2'.

3. Dari hasil pengujian pada proses *Navigation*, robot hanya dapat berjalan dengan tepat pada 1 peta ketika posisi pada robot telah ditetapkan dengan fitur *2D Pose Estimate* pada *rviz* ketika *turtlebot3\_navigation* dijalankan. Pengujian navigation ini juga berhasil ketika robot digunakan untuk mendeteksi benda asing selain dalam peta yang telah terbentuk sebelumnya

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Rouse, "What is a mobile robot? Definition from WhatIs.com.," 2019. [Online]. Available: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/mobile-robot-mobile-robotics>. [Accessed: 20-Dec-2019].
- [2] L. Chen, P. Sun, G. Zhang, J. Niu, and X. Zhang, "Fast monte carlo localization for mobile robot," *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 144 CCIS, no. PART 2, pp. 207–211, 2011, doi: 10.1007/978-3-642-20370-1\_34.
- [3] "What is SLAM? - GeoSLAM." [Online]. Available: <https://geoslam.com/what-is-slam/>. [Accessed: 30-Oct-2019].
- [4] "TurtleBot3." [Online]. Available: <https://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/navigation/#send-navigation-goal>. [Accessed: 10-Jul-2020].
- [5] H. H. Pham, T. L. Le, and N. Vuillerme, "Real-time obstacle detection system in indoor environment for the visually impaired using microsoft kinect sensor," *J. Sensors*, vol. 2016, no. January, 2016, doi: 10.1155/2016/3754918.
- [6] K. Kamarudin, S. M. Mamduh, A. Y. Md Shakaff, and A. Zakaria, "Performance analysis of the microsoft kinect sensor for 2D simultaneous localization and mapping (SLAM) techniques," *Sensors (Switzerland)*, vol. 14, no. 12, pp. 23365–23387, 2014, doi: 10.3390/s141223365.

# Analisis Performa PV Monocrystalline dan Polycrystalline untuk Kecepatan Motor Pompa Air DC

<sup>1</sup>Faiz Syaikhoni Aziz, <sup>2</sup>Agung Setyobudi, <sup>3</sup>Ahmad Muzakki Setiawan, <sup>4</sup>Sujito, <sup>5</sup>Mohamad Rodhi Faiz

<sup>1</sup>S2 Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

<sup>2,3</sup>S1 Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

<sup>4,5</sup>Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

<sup>1</sup>faizsyaikhoni@gmail.com, <sup>2</sup>setyobudi.1605366@students.um.ac.id, <sup>3</sup>ahmad.muzakki.1605366@students.um.ac.id,

<sup>4</sup>mohamad.rodhi.ft@um.ac.id, <sup>5</sup>sujito.ft@um.ac.id

**Abstract** - This study presents an analysis of the performance of solar panels with monocrystalline and polycrystalline materials. PV with monocrystalline material is made of single silicon crystals while PV with polycrystalline material consists of several different crystals, combined in a single cell. The parameters to determine the PV performance of monocrystalline and polycrystalline materials in producing water pump motor speed using temperature and irradiation which will be simulated using MATLAB Simulink. Each system was tested with the same water pump spec with radiation of 1000 W / m<sup>2</sup> and temperature 25°C, 27°C, 29°C, 31°C, 33°C, 35°C. The results of the simulation showed the performance of monocrystalline material produced a current of 1,776 A-1,789 A, a voltage of 16.86 V - 16.98 V and motor speed at the water pump are 1533 rpm - 1544 rpm. While the performance of the polycrystalline material produced is 2,494 A-2,505 A, the voltage is 16.19 V-16.27 V and the motor speed at the water pump is 1472 rpm-1479 rpm. In dc water pump applications monocrystalline material is superior to polycrystalline.

**Keywords** — MATLAB Simulink; monocrystalline; polycrystalline; solar panel; dc water pump.

**Abstrak**— Pada penelitian ini menyajikan analisis performa panel surya dengan bahan monocrystalline dan polycrystalline. PV dengan bahan monocrystalline terbuat dari kristal silikon tunggal sedangkan PV dengan bahan polycrystalline terdiri dari sejumlah kristal yang berbeda, digabungkan satu sama lain dalam satu sel tunggal. Parameter untuk mengetahui performa PV bahan monocrystalline dan polycrystalline dalam menghasilkan kecepatan motor pompa air menggunakan suhu dan iradiasi yang akan di simulasikan menggunakan MATLAB Simulink. Masing-masing system diuji dengan spek pompa air yang sama dengan radiasi 1000 W/m<sup>2</sup> dan suhu 25°C, 27°C, 29°C, 31°C, 33°C, 35°C. Hasil dari simulasi menunjukkan performa bahan monocrystalline menghasilkan arus 1.776 A-1.789 A, tegangan 16.86 V - 16.98 V dan kecepatan motor pada pompa air yaitu 1533 rpm - 1544 rpm Sedangkan performa pada bahan polycrystalline arus yang dihasilkan yaitu 2.494 A-2.505 A, tegangan 16.19 V-16.27 V dan kecepatan motor pada pompa air yaitu 1472 rpm-1479 rpm. Dalam aplikasi pompa air dc bahan monocrystalline lebih unggul dibanding polycrystalline.

**Kata Kunci**—MATLAB Simulink; monocrystalline; polycrystalline; panel surya; pompa air dc.

## I. PENDAHULUAN

Untuk menghadapi krisis energi dan pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh bahan bakar pembangkit tenaga listrik maka diperlukan energi terbarukan untuk menanggulangnya. Energi matahari merupakan salah satu energi terbarukan yang mempunyai potensi besar.

Pemanfaatan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan panel surya. Penggunaan panel surya (photovoltaic/PV) terus meningkat tidak hanya di daerah pedesaan tetapi juga daerah kota. Energi pada panel surya paling mudah didapatkan dan membutuhkan sedikit perawatan dibandingkan dengan energi terbarukan lainnya [1].

Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor seperti silikon, gallium arsenide, dan cadmium telluride atau copper indium deselenide [2]. Pada tahun 2014, bahan silikon crystalline terjual 90% dari total penjualan panel surya di dunia [3]. Jenis panel surya monocrystalline dan polycrystalline terbuat dari bahan silikon crystalline [3]

Harga panel surya dari bahan monocrystalline lebih tinggi dari pada bahan polycrystalline dikarenakan struktur kristal dan sifat monocrystalline memberikan output yang lebih baik dibanding bahan polycrystalline [4].

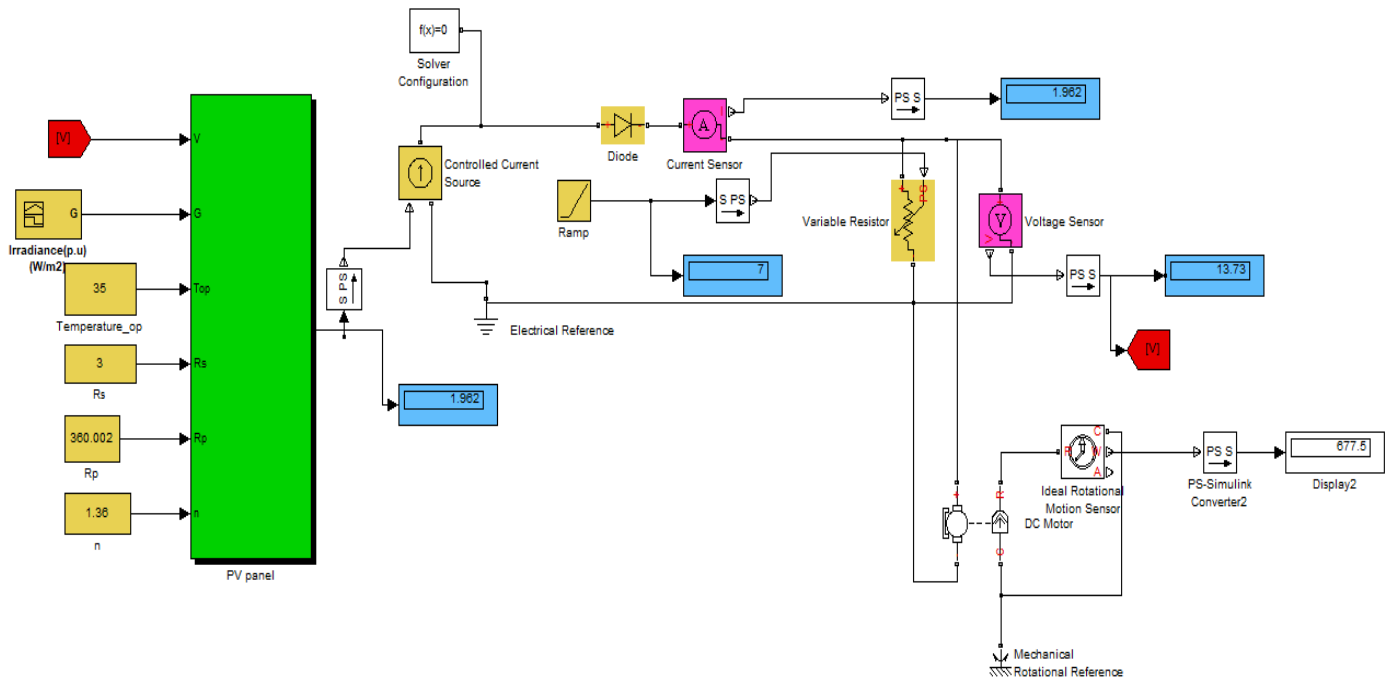
Menurut [3], Kapasitas daya yang dihasilkan panel surya bahan monocrystalline lebih tinggi 5% -7% dari polycrystalline dalam kondisi yang sama. Dalam penelitian[10] kapasitas daya yang dihasilkan panel surya bahan monocrystalline lebih tinggi 5% -8% dari pada bahan polycrystalline. Pada penelitian [11] yang membandingkan panel surya bahan monocrystalline dan polikristalline mendapatkan hasil bahwa bahan monocrystalline 6% -7% lebih tinggi dalam menghasilkan kapasitas daya dari bahan polikristalin.

Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi listrik sangat banyak sekali misalnya mengurangi konsumsi listrik PLN (sistem on-grid/of-grid), sistem ventilasi, penerangan jalan umum dan pompa air. Pemanfaatan panel surya untuk pompa air masih tergolong sebagai teknologi baru. Penggunaan panel surya sebagai penyedia listrik untuk sistem pompa air tenaga surya dapat meminimalkan ketergantungan pada listrik berbasis diesel, gas dan batu bara serta dapat

memberikan keuntungan dari segi lingkungan untuk mengoperasikan pompa air [1, 5, 6].

Pemanfaatan sistem panel surya untuk pompa air sangat diandalkan terutama di daerah terpencil yang belum teraliri listrik [7]. Sistem pompa air DC yang menggunakan sumber panel surya sangat sederhana dikarenakan tidak menggunakan baterai hanya tersusun dengan panel surya, pengontrol motor dan pompa DC [8]. Beberapa penelitian sebelumnya difokuskan pada membandingkan panel surya dengan bahan monocrystalline dan polycrystalline tanpa ada output kecepatan motor pompa air.

Berbeda dengan hal tersebut, pada penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa panel surya dari bahan monocrystalline dan polycrystalline untuk kecepatan motor pompa air dengan menggunakan simulasi MATLAB Simulink. Pada saat simulasi menggunakan rangkaian ekuivalen dioda tunggal. Parameter yang mempengaruhi kinerja panel surya yaitu suhu, kecepatan angin dan kepadatan debu. Suhu merupakan salah satu faktor penting yang secara signifikan mempengaruhi kinerja panel surya [9]. Simulasi untuk analisis panel surya pada penelitian ini menggunakan parameter suhu dan radiasi.



Gambar 1. Desain Panel Surya pada Pompa Air DC

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode Penelitian

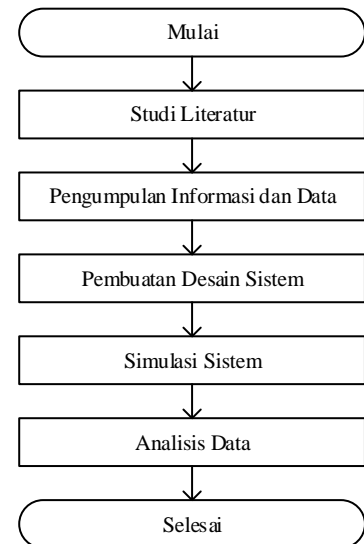
Metode penelitian dalam analisis performa PV dengan bahan monocrystalline dan polycrystalline untuk kecepatan motor pompa air menawarkan sebuah kajian komparatif yang sangat layak dipertimbangkan karena hasilnya sangat membantu dalam implementasi sistem energi terbarukan. Gambar 2 menunjukkan diagram alir pada penelitian analisis performa PV dengan bahan monocrystalline dan polycrystalline untuk kecepatan motor pompa air.

### B. Spesifikasi Panel Surya

Spesifikasi panel surya dari bahan monocrystalline dan polycrystalline dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya

Karakteristik	Monocrystalline	Polycrystalline
Daya Maksimal	50 W	50 W
Tegangan daya maksimal	17.6V	16.5 V
Arus daya maksimal	2.85 A	3.34 A
Tegangan open circuit	22.5 V	21.1 V
Arus short circuit	3.04 A	4.23 A
Tegangan sistem maksimal	700 V DC	700 V DC



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Tabel 2. Spesifikasi Pompa Air

Nama	Spesifikasi
Pompa Air Dc	1. Tegangan: DC 12 V
	2. Current: 5,4A
	3. Temperature max.: 60°C
	4. Daya max: 60 Watt
	5. Ketinggian max.: 4 meter

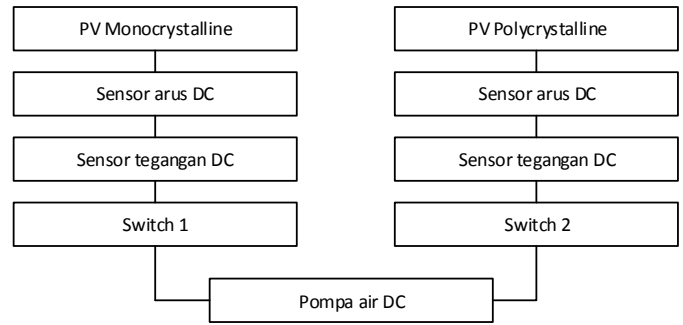
Spesifikasi pompa air dapat dilihat pada Tabel 2 sedangkan Tabel 3 merupakan suhu dan radiasi yang digunakan pada saat simulasi.

Tabel 3. Suhu dan Radiasi

Radiasi (W/m <sup>2</sup> )	Suhu (C)
1000	25
1000	27
1000	29
1000	31
1000	33
1000	35

C. Desain Percobaan

Pemodelan menggunakan MATLAB Simulink untuk mengetahui performa panel surya dari bahan monocrystalline dan polycrystalline untuk pompa air dc dapat dilihat pada gambar 1. Desain sistem panel surya untuk analisis performa bahan monocrystalline dan polycrystalline untuk mengetahui kecepatan pompa air dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi menggunakan MATLAB Simulink yaitu kecepatan motor pompa air dc, tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya bahan monocrystalline dan polycrystalline. Tabel 4. merupakan hasil simulasi dari bahan monocrystalline sedangkan Tabel 5. hasil simulasi dari bahan polycrystalline.

Tabel 4. Hasil Simulasi Bahan Monocrystalline

Suhu (C)	Arus (A)	Tegangan (V)	Kecepatan Motor (rpm)
25	1.776	16.86	1533
27	1.779	16.89	1535
29	1.781	16.91	1537
31	1.784	16.93	1539
33	1.787	16.96	1542
35	1.789	16.98	1544

Dari data Tabel 4. Dapat diketahui bahwa ketika suhu dinaikan antara 25– 35 derajat celcius maka sangat berdampak pada performa panel surya monocrystalline arus yang dihasilkan relatif meningkat yaitu kisaran 1.776 A–1.789 A, tegangan meningkat kisaran 16.86 V – 16.98 V dan kecepatan motor pada pompa air juga meningkat yaitu 1533 rpm - 1544 rpm.

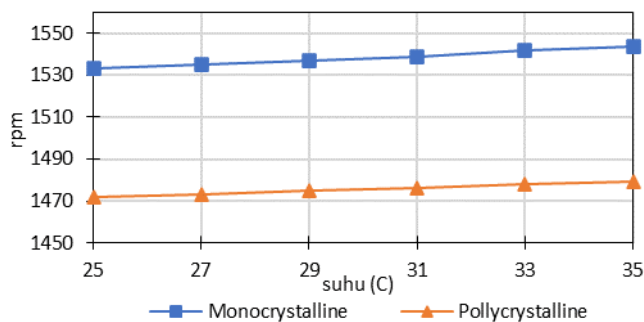
Tabel 5. Hasil Simulasi Bahan Polycrystalline

Suhu (C)	Arus (A)	Tegangan (V)	Kecepatan Motor (rpm)
25	2.492	16.19	1472
27	2.492	16.20	1473
29	2.497	16.22	1475
31	2.50	16.24	1476
33	2.502	16.26	1478
35	2.505	16.27	1479

Dari data Tabel 5. Dapat diketahui bahwa ketika suhu dinaikan antara 25–35 derajat celcius maka arus yang dihasilkan naik yaitu kisaran 2.494 A-2.505 A, tegangan meningkat antara 16.19 V-16.27 V dan kecepatan motor pada

pompa air juga meningkat yaitu 1472 rpm-1479 rpm. Untuk mengetahui perbandingan kecepatan pompa air bahan monocrystalline dan polycrystalline dapat dilihat pada gambar 3.

Dari Gambar 4. Dapat diketahui tentang perbedaan kecepatan motor pompa air dari bahan monocrystalline dan polycrystalline. Panel surya dengan bahan monocrystalline menghasilkan kecepatan motor pompa air lebih tinggi dari bahan polycrystalline. Kecepatan pompa air panel surya dengan bahan polycrystalline dengan suhu 35 derajat celsius tidak bisa lebih tinggi daripada bahan monocrystalline dengan suhu 25 derajat celsius. Hal tersebut dikarenakan tegangan yang dihasilkan monocrystalline lebih tinggi.



Gambar 4. Perbandingan Kecepatan Motor Pompa Air

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah Performa panel surya bahan monocrystalline lebih tinggi dari panel surya polycrystalline dalam menghasilkan kecepatan motor pompa air. Dalam penelitian di dapatkan data bahwa panel surya bahan monocrystalline nilai tegangan lebih tinggi dari polycrystalline. Sedangkan pada panel surya bahan polycrystalline nilai arusnya lebih besar dari pada monocrystalline. Dalam aplikasi menggunakan pompa air dc bahan monocrystalline lebih unggul.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

[1] M. V. C. Sontake and V. R. Kalamkar, "Solar photovoltaic water pumping system - A comprehensive review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 59, no. Supplement C, pp. 1038-1067, 2016.

[2] M. Islam, M. M. Hasan Shawon, S. Akter, A. Chowdhury, S. I. Khan and M. M. Rahman, "Performance Investigation of Poly Si and Mono Si PV Modules: A Comparative Study," *2019 International Conference on Energy and Power Engineering (ICEPE)*, Dhaka, Bangladesh, 2019, pp. 1-5.

[3] Hao Deng *et al.*, "High-performance monocrystalline silicon could lead the photovoltaic power generation in the future," *2015 China Semiconductor Technology International Conference*, Shanghai, 2015, pp. 1-3.

[4] Szindler, Marek. "Electrical properties mono- and polycrystalline silicon solar cells," *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing engineering*, vol.59. 2013.

[5] G. Li, Y. Jin, M. W. Akram, and X. Chen, "Research and current status of the solar photovoltaic water pumping system – A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 79, no. Supplement C, pp. 440-458, 2017.

[6] R. Foster, M. Ghassemi, and A. Cota, "Solar Energy," in *Renewable Energy and The Environment*, M. Ghassemi, Ed. CRC Press, 2009

[7] Application Of Rural Photovoltaic Water Pumping System Using Immersed Pump And Dc Motor

[8] M. Abu-Aligah "Design of Photovoltaic Water Pumping System and Compare it with Diesel Powered Pump". *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*. Volume 5, Number ISSN 1995 3, June - 6665 2011, Pages 273 – 280.

[9] Gabra, C.F. & Hossam-Eldin, A & Ali, Prof. Dr. Eng, Ahmed Hamza H. "A Comparative Analysis of the Performance of Monocrystalline, Polycrystalline and Amorphous Thin Film PV Cells in Semi-Arid Climate Conditions: the Case of Egypt," *Africa PV Solar Energy Conference and Exhibition*, 2014.

[10] B. Hörömpöli and E. Rácz, "Statistical analysis of power measurements made on mono- and polycrystalline solar cells," *2018 IEEE 16th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMII)*, Kosice, 2018, pp. 000149-000154

[11] Xie biaokai, Shen Hui, Zhu Weihua, The comparison of actual power generation performance for six kinds of photo voltaic solar cells arrays, *Proceedings of the 10th China solar photovoltaic*. 8. 2009



# PERANCANGAN *TRANSCEIVER* AUDIO MENGGUNAKAN *POWER LINE COMMUNICATION*

<sup>1</sup>Pandu Pira Haskara, <sup>2</sup>Rizki Ardianto Priramadhi, <sup>3</sup>Denny Darlis, <sup>4</sup>Fajry Adi Rahman

<sup>1,2,4</sup> S1 Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

<sup>3</sup> D3 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>[pandumbz@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:pandumbz@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[rizki.ap@telkomuniversity.ac.id](mailto:rizki.ap@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id](mailto:denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.id),  
<sup>4</sup>[fajryadir@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:fajryadir@student.telkomuniversity.ac.id)

**Abstract** - The advancement in telecommunications technology, especially regarding the transmission media makes the media that can be used as an information transmission medium increase. One of the most commonly used transmission media is cables such as copper, coaxial and fiber optic cables. In addition to these media, another alternative developed is Power Line Communication.

Power Line Communication is a communication system that sends information signals through electric power transmission lines. Broadly speaking, Power Line Communication is divided into two types namely Narrowband PLC and Broadband PLC. The grouping is based on the working frequency of each type of PLC.

In this final project, an audio communication device using Power Line Communication has been designed. The results obtained from the design and realization process are devices that are designed to be able to transmit an audio signal in the form of a human voice that has a frequency range of around 200-4000Hz and will be transmitted through the grid with a maximum voltage of 24V with a frequency of 50-60Hz. In addition, the device designed is capable of transmitting human voice with a mesh cable network with a distance of 2.5-50 meters and has a maximum transmission loss of  $\pm 38$ dB.

**Keywords** — *Power Line Communication, Analog Modulation, Analog Transmission, Frequency Modulation, Narrowband PLC*

**Abstrak**— Perkembangan pada bidang telekomunikasi, khususnya tentang media transmisi membuat bertambahnya media yang bisa digunakan sebagai media transmisi informasi. Salah satu media transmisi yang umum digunakan adalah kabel seperti kabel tembaga, coaxial, dan fiber optic. Selain media-media tersebut, alternatif lain yang dikembangkan adalah Power Line Communication.

Power Line Communication adalah sistem komunikasi yang mengirimkan sinyal informasi melalui jalur transmisi tenaga listrik. Secara garis besar, Power Line Communication dibagi menjadi dua jenis yaitu Narrowband PLC dan Broadband PLC. Pengelompokan tersebut berdasarkan pada frekuensi kerja dari masing-masing jenis PLC tersebut.

Pada tugas akhir ini, telah dirancang sebuah perangkat komunikasi audio menggunakan Power Line Communication. Hasil yang didapatkan dari proses perancangan dan realisasi adalah perangkat yang dirancang dapat mentransmisikan sinyal audio berupa suara manusia yang memiliki rentang frekuensi sekitar 200-4000Hz dan akan ditransmisikan melalui jala-jala listrik dengan tegangan maksimal 24V dengan frekuensi 50-60Hz. Selain itu, alat yang dirancang mampu mentransmisikan

suara manusia dengan media kabel jala-jala dengan jarak 2.5-50 meter dan memiliki loss transmisi maksimal sebesar  $\pm 38$ dB.

**Kata Kunci**— *Power Line Communication, Modulasi Analog, Transmisi Analog, Modulasi Frekuensi, Narrowband PLC*

## I. PENDAHULUAN

Teknologi komunikasi saat ini telah mengalami kemajuan yang cukup pesat, Salah satunya mengenai media komunikasi yang digunakan. Salah satu media komunikasi yang sering digunakan adalah komunikasi menggunakan kabel seperti sepasang kabel yang dibelitkan, koaksial, atau fiber optics yang digunakan sebagai media untuk pengiriman dan penerimaan informasi. Namun, dengan terus berkembangnya teknologi, muncul alternatif media komunikasi baru, salah satunya adalah Power Line Communication. Power Line Communication (PLC) adalah sistem komunikasi yang sinyal informasinya ditumpangkan pada kabel atau kawat yang juga digunakan sebagai media transmisi tenaga listrik. [1]

Secara garis besar, Power Line Communication (PLC) dibagi menjadi dua, yaitu: Narrowband PLC yang bekerja pada frekuensi rendah (3-500KHz), dan Broadband PLC yang bekerja pada frekuensi tinggi (1.8-250MHz). Broadband PLC biasa digunakan untuk transmisi jaringan internet. Sedangkan Narrowband PLC bisa digunakan untuk pemantauan penggunaan listrik rumahan, transmisi video, maupun sebagai media transmisi untuk perangkat komunikasi suara. [2]

Pada tugas akhir ini, telah dirancang sebuah perangkat komunikasi suara berupa transmitter dan receiver menggunakan Power Line Communication. Perangkat ini bisa digunakan untuk komunikasi antar ruangan atau sebagai alat komunikasi dari pos sekuriti ke gedung/rumah tertentu untuk memberi tahu jika ada tamu yang datang ataupun keperluan lain. Dengan menggunakan Power Line Communication, perangkat komunikasi ini akan menghemat penggunaan kabel lain seperti kabel telepon, optik, dsb. sebagai media transmisi karena menggunakan jalur listrik yang sudah ada sebelumnya.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, didapatkan latar belakang sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan transmitter dan receiver perangkat komunikasi suara melalui Power Line Communication?

2. Bagaimana metode pengiriman sinyal informasi pada perangkat komunikasi suara melalui Power Line Communication?
3. Bagaimana cara untuk mereduksi noise yang terdapat pada saat pengiriman data pada perangkat komunikasi suara melalui Power Line Communication?

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

Metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam tugas akhir ini terdiri dari :

1. Studi Literatur  
 Metode studi literatur dilakukan dengan cara pengumpulan berbagai macam teori yang diperlukan untuk membantu pengerjaan tugas akhir
2. Perancangan dan Pembuatan Alat  
 Pada tahap ini telah dibuat sebuah rancangan dan realisasi perangkat komunikasi berupa *transmitter* dan *receiver* dengan prinsip PLC untuk mentransmisikan dan menerima sinyal audio.
3. Pengujian  
 Melakukan pengujian pada alat untuk memastikan alat bekerja dengan baik dan untuk mencari kekurangan sistem agar bisa disempurnakan.
4. Analisis Kerja Sistem  
 Melakukan analisa terhadap parameter-parameter yang diujikan pada alat yang telah dibuat

### B. Perancangan Sistem

#### 1. Perancangan Modul Pengirim

Pada tugas akhir ini, modul pengirim yang dirancang berupa catu daya, modulator FM, rangkaian penguat microphone, dan rangkaian coupling.

Berdasarkan standarnya, komunikasi dibagi menjadi 2 jenis, yaitu Broadband PLC yang beroperasi pada frekuensi 1.8-250MHz dan Narrowband PLC yang beroperasi pada frekuensi 3-500KHz. Selain dari frekuensi kerjanya, yang membedakan kedua jenis tersebut adalah bit ratenya. Broadband memiliki bit rate yang lebih tinggi dari narrowband. Karena pada tugas akhir ini sinyal yang dikirimkan adalah sinyal suara, maka dalam proses pengirimannya tidak membutuhkan bit rate yang besar. Maka dari itu, jenis komunikasi jala-jala yang digunakan pada tugas akhir ini adalah narrowband PLC yang memiliki rentang frekuensi kerja 3-500KHz.

Untuk mengikuti standar tersebut, nilai frekuensi *carrier* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah 200KHz. Pada tugas akhir ini, komponen yang digunakan sebagai modulator adalah IC LM565. Agar bisa membangkitkan sinyal *carrier* dengan frekuensi tersebut, IC LM565 membutuhkan komponen resistor dan kapasitor *timing*. Dan karena IC LM565 adalah sebuah *Voltage*

*Controlled Oscillator* maka nilai tegangan kontrol dari IC LM565 juga harus diperhatikan.

Adapun perhitungan untuk nilai-nilai tersebut adalah sebagai berikut:

$$f_c = \frac{2.4 (V_{cc} - V_c)}{R_t \cdot C_t \cdot V_{cc}} \quad (1)$$

dimana :

- $f_c$  = Frekuensi Pembawa
- $V_{cc}$  = Nilai tegangan catu daya
- $V_c$  = Tegangan kontrol pada pin 7
- $R_t$  = Resistor timing (Pin 8)
- $C_t$  = Kapasitor timing (Pin 9)

Nilai kapasitor *timing* yang digunakan adalah sebesar 1nF sedangkan nilai resistor *timing* yang digunakan adalah 2,2kΩ. Maka nilai tegangan kontrol yang digunakan adalah:

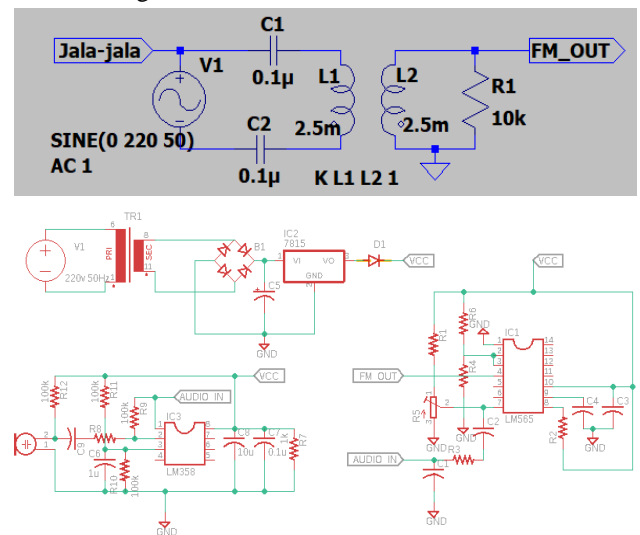
$$200 \cdot 10^3 = \frac{2.4 (15 - V_c)}{2.2 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-9} \cdot 15} \quad (2)$$

$$200 \cdot 10^3 = \frac{36 - 2.4V_c}{3.3 \cdot 10^{-5}} \quad (3)$$

$$V_c = \frac{36 - 6.6}{2.4} \quad (4)$$

$$V_c = 12.25$$

Rancangan modul pengirim pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Rancangan Modul Pengirim

#### 2. Perancangan Modul Penerima

Pada bagian penerima, sinyal informasi berupa audio akan diterjemahkan dengan proses demodulasi FM dan sinyal audio tersebut akan dikeluarkan melalui speaker. Modul penerima ini terdiri dari rangkaian catu daya, demodulator FM, penguat, dan rangkaian coupling.

Rangkaian demodulator berfungsi untuk mendemodulasi sinyal pembawa termodulasi sehingga sinyal informasi yang sebelumnya dimodulasi pada bagian pengirim dapat dikembalikan ke bentuk sinyal aslinya. Jenis demodulasi yang digunakan pada rangkaian ini adalah demodulasi FM dengan menggunakan prinsip PLL. Proses demodulasi menggunakan IC LM565.

Agar bisa menerjemahkan sinyal informasi yang sudah dimodulasi oleh rangkaian modulator, rangkaian demodulator harus memiliki frekuensi *carrier* yang sama dengan bagian modulator yaitu 200KHz. Untuk membangkitkan frekuensi dengan nilai tersebut, nilai dari komponen-komponen yang harus diperhatikan dihitung dengan rumus:

$$F_o = \frac{0.33}{R_t \cdot C_t} \quad (5)$$

Dimana:

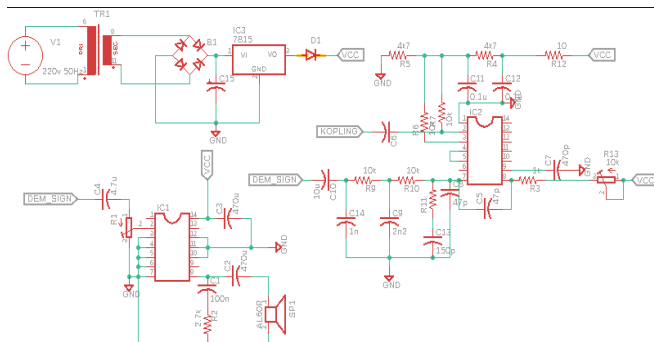
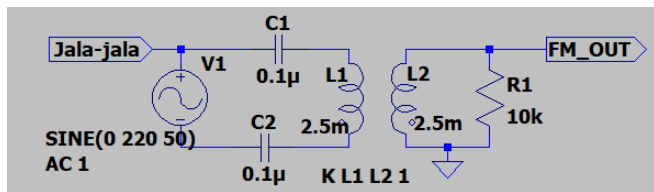
- Fo = Frekuensi *Carrier*
- Rt = Resistor *timing*
- Ct = Kapasitor *timing*

Nilai kapasitor *timing* yang digunakan adalah 470pF. Maka nilai resistor *timing* yang harus digunakan adalah:

$$R_t = \frac{0.33}{200 \cdot 10^3 \cdot 470 \cdot 10^{-12}} \quad (6)$$

$$R_t = \pm 3.5K\Omega \quad (7)$$

Rancangan Modul Penerima pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

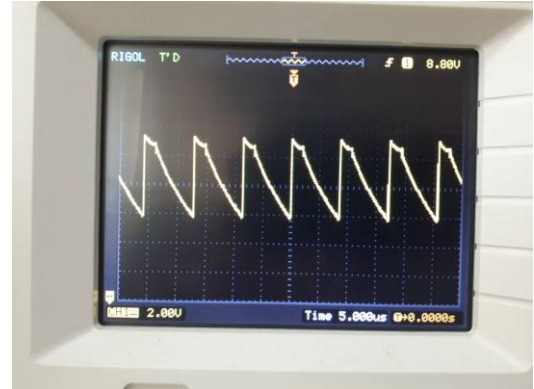


Gambar 2 Rancangan Modul Penerima

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pengujian Carrier Pengirim

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah rangkaian modulator pada bagian pengirim bisa membangkitkan frekuensi *carrier* dengan bentuk dan nilai yang telah didesain sebelumnya yaitu sinyal kotak dengan frekuensi 200KHz. Frekuensi *carrier* yang terukur adalah sebagai berikut:

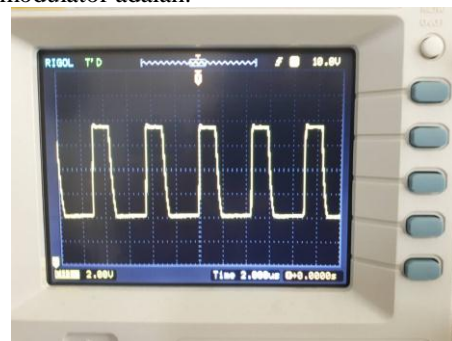


Gambar 4 Gelombang *Carrier* Modulator

Setelah melakukan pengujian, gelombang *carrier* yang didapatkan ternyata memiliki frekuensi 228KHz dan tidak berbentuk kotak sempurna seperti yang didesain sebelumnya. Hal ini dikarenakan pada proses perancangan tidak memperhatikan nilai toleransi dari komponen yang digunakan. Dan penyebab bentuk sinyal tidak kotak seperti yang dirancang adalah karena adanya komponen-komponen pada rangkaian modulator yang memiliki nilai kapasitansi yang bersifat parasit sehingga siklus pengisian dan pengosongan dari kapasitor tidak berjalan dengan sempurna.

#### 2. Pengujian Carrier Penerima

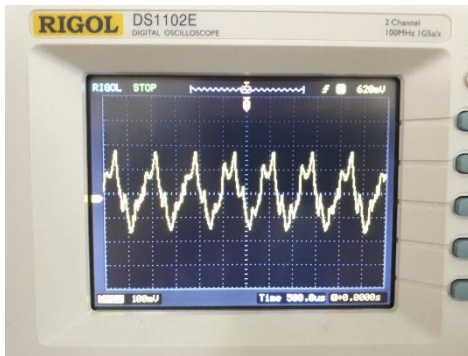
Untuk bisa melakukan proses demodulasi, rangkaian demodulator juga harus memiliki nilai frekuensi *carrier* yang sama dengan *carrier* pada bagian modulator. Pengujian ini bertujuan untuk menguji apakah rangkaian demodulator bisa membangkitkan frekuensi *carrier* dengan nilai yang sudah ditentukan sebelumnya. Hasil dari pengujian gelombang yang dihasilkan oleh rangkaian demodulator adalah:



Gambar 5 Hasil Pengujian Carrier Demodulator

3. Pengujian Demodulasi PLL

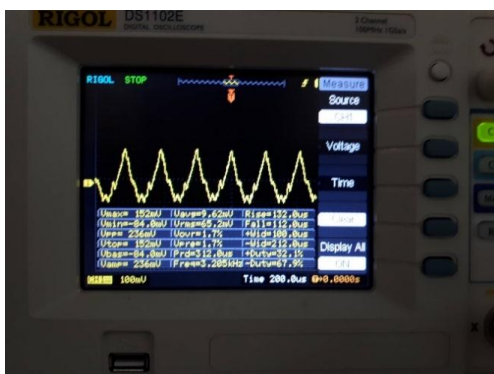
Pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsi demodulasi dari rangkaian demodulator. Dan membandingkan sinyal hasil proses demodulasi dengan sinyal aslinya. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan masukan berupa sinyal sinus dengan amplitudo 5Vpp dan frekuensi bernilai acak dengan jangkauan frekuensi audio suara manusia (200-4500Hz) dari *function generator*. Pada bagian penerima dilihat sinyal hasil demodulasi menggunakan osiloskop. Hasil yang didapatkan dari beberapa percobaan adalah sebagai berikut:



Gambar 8 Gelombang Hasil Demodulasi (1)



Gambar 7 Gelombang Hasil Demodualasi (2)



Gambar 6 Gelombang Hasil demodulasi (3)

Dari beberapa hasil percobaan yang dilakukan, dapat dilihat bahwa gelombang hasil yang didapatkan dari proses demodulasi tidak berbentuk sama persis dengan sinyal masukannya yaitu sinyal sinus. Hal ini dikarenakan masih adanya nilai frekuensi tinggi dari frekuensi *carrier* yang tidak terfilter seutuhnya. Dan pada gelombang hasil demodulasi juga mengalami pelemahan yang cukup signifikan. Namun nilai frekuensi dari sinyal hasil demodulasi memiliki nilai yang mendekati nilai frekuensi dari sinyal aslinya.

4. Pengujian Transmisi Menggunakan Media Jala-jala

Dalam perancangan, transmitter dan receiver dirancang untuk bisa mengirim dan menerima sinyal suara melewati jala-jala listrik dengan tegangan 220VAC 50Hz. Namun untuk alasan keamanan, penulis melakukan pengujian dengan beberapa nilai tegangan AC yang diturunkan terlebih dahulu. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan masukan berupa sinyal sinus dengan frekuensi 3KHz dan amplitudo 5 Vpp pada pin 7 modulator, lalu menyambungkan keluaran kopling pengirim ke kabel listrik yang nilai tegangannya diturunkan terlebih dahulu menggunakan trafo step-down. Lalu ujung lainnya dari kabel tersebut disambungkan dengan masukan dari rangkaian coupling di bagian penerima yang kemudian diukur frekuensi dan amplitudonya menggunakan osiloskop. Panjang kabel listrik yang digunakan sebagai media transmisi pada percobaan ini adalah 10 meter. Hasil dari percobaan ini dapat dilihat di tabel

Tabel 1 Hasil Pengujian Dengan Media Transmisi Jala-jala

Tegangan Jala-jala	Pengirim		Penerima	
	Frekuensi	Vp	Frekuensi	Vpp
6	3k	5	2976	144m
9	3k	5	2941	158m
12	3k	5	3521	190m
15	3k	5	3145	160m
18	3k	5	2994	188m
24	3k	5	2941	60.8 m
110	3k	5	N/A	N/A
220	3k	5	N/A	N/A

Jika mengacu pada tabel 1. Pemberian nilai tegangan AC memiliki pengaruh terhadap pelemahan sinyal yang diterima. Pada saat nilai tegangan 6-18V, nilai pelemahan yang terjadi cenderung fluktuatif. Namun pada saat nilai tegangan dinaikkan menjadi 24V, pelemahan yang terjadi jauh lebih besar jika dibandingkan dengan nilai tegangan

yang lain. Dan setelah pengujian dengan menggunakan tegangan 24V, IC LM565 pada bagian penerima menjadi sangat panas dan mengalami kerusakan sehingga pengujian dengan nilai tegangan 110/220V tidak bisa dilanjutkan lagi.

#### IV. KESIMPULAN

1. Alat transceiver audio menggunakan Power Line Communication yang dirancang untuk bisa mentransmisikan sinyal audio pada tegangan jala-jala 220V 50Hz hanya bisa bekerja pada tegangan maksimal 24V 50Hz.
2. Penggunaan IC LM565 sebagai modulator dan demodulator FM tepat digunakan karena berdasarkan pengujian yang dilakukan berhasil melakukan proses modulasi dan demodulasi FM.
3. Jarak media transmisi terbukti berpengaruh terhadap loss dan kejelasan audio yang ditransmisikan. Semakin jauh jarak transmisi, maka nilai dari loss akan semakin besar dan kualitas suara yang dihasilkan akan semakin buruk.
4. Pada jarak transmisi yang sama, penambahan nilai tegangan AC pada jalur transmisi berpengaruh terhadap loss dan bentuk gelombang yang diterima
5. Pada perancangan rangkaian elektronika analog, nilai toleransi dari komponen yang digunakan sangat berpengaruh terhadap keluaran dari rangkaian yang dirancang.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] [1] L. Lampe, A. M. Tonello dan T. G. Swart, Power Line Communication Principles, Standards and Application From Multimedia to Smartgrids, Sussex: John Wiley & Sons, Ltd, 2016.
- [2] [2] F. Trivianto, "UNIT SENTRAL DATA SEBAGAI MEDIA PENGONTROL PERALATAN LISTRIK BERBASIS ATMEGA8515 DAN POWER LINE CARRIER," dalam Seminar Proyek Akhir ke-2 PENS-ITS Surabaya, Surabaya, 2011.
- [3] [3] S. Haykin, Communication Systems 4th Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- [4] [4] A. Heit, "Introduction to Phase Locked Loop," Slide of Diversity Tech – FPGA and board design service..
- [5] [5] M. Readman, "Phase Locked Loops," paper of control-system-principles.co.uk.
- [6] [6] N/A, "https://seruniaudio.com/," [Online]. Available: <https://seruniaudio.com/tipe-mikrofon/>. [Diakses 15 Mei 2020].
- [7] [7] R. Sudaryanto dan H. S. Basuki, "Pengiriman Data Pengendali Beban Listrik Jinjangan Memakai PLC (Power Line Carrier) Berbasis Mikrokontroler AT89C51".
- [8] [8] A. Narendra, Penelitian Sistem Audio Stereo Dengan Media Transmisi Jala Jala Listrik, Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana, 2015.
- [9] [9] B. Murtianta, "Sistem Modulator dan Demodulator BPSK dengan Costas Loop.," echné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika, vol. 14 No.1, pp. 17-26, 2015.
- [10] [10] B. P. Lathi, Modern Digital And Analog Communication System Third Edition, New York: Oxford University Press, 1998.
- [11] [11] H. S. Ronie, Anhar dan R. Amri, "Rancang Bangun Demodulator FM," Jom FTEKNIK, vol. Volume 1, no. 2, 2014.
- [12] [12] R. D. A. Putranto, "Pemanfaatan Jala-jala Sebagai Media Komunikasi Audio Dengan Menggunakan Modulasi Frekuensi," 2003.
- [13] [13] V. R. Purnomo, "Sistem Pengendali Peralatan Elektronik Serta Pemantauan Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler Dengan Media Komunikasi Jala-jala," Tehne Jurnal Ilmiah Elektroteknika, vol. 13, no. 1, pp. 37-51, 2014.
- [14] [14] X. Carcelle, Power Line Communication in Practice, Paris: Groupe Eyrolles, 2006.
- [15] [15] B. Herdiana, "PEMODELAN COUPLING CAPACITOR dan WAVE TRAP PADA SISTEM KOMUNIKASI JALA-JALA TEGANGAN TINGGI," Majalah Ilmiah Unikom, vol. 14, no. 1, pp. 75-83, 2019.
- [16] [16] F. D. L. Rosa, Harmonics and Power System, Missouri: Taylor & Francis Group, 2006.
- [17] [17] Texas Instrument, Datasheet for LM565/565C, Dallas: Texas Instrument, 1999.
- [18] [18] D. Darlis, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PROSESOR OFDM BASEBAND UNTUK PROTOTIPE MODEM PLC PADA FPGA," Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, vol. 15, no. 2, 2010.
- [19] [19] N/A, "elektronika-dasar.web.id," 2 March 2020. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id>. [Diakses 20 May 2020].

# RANCANG BANGUN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) DAN AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF) BERBASIS ARDUINO UNO R328P PADA PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) 220VAC

Panky Hermawan<sup>1</sup>, Agus Kiswanton<sup>2</sup>

<sup>12</sup> Program Studi elektro sistem tenaga Universitas Bhayangkara Surabaya

<sup>1</sup>pankyh47@gmail.com, <sup>2</sup>aguskiswanton@gmail.com

**Abstract** - Automatic Transfer Switch (ATS) is an electromechanical equipment that can be controlled and functioned to move the position of the power source, from the main grid (PLN) to a backup power source which here uses a prototype of the Bayu (Wind) power plant if the PLN supply is interrupted. Automatic Transfer Switch will restore the power supply to the normal position automatically when the power supply from the main network is back available. "Automatic Transfer Switch with Arduino UNO 328P Microcontroller" is a device that is made to change the position of the main switch to move PLN / PLTB automatically and also monitor current and voltage. The microcontroller is used as the main controller and the PZEM 004T sensor as a current and voltage reader. Some functional tests conducted show the results that the automatic switching relay made has worked as expected. And also monitoring current, voltage and frequency can be displayed on the LCD screen.

**Keywords** — ATS, microcontroller, Arduino UNO, relay, sensor PZEM 004T, PLTB

**Abstrak** — Automatic Transfer Switch (ATS) adalah peralatan elektromekanik yang dapat dikendalikan dan difungsikan untuk memindahkan posisi sumber tenaga listrik, dari jaringan utama (PLN) ke sumber tenaga listrik cadangan yang mana disini memakai prototipe Pembangkit listrik tenaga Bayu (Angin) apabila supali PLN terputus. Automatic Transfer Switch akan mengembalikan pasokan tenaga keposisi normal secara otomatis apabila pasokan tenaga listrik dari jaringan utama telah kembali tersedia. "Automatic Transfer Switch dengan Mikrokontroler Arduino UNO 328P" merupakan perangkat yang dibuat untuk mengubah posisi sakelar utama pemindah PLN / PLTB secara otomatis dan juga melakukan monitoring arus dan tegangan. Mikrokontroler digunakan sebagai pengontrol utamanya dan sensor PZEM 004T sebagai pembaca arus dan tegangannya. Beberapa pengujian fungsional yang dilakukan memperlihatkan hasil bahwa relai pemindah otomatis yang dibuat telah bekerja sebagaimana yang diharapkan. Dan juga monitoring arus, tegangan dan frekuensi dapat tertampil di layar LCD.

**Kata Kunci**— ATS, mikrokontroler, Arduino UNO, relay, sensor PZEM 004T, PLTB

## I PENDAHULUAN

### 1.1 PENDAHULUAN

Listrik saat ini boleh dikatakan sebagai salah satu kebutuhan primer masyarakat. Ini mengingatkan kita akan pentingnya peranan energi listrik dalam kehidupan serta pendukung aktifitas dalam kehidupan sehari-hari. Untuk mengembangkan atau memanfaatkan sumber-sumber yang ada untuk dijadikan alternatif penyediaan energi yang memiliki kemampuan untuk memasok energi listrik salah satu cara diantaranya adalah dengan pemanfaatan tenaga angin guna pemenuhan kebutuhan energi listrik.

Peningkatan kebutuhan terhadap energi listrik pada kehidupan masyarakat Indonesia hampir tidak ada yang tidak membutuhkan energi listrik bahkan peningkatan kebutuhan tenaga listriknya tidak sebanding dengan peningkatan daya listrik.

Pemadaman listrik dapat mengakibatkan terganggunya kontinuitas pelayanan terutama pada aktivitas pelayanan pada sektor perdagangan, perhotelan, rumahsakit, maupun industri.

Untuk mengatasi hal tersebut maka dirancang sebuah panel ATS satu phasa dengan komponen kontaktor, relay dan timer sehingga biaya produksi dapat dipangkas. ATS (Automatic Transfer switch), adalah alat yang berfungsi untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis. Atau bisa juga disebut Automatic COS (Change Over Switch).

Dari segi pemanfaatan ATS dan AMF yang menggunakan relai masih kurang sederhana dalam perakitannya dan membutuhkan biaya yang relatif mahal. Disini peran PLC dapat digantikan dengan *microcontroller* arduino no Atmega R328P untuk mengontrol otomatis memindahkan suplai listrik dari PLN ke baterai.

Baterai disini sebagai media penyimpanan energi listrik yang di-supply oleh prototipe pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Prototipe PLTB menggunakan angin sebagai media penggerak generator yang kemudian akan dikonversikan menjadi energi listrik. Keluaran dari generator tersebut berupa

listrik DC (*Direct Current*) 12 volt yang kemudian dialirkan ke media penyimpanan (baterai).

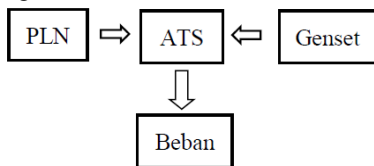
## 1.2 Tinjauan Pustaka

### 1.2.1 Automatic Transfer Switch

Suatu alat pemindah (*Transfer*) sumber daya dari beban kesumber utama PLN ke baterai (dari PLTB) jika sumber utama (PLN). *Automatic Transfer Switch* akan mengembalikan pasokan tenaga ke posisi normal secara otomatis apabila pasokan tenaga listrik dari jaringan PLN telah kembali. [1]

### 1.2.2 Prinsip Kerja ATS

Ketika sumber PLN mengalami gangguan / pemadaman, dengan sistem yang telah dirancang maka baterai sebagai sumber cadangan akan bekerja dan menggantikan sumber utama (PLN). ATS ini dilengkapi dengan sistem keamanan dengan *relay* dan fuse. Sistem pengoperasian ini sangatlah mudah, karena telah diatur sedemikian rupa. Seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan ATS

Transisi kontak-kontak ATS dapat menggunakan prosedur:

- Break-before-make (buka-sebelum-sambung)
- Make-before-break (sambung-sebelum-buka)

Pada prosedur *break-before-make*, kontak-kontak yang menghubungkan beban dengan jaringan PLN dibuka terlebih dahulu sebelum kontak-kontak penghubung baterai ke beban disambungkan. Pada prosedur *make-before-break*, kontak-kontak penghubung beban ke baterai disambungkan terlebih dahulu sebelum kontak-kontak penghubung beban ke jaringan PLN dibuka. Prosedur *make-before break* digunakan pada beban-beban yang memerlukan kontinuitas pasokan tenaga listrik dan genset yang terpasang harus dilengkapi dengan kemampuan sinkronisasi dengan sistem tegangan jaringan PLN. [2]

### 1.2.3 Relay MK2P 220VAC/VDC

Relay terdiri dari koil dan kontak, bila koil mendapat energi listrik akan timbul gaya elektromagnetik yang akan menarik armature yang berpegas, kontak akan menutup sehingga dapat mengalir arus. Lihat gambar 2.



Gambar 2. Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. [3]

### 1.2.4 Battery

Baterai adalah sel elektrokimia yang terdiri dari sepasang elektroda (katoda-anoda) dan elektrolit, sel ini berfungsi sebagai sumber energi listrik yang diperoleh sebagai hasil konversi energi kimia melalui reaksi redoks (reduksi dan oksidasi). Reaksi reduksi berlangsung pada katoda dan reaksi oksidasi berlangsung pada anoda. [4]

Sebagai media penyimpanan energi dan sebagai energi cadangan bila sumber utama mengalami gangguan ataupun terputus. Baterai yang dipakai ialah Baterai akumulator yang memiliki kapasitas sebesar 12V 20Ah/20HR (ampere hours) yang berarti memiliki nominal voltase total cell adalah 12V, memiliki kapasitas fakta 20Ah jika amper kontinyu yang digunakan adalah  $20Ah / 20Hr = 1$  Ampere. Baterai dioperasikan dengan mode floating dan inverter agar sumber tegangannya tetap stabil. Contoh baterai terlihat pada gambar 3.



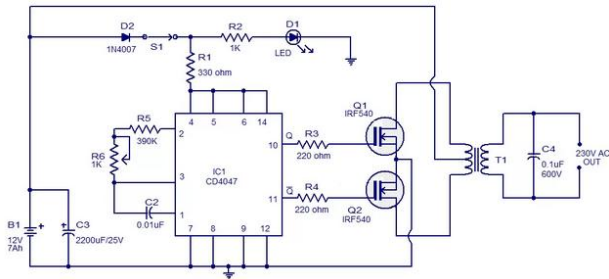
Gambar 3. Baterai

### 1.2.5 Rangkaian Inverter

Rangkaian Inverter adalah rangkaian yang mengubah level tegangan DC menjadi level tegangan AC. Biasanya tegangan DC yang diubah adalah tegangan DC 12V yang berasal dari Akumulator atau aki. Tegangan 12 V ini akan diubah menjadi

tegangan AC. Kemudian akan dinaikan tegangannya oleh transformator step up menjadi 220VAC yang memenuhi spesifikasi untuk menyalakan perangkat elektronik. Skema bisa dilihat pada gambar 4.

Inverter adalah sebuah alat perubah listrik yang merubah listrik tegangan DC menjadi listrik tegangan AC dengan nilai frekuensi yang dapat dirubah. Inverter menerima sumber tegangan DC sebagai tegangan masukan yang dapat diperoleh dari akumulator (aki). Dengan proses penyaklaran dari komponen semikonduktor yang ada pada rangkaian inverter. [5]



Gambar 4. Skema inverter dan transformator step up 220 VAC

**1.2.6 Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)**

Salah satu upaya untuk mengatasi krisis energi adalah mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil dengan cara memanfaatkan sumber energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang dapat digunakan adalah energi angin (Bayu). Energi angin dapat dimanfaatkan pada pembangkit listrik tenaga angin. Pembangkit listrik tenaga angin merupakan suatu metode untuk membangkitkan energi listrik dengan cara memutar turbin angina, yang kemudian akan dikonversikan ke energi listrik.

Bagian-bagian dari prototipe pembangkit listrik tenaga angin juga menyerupai PLTB konvensional, yakni baling-baling dan generator (dinamo).

**1. Baling-baling**

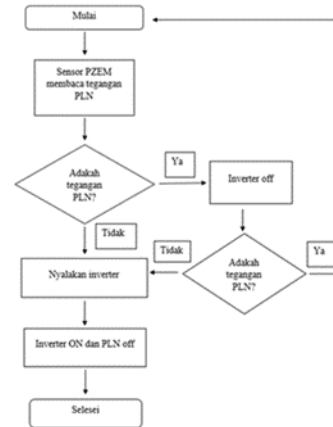
Baling-baling berfungsi sebagai penerima angin yang mana sebagai sumber pengerak generator. Prinsip kerja dari PLTB tipe baling-baling vertikal adalah sumber angin diperoleh dari alam menumbuk baling-baling (dengan teori segitiga kecepatan dan adanya lift and drag) akan memutar baling-baling, kemudian diteruskan ke generator melalui transmisi khusus. Kecepatan udara diharapkan berkisar antara 3 s/d 6 m/s, putaran poros kincir angin yang dihasilkan diukur dengan menggunakan tachometer. Transmisi digunakan untuk menyesuaikan putaran generator agar diperoleh tegangan dan frekuensi yang memadai.

**2. Generator (Dinamo)**

Dinamo merupakan salah satu komponen mesin yang mengubah energi mekanik (gerak) dari mesin menjadi energi listrik dengan perantara induksi medan magnet. Pada

penelitian ini telah dibuat sebuah alat pemanfaatan energi angin pada sepeda motor bergerak untuk menyalakan lampu. Alat ini menggunakan dinamo sebagai penghasil energi listrik yang dibutuhkan untuk menyalakan lampu, baling-baling kipas sebagai pembangkit listrik. [6]

**II. METODE PENELITIAN**



Gambar 5. Flowchart cara kerja alat

Pada gambar 5. Mula mula sensor tegangan akan membaca ada tidaknya tegangan pada sumber utama. Kemudian bila ada gangguan tegangan atau terputus pada PLN maka Arduino Uno akan memberi perintah kepada relai 220VAC untuk memindahkan ke sumber cadangan (inverter) sehingga pasokan tegangan pada beban tak terganggu.

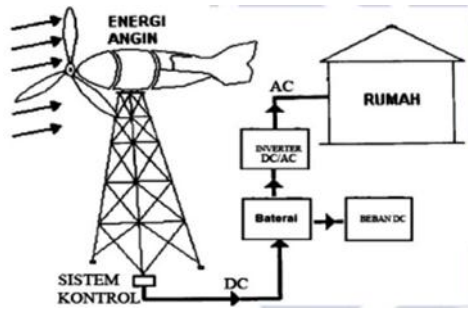
Saat Sumber AC 220 V kembali normal maka Arduino Uno akan memutus terlebih dahulu sumber yang berasal dari inverter 220VAC dan langsung berpindah ke PLN, untuk pemindahan sumber tegangan dilakukan secara cepat kurang dari satu detik sehingga tidak terjadi hal – hal yang berakibat kerusakan pada beban diakarenakan pasokan sumber tegangan yang *delay*.

Prototipe PLTB disini berfungsi meng-charge baterai yang mana sebagai suplai daya untuk inverter.

**2.1 Perancangan alat prototipe PLTB**

**a.** Energi angin adalah udara yang bergerak dari tekanan tinggi menuju ke tekanan rendah atau sebaliknya yaitu dari suhu udara yang rendah ke suhu udara yang lebih tinggi. Energi angin merupakan salah satu sumber energi baru dan terbarukan yang dapat dimanfaatkan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan energi. Salah satu pemanfaatan potensial energi angin adalah untuk menggerakkan turbin. Seperti pada gambar 6 dan 7.





Gambar 6. Konversi energi angin  
(Sumber: Habibi, 2013)

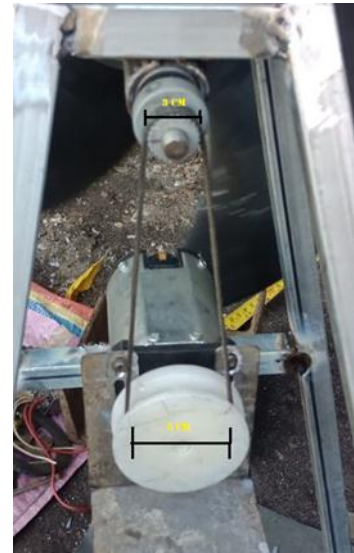


Gambar 7. Baling-baling prototipe PLTB

Baling-baling tersebut memiliki diameter sekitar 40 cm dengan jumlah blade sebanyak 4 buah. Kemudian gear dari baling-baling tersebut di kopel dengan gear dari generator. Perbandingan ukuran gear dari baling-baling dan generator kira-kira 1:2 dikarenakan agar baling-baling tidak terlalu berat untuk menggerakkan generatornya. Seperti pada gambar 8 dan untuk ukuran gear nya di gambar 9.



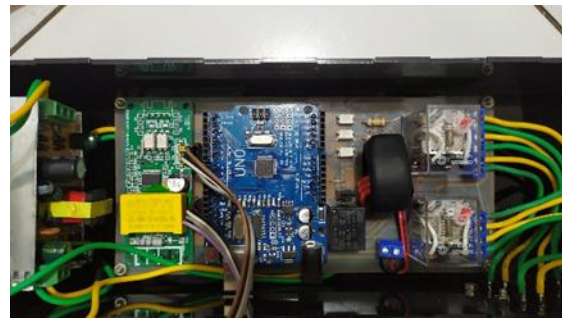
Gambar 8. Kopel antara turbin angin dengan generator.



Gambar 9. Ukuran kopel dari turbin PLTB

**b. perancangan ATS**

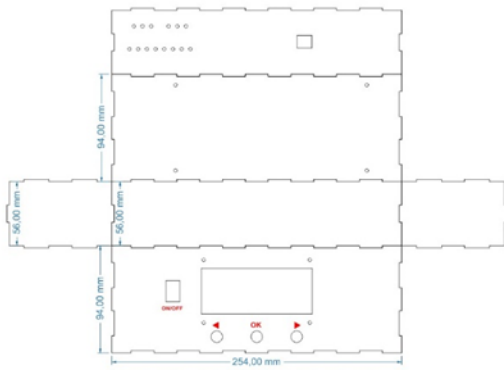
Dalam satu box ats terdiri dari mikrokontroler arduino UNO 328P sebagai pengendali dari ATS, kemudian sensor PZEM 004T sebagai sensor pembaca tegangan, arus, frekuensi dan daya, kemudian relai 220VAC sebagai switch tegangan dari PLN ke inverter atau sebaliknya, kemudian power supply sebagai pensuplai tegangan di mikrokontroler dan relay manual sistem. Bisa dilihat di gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian ATS

**c. Perancangan box ATS**

ATS membutuhkan tempat yang dapat menampung rangkaian-rangkaian supayadapat berfungsi dengan baik. Maka dibutuhkan kotak box yang cukup menampung semua perangkat ATS seperti rangkaian sensor tegangan, catu daya, rangkaian *switching circuit*. Pada tugas akhir ini, kotak yang digunakan berbahan acrylic dengan tebal 2mm. Kotak dirancang dari bahan yang mudah didapat serta merupakan isolator yang baik. Gambar perancangan kotak didesain menggunakan program AUTOCAD 2011. Lihat gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian ukuran box ATS

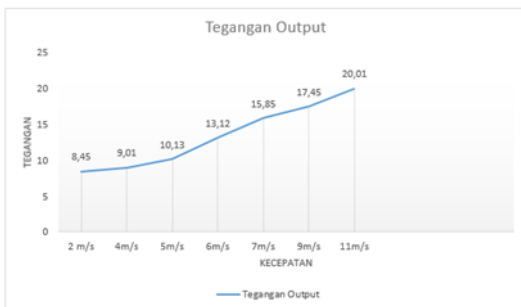
III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian pada prototipe PLTB

Daftar dari pengukuran tegangan yang dihasilkan oleh prototipe PLTB bisa dilihat di tabel 1. ini kondisi ketika PLTB tanpa beban (belum dimasukan auto buck boost) dan grafik pada gambar 12.

Tabel 1. Pengukuran tegangan PLTB

Kecepatan angin	Tegangan
2 m/s	8,45 V
4m/s	9,01 V
5m/s	10,13 V
6m/s	13,12 V
7m/s	15,85 V
9m/s	17,45 V
11m/s	20,01 V



Gambar 12. Grafik pengukuran PLTB

Pada tabel dan grafik diatas bisa dilihat kalau nilai dari tegangan output berbanding lurus dengan kecepatan dari angin sebagai penggerak baling- baling generator. Semakin kencang angin berhembus semakin besar pula tegangan yang dihasilkan.

3.2 Pengujian Sensor Tegangan PZEM 004T

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan dari sumber PLN. Pada pengujian ini didapatkan data yang tampak pada Tabel 2.

Tabel2. Pengujian sensor PZEM 004T

Vin voltmeter (VAC)	PZEM 004T (VAC)
150	151
162	163
175,7	175
191	190
199,2	199
211,1	212
222	224
241	243

Dari tabel diatas bisa dilihat bahwa pembacaan dari sensor PZEM dan tegangan yang dibaca voltmeter hampir sama, ini menandakan sensor PZEM 004T berfungsi dengan baik dan bisa digunakan.

3.3 Pengujian Sistem Automatic Transfer Switch Dengan Mikrokontroler

Dari hasil pengujian sistem Automatic Transfer Switch dengan Mikrokontroler ini, didapatkan data yang tertera pada Tabel. Data dari Tabel 3. Berdasarkan skematik rangkaian pengujian pada Indikator yang menyatakan kondisi pin aktif atau tidaknya berdasarkan kontak relai. Masing – masing pin berfungsi untuk mengatur switching koil relai. Untuk gambar keadaan dispaly-nya bisa dilihat pada gambar 13 dan 14.

Tabel 3. Data indikator pengujian sistem ATS

Mode	Input PLN	Input inverter	Output
Auto	Aktif	Non-aktif	PLN
Auto	Non-aktif	Aktif	Inverter
Manual	Aktif	Aktif	Inverter
Manual	Non-aktif	Aktif	Inverter



Gambar 12. Keadaan ketika PLN ON



Gambar 13. Keadaan ketika INVERTER ON

Dari tabel 3 dan gambar 13 dapat dilihat bahwa ats berjalan dengan baik untuk mentransfer sumber tegangan dari sumber utama (PLN) dan inverter.

#### IV KESIMPULAN

Sistem automatic transfer switch berbasis arduino uno 328P menjadi suatu paket yang kompit, kita bisa mengendalikan switching sumber tegangan dari sumber utama ke sumber cadangan secara otomatis, dan juga dapat meonitoring tegangan, arus, daya dan frekuensi. Tampilan dari monitoring bisa dilihat di LCD.

#### V DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka mengikuti format IEEE seperti terlihat di bawah ini. Untuk memudahkan sangat dianjurkan untuk

menggunakan *Endnotes Program* ataupun Mendelay di dalam mengatur daftar pustaka.

- [1] Dedi Christian Tohap Silitonga, *Automatic Transfer Switch* Dengan Mikrokontroller. Politeknik Negeri Batam : 2013
- [2] Paul Hendry Ginting, Perancangan *Automatic Transfer Switch* (Ats) Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi Dengan Mikrokontroler Atmega 16. TRANSMISI, 16, (3), 2014, 129
- [3] Muhamad Saleh, Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. Universitas Mercu Buana ISSN: 2086- 9479 : 2017
- [4] Syahrul Hidayat dkk, Sintesis Polianilin Dan Karakteristik Kinerjanya Sebagai Anoda Pada Sistem Baterai Asam Sulfat. Vol. 06, No. 01 (2016) 20 – 26 FMIPA Universitas Padjadjaran : 2016
- [5] Ray Mundus dkk, Rancang Bangun Inverter Dengan Menggunakan Sumber Baterai Dc. Universitas Tanjungpura: 2016
- [6] Gurum Ahmad Pauzi, Desain Prototipe Generator Energi Listrik Terbarukan Berbahan Air Laut Untuk Sumber Penerangan Menggunakan Elektroda Cu(Ag)-Zn. Universitas Lampung : 2016

# Potensi Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu

<sup>1</sup> Faiz Syaikhoni Aziz, <sup>2</sup> Ahmad Muzakki Setiawan, <sup>3</sup> Agung Setyobudi

<sup>1</sup> S2 Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

<sup>2,3</sup> S1 Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang

<sup>1</sup>faizsyaikhoni@gmail.com, <sup>2</sup>ahmad.muzakki.1605366@students.um.ac.id, <sup>3</sup>setyobudi.1605366@students.um.ac.id,

**Abstract** - This journal presents the potential of the Renewable Energy Hybrid Power Plant in Sempu Island. The parameters used for this research are the condition of the energy source and the electrical load around Sempu Island. The results of the study are three potential hybrid power plants on Sempu Island, namely PLTS, PLTB and PLTGL. In solar power plants having an average solar radiation of around 4.8 kWh/m<sup>2</sup> can produce a power of 8,640 Watt using a PV Array of 10 m<sup>2</sup>. The PLTB has a very good wind speed, which is an average per month between 6.00-19.00 knots per month and is capable of producing 340 watts of energy for a wind speed of 6.17 m/sec for every single wind turbine. The height of the waves on the island of Sempu is 5.1 m and is capable of producing 1,852,830 Watt.

**Keywords** —Hybrid Power Generation, Renewable Energy, Sempu Island.

**Abstrak**— Pada Jurnal ini menyajikan potensi Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu. Parameter yang digunakan untuk penelitian ini berupa keadaan sumber energi dan beban listrik di sekitar Pulau Sempu. Hasil dari penelitian adalah tiga potensi pembangkit listrik tenaga hybrid di pulau sempu yaitu PLTS, PLTB dan PLTGL. Pada PLTS memiliki radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m<sup>2</sup> dapat menghasilkan daya sebesar 8.640 Watt dengan menggunakan PV Array sebesar 10 m<sup>2</sup>. Pada PLTB memiliki kecepatan angin sangat baik yaitu rata – rata perbulannya antara 6,00 – 19,00 knot perbulannya dan mampu menghasilkan energi 340 watt untuk kecepatan angin 6.17 m/det per satu turbin angin. Ketinggian ombak di pulau sempu 5.1 m dan mampu menghasilkan daya 1.852.830 Watt.

**Kata Kunci**— Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid, Renewable Energy, Pulau Sempu.

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peran penting dalam kehidupan manusia. Energi listrik digunakan dalam beberapa sektor, yaitu sektor rumah tangga, industri, bisnis, sosial, gedung kantor pemerintah, dan penerangan jalan umum. Kebutuhan listrik yang sangat besar, menyebabkan sering terjadi pemadaman karena minimnya pembangkit listrik yang ada dalam mencukupi kebutuhan listrik yang terus meningkat. Maka dari itu banyak inovasi baru dalam membangun sebuah

pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan seperti energi matahari, angin, gelombang laut dan lainnya.

Energi angin, energi surya dan gelombang laut merupakan energi alternatif yang mempunyai potensi yang baik karena selalu tersedia di alam, dan merupakan sumber energi yang dapat diperbarui [1]. Berdasarkan hal tersebut energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin menjadi salah satu energi alternatif yang berpotensi bagus untuk Indonesia [2]. Energi listrik yang dihasilkan oleh Angin, Matahari dan gelombang laut sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi cahaya matahari dan kecepatan angin yang diterima oleh sistem [3]. Teknologi yang menggabungkan dua pembangkit atau lebih menjadi satu keluaran daya disebut dengan pembangkit listrik tenaga hybrid (PLTH).

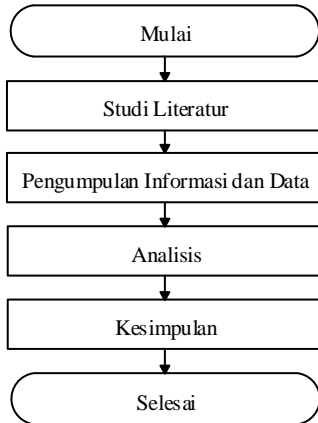
PLTH sangat efisien jika dibandingkan dengan pembangkit listrik yang hanya menggunakan satu sumber energi [4]. Contohnya jika hanya menggunakan angin sebagai sumber energi, maka hasil keluaran daya tidak konstan atau tidak menentu. Jadi daya yang dihasilkan mungkin hanya tergantung dari angin. Namun jika menggunakan sumber energi lain seperti energi matahari, ini akan sangat efisien karena PLTS sendiri diketahui menghasilkan daya yang cukup besar di setiap satu modulnya, walaupun itu juga tergantung pada radiasi matahari yang di dapat oleh modul tersebut. Dan juga kekurangan dari PLTS ini adalah sistem ini tidak akan efektif apabila cuaca sedang mendung atau malam hari. Jadi PLTB juga membantu apabila PLTS kurang efektif di hari itu.

Pulau Sempu merupakan pulau kecil yang terletak di sebelah selatan Pulau Jawa. Pulau ini berada dalam wilayah Kabupaten Malang Jawa Timur. Secara geografis, Pulau Sempu terletak di antara 112° 40' 45" - 112° 42' 45" bujur timur dan 8° 27' 24" - 8° 24' 54" lintang selatan [5]. Pulau itu memiliki luas sekitar 877 hektar, berbatasan dengan Selat Sempu (Sendang Biru) dan dikelung Samudera Hindia di sisi selatan, Timur dan Barat [5]. Berdasarkan data yang didapat ketinggian ombak di pesisir selatan pulau sempu dapat mencapai tinggi 5,1 meter [5] dan di daerah pulau sempu tidak ada bangunan-bangunan yang menghalangi cahaya matahari, jadi sinar matahari yang di dapat bisa maksimal. Sehingga potensi pembangunan pembangkit listrik tenaga hybrid di malang selatan khususnya pulau sempu sangat baik.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Kerangka Penelitian

Kerangka dalam Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu menawarkan sebuah kajian yang sangat layak dipertimbangkan dalam implementasi. Gambar 1 menunjukkan flowchart penelitian potensi pembangkit.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

### B. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari dan memahami materi dari jurnal dan literatur yang menunjang pada penelitian ini, antara lain:

1. Mempelajari tentang potensi pembangkit listrik renewable energy.
2. Mempelajari beban listrik.
3. Mempelajari teknik perancangan hybrid sistem PLTS, PLTB dan PLTGL.

### C. Pengumpulan Informasi dan Data

Pada penelitian ini hanya menggunakan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari bahan pustaka dan penelitian secara tidak langsung melalui media perantara. Data sekunder yang digunakan adalah:

1. Radiasi matahari di Pulau Sempu.
2. Kecepatan angin di Pulau Sempu
3. Data ombak di Pulau Sempu
4. Rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung atau mengolah data sekunder yang telah didapatkan.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan studi literatur dan pengumpulan informasi. Pada Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu akan dibagi menjadi tiga bagian yaitu Potensi Energi Terbarukan Pulau Sempu, Perkiraan Beban di Pulau Sempu dan Perancangan Sistem Hybrid di Pulau Sempu.

### A. Potensi Energi Terbarukan Pulau Sempu

Pulau sempu dipilih sebagai lokasi penelitian dikarenakan tempatnya cukup potensial untuk energi terbarukan karena berhadapan langsung dengan samudera hindia dan dekat dengan pantai sendang biru [5]. Pada daerah pulau sempu tidak berhadapan dengan pulau yang dapat mengurangi energy. Berdasarkan analisa potensi pembangkit renewable energi di pulau sempu ada tiga yaitu PLTS, PLTB dan PLTGL. Gambar 2 merupakan Pulau Sempu.



Gambar 2. Pulau Sempu

#### 1) PLTS di Pulau Sempu

Pada daerah pulau sempu memiliki potensi PLTS yang baik dikarenakan mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m<sup>2</sup> per hari [6]. Dengan berlimpahnya sumber energi surya yang belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan pulau sempu tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN, sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu pembangkit listrik alternative di pulau sempu.

Berikut ini potensi daya keluaran panel surya setelah dikonversi dan sudah diubah menjadi tegangan AC. Dengan melakukan penelitian, diperkirakan pada Pulau Sempu digunakan PV Array dengan luas sekitar 10 m<sup>2</sup>, radiasi matahari 4800 W/m<sup>2</sup>, dengan nilai efisiensi 20% , maka dapat dihitung sebagai berikut.

$$P_{OUT} = I \times A \times E_p \times E_i \quad (1)$$
$$P_{OUT} = 4800 \times 10 \times 20\% \times 90\%$$
$$P_{OUT} = 8.640 \text{ Watt (dengan estimasi PV Array } 10 \text{ m}^2)$$

Keterangan :

- $P_{OUT}$  = Daya keluaran PV setelah dikonversi (Watt)
- $I$  = Radiasi matahari ( $W/m^2$ )
- $A$  = Luas daerah pemasangan array sel surya ( $m^2$ )
- $E_p$  = Efisiensi panel surya
- $E_i$  = Efisiensi inverter

2) PLTB di Pulau Sempu

Potensi PLTB di pulau sempu sangat bagus dikarenakan memiliki karakteristik kecepatan angin diatas rata – rata. Adapun kecepatan angin rata – rata perbulannya antara 6,00 – 19,00 knot perbulannya [7]. Kami misalkan pada PLTB pulau sempu memiliki penampang pada turbin 2  $m^2$ , kecepatan angin  $m/det$ , konstanta  $1,37 \times 10^{-5}$ , factor 0.5926 dan efesiensi motor 90 %. Maka Cara menghitung potensi daya yang dihasilkan PLTB di pulau sempu sebagai berikut:

$$P = k \times F \times A \times E \times v^3 \tag{2}$$

$$P = 1,37 \times 10^{-5} \times 0,5926 \times 2 \times 90\%$$

$$P = 0,34 \text{ kW} = 340 \text{ Watt (per satu turbin)}$$

Keterangan:

$$P = \text{daya (kW)}$$

$k$  = konstanta

$F$  = faktor

$A$  = luas penampang

$E$  = efisiensi rotor dan peralatan lain

$V$  = kecepatan angin ( $m/det$ )

3) PLTGL di Pulau Sempu

Gelombang laut di pulau sempu sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik. Data ombak yang digunakan adalah data ketinggian ombak pada bagian selatan Pulau Sempu Kabupaten Malang, data ombak tersebut mencakup data ketinggian ombak dan juga periode ombak. Adapun sumber data tersebut adalah dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Maritim Perak Surabaya [5].

Tabel 1. Data Ombak Pulau Sempu [5]

Bulan	Hmax(m)	Periode(s)	Hmin(m)	Periode(s)
Januari	5.1	4.7	0.9	4.8
Februari	3.4	4.6	0.7	4.7
Maret	2.7	4.9	0.1	4.8
April	1.7	4.5	0.6	5.3
Mei	1.6	5.5	0.5	5.3
Juni	1.6	5.5	0.9	5.3
Juli	2.8	5.7	1.0	5.6
Agustus	2.2	6.0	1.0	6.3
September	2.1	5.4	0.4	5.6
Oktober	1.9	4.7	0.3	4.7
November	1.3	4.7	0.5	4.8
Desember	3.1	4.6	1.1	4.6

Untuk menghitung besarnya daya ombak yang masuk ke pembangkit maka diperlukan data ketinggian, periode dan lebar kolom PLTGL Untuk tinggi ombak  $H = 5.1$  m dan periode  $T = 4.7s$  dengan lebar kolom  $3 \times 4$  meter didapatkan daya ombak yang masuk pembangkit:

$$P_w = 1/2T \times w \times \rho \times g \times a^2 \tag{3}$$

$$P_w = 1.825.830 \text{ Watt}$$

Keterangan :

$w$  = lebar ombak

$\rho$  = berat jenis air ( $1030 \text{ kg/m}^3$ )

$g$  = gravitasi bumi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

$a$  = amplitudo gelombang ( $H/2$ )

$H$  = Tinggi gelombang

$T$  = periode gelombang

B. Perkiraan Beban di Pulau Sempu

Perkiraan Beban Listrik di pulau sempu lumayan besar karena merupakan daerah cagar alam yang menjadi tempat favorit wisatawan dan dekat dengan pantai sendang biru yang merupakan daerah nelayan . Tabel 2 menjelaskan beban listrik di sekitar pulau sempu [8].

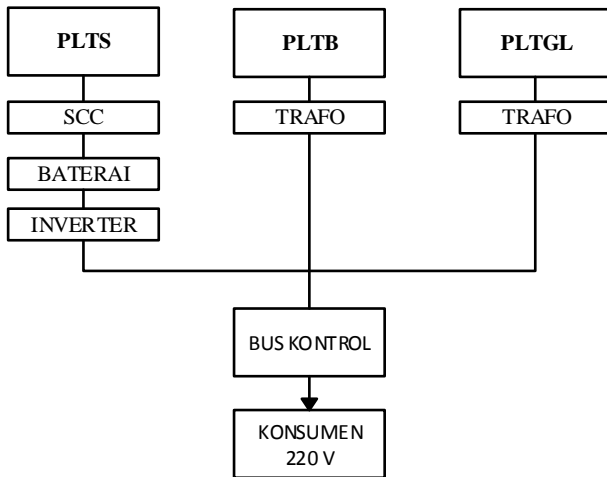
Tabel 2. Beban Listrik di Sekitar Pulau Sempu [8]

Beban Listrik	Jumlah	Perkiraan Daya Listrik
Homestay	6	$1,2 \text{ kW} \times 6 = 7,2 \text{ kW}$
Warung Makan	3	$0,45 \text{ kW} \times 3 = 1,35 \text{ kW}$
Kios/Toko	4	$0,45 \text{ kW} \times 4 = 1,8 \text{ kW}$
Penerangan Jalan	4	$0,3 \text{ kW} \times 4 = 1,2 \text{ kW}$

Menurut Analisa setelah mendapatkan data hasil potensi renewable energi dan perkiraan beban listrik di pulau sempu maka potensi daya listrik dapat mensuplai pantai sendang biru yang sangat dekat sekali dengan pulau sempu.

C. Perancangan Sistem Pembangkit Hybrid Pulau Sempu

Pembangkit listrik tenaga hybrid merupakan gabungan atau integrasi antara beberapa jenis pembangkit listrik yaitu pembangkit listrik berbasis energi terbarukan. Sistem pembangkit yang mempunyai potensi digunakan untuk PLTH pulau sempu yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) dan pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTGL). Ketiga jenis pembangkit ini dioperasikan bersamaan dan dihubungkan pada satu rel/busbar untuk memikul beban seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Sistem Hybrid Pulau Sempu

#### IV. KESIMPULAN

Dari analisis perhitungan didapatkan untuk PLTS 8.640 Watt ( dengan estimasi Pv Array 10 m<sup>2</sup> ), PLTB 340 Watt (per satu turbin), dan PLTGL 1.825.830 Watt. Dengan perbandingan antara analisis daya pada pembangkit tenaga listrik hybrid dengan total daya perkiraan beban di Pulau Sempu sejumlah 11,5 kW, Pulau Sempu sangat berpotensi dalam mengembangkan pembangkit listrik Renewable Energy. Ada tiga Potensi Renewable Energy yang dapat dikembangkan di Pulau Sempu yaitu PLTS, PLTB dan PLTGL. Hasil dari Analisa beban listrik di sekitar pulau sempu menyatakan bawah pembangkit renewable energy tidak bisa berdiri sendiri maka dari itu digunakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid. Pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid di pulau sempu sangat cukup untuk mesunplai beban di sekitar pulau sempu dan mampu

mensuplai daerah pantai lain yang lokasinya dekat dengan Pulau Sempu yaitu Pantai Sendang Biru.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Najib Habibie, Achmad Sasmito, Roni Kurniawan. 2011. Kajian Potensi Energi Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku.
- [2] Supranto.2015.Teknologi Tenaga Surya.Yogyakarta: Global Pustaka Utama.
- [3] Ibrahim Nawawi. 2017. Sistem Tenaga Angin Sekala Kecil Pada Bangunan Bertingkat. Universitas Tidar Magelang
- [4] Andreas Sobaa, Verna A. Suotha, Hesky Kolibua. 2019. Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) di Pulau Bunaken Menggunakan Software HOMER.
- [5] Alfanz Rizal Ubaidillah. 2017. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Tipe Oscillating Water Column Di Perairan Pulau Sempu Kabupaten Malang. Universitas Brawijaya
- [6] Rosnita Rauf, Budiman, Helny Lalan . 2017. Studi Penyediaan Daya Listrik Hybrid (PLTMH, Photofoltaik) di Kabupaten Pesisir Selatan.
- [7] Tri Alfansuri, Efrita Arfa Zuliari. 2014 . Kajian Potensi Tenaga Gelombang Laut Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Di Perairan Malang Selatan.
- [8] Tatag Muttaqin, Ris Hadi Purwanto, Siti Nurul Rufiqo. 2011. Kajian Potensi Dan Strategi Pengembangan Ekowisata Di Cagar Alam Pulau Sempu Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur.

# Sistem Kontrol Nutrisi untuk Tanaman Sayur Buah Hidroponik Berbasis Fuzzy Logic

<sup>1</sup>Dani Ardiyansyah, <sup>2</sup>Richa Watiasih, <sup>3</sup>Adiananda

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Surabaya  
<sup>1</sup>ardiyansyah1093@gmail.com, <sup>2</sup>richa@ubhara.ac.id, <sup>3</sup>adiananda@ubhara.ac.id

**Abstract** - Hydroponic cultivation is very popular with farmers. The hydroponic system uses water that contains nutrients. Factors that influence nutrient water are water temperature, electrical conductivity (EC) value, and hydrogen potential (pH). However, hydroponic farmers still control the concentration of nutrient solutions manually. If the level of nutrients needed is not appropriate, the plant will die or there is a problem in its growth. In this research, the researcher designed and made a nutritional control system for hydroponic fruit plants based on fuzzy logic. This system consists of a TDS sensor, a level switch sensor, RTC DS3231, Arduino Mega 2560, an aquatic pump, and an aerator. The results of measurements on this tool are processed into information that can be used to determine the condition of the plant PPM values that will be displayed on the LCD. Based on the test results of a nutrition control system based on fuzzy logic using cherry tomato plants, the results obtained that the sensor meets the criteria, namely fast and relatively stable time. Proven by testing using water 7 liter the average time required to achieve dissolved salt levels from 191 to 650 without the fuzzy logic method is 42.33 seconds while using the fuzzy logic method is 35.66 seconds. Not only that, on the last day observations of plant growth using fuzzy logic methods 29 cm higher than without using the method.

**Keywords** — hydroponics, nutritional control, fuzzy logic, fruit vegetables, arduino

**Abstrak**— Budidaya tanaman dengan metode hidroponik sangat populer saat ini. Sistem hidroponik menggunakan air yang mengandung nutrisi. Faktor yang mempengaruhi air nutrisi adalah suhu air, nilai electrical conductivity (EC), dan potensial hidrogen (pH). Namun, petani hidroponik masih melakukan pengendalian konsentrasi larutan nutrisi dengan cara manual. Apabila tingkat nutrisi yang dibutuhkan tidak sesuai, maka tanaman akan mati ataupun terjadi masalah pada pertumbuhannya. Pada penelitian ini peneliti merancang dan membuat alat sistem kontrol nutrisi untuk tanaman sayur buah hidroponik berbasis fuzzy logic. Sistem ini terdiri sensor TDS, sensor level switch, RTC DS3231, Arduino Mega 2560, akuator pompa air dan aerator. Hasil dari pengukuran pada alat ini diolah menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi nilai kadar garam terlarut tanaman yang akan ditampilkan pada LCD. Berdasarkan hasil pengujian sistem kontrol nutrisi berbasis fuzzy logic pada tanaman tomat ceri diperoleh hasil bahwa sensor memenuhi kriteria yaitu waktunya cepat dan relatif stabil. Dibuktikan dengan pengujian menggunakan air 7 liter rerata waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar garam terlarut dari 191 ke 650 tanpa metode *fuzzy logic* adalah 42,33 detik sedangkan dengan menggunakan

metode *fuzzy logic* adalah 35,66 detik. Tidak hanya itu pada pengamatan hari terakhir pertumbuhan tanaman menggunakan metode *fuzzy logic* lebih tinggi 29 cm daripada tanpa menggunakan metode.

**Kata Kunci**— Hidroponik, Kontrol Nutrisi, Fuzzy Logic, Sayur Buah, Arduino

## I. PENDAHULUAN

Kelebihan sistem hidroponik dibandingkan dengan media tanah adalah kebersihan yang mudah terjaga, tidak memerlukan pengolahan tanah, penggunaan pupuk dan air yang lebih efisien, tidak tergantung musim, tingkat produktivitas dan kualitas yang tinggi dan seragam, tanaman dapat dikontrol dengan baik, dapat diusahakan di tempat yang tidak terlalu luas [1].

Sistem hidroponik memerlukan pengendalian terhadap konsentrasi larutan nutrisi agar konsentrasi larutan nutrisi tersebut sesuai dengan kebutuhan nutrisi tanaman [2]. Apabila tingkat nutrisi yang dibutuhkan tidak sesuai, maka tanaman dapat mati secara serentak ataupun terjadi masalah pada pertumbuhannya.

Penggunaan alat untuk pengontrolan pada sirkulasi air nutrisi dibutuhkan untuk memudahkan petani hidroponik untuk mengetahui kondisi pH air dan nilai ppm (Part per Million) yaitu nilai kepekatan larutan nutrisi [3]. Tujuan dari pengukuran kepekatan larutan nutrisi hidroponik diperlukan untuk menyesuaikan kebutuhan nutrisi sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman. Penambahan atau peningkatan ppm nutrisi yang diberikan disesuaikan dengan umur tanaman [4].

Beberapa penelitian hidroponik dengan menerapkan system control secara konvensional [5] dan secara cerdas berbasis fuzzy logic [6] [7] dan berbasis neural network [8] [9] [10] telah dihasilkan dengan parameter jenis tanaman yang berbeda-beda. Sehingga kondisi larutan nutrisi dapat dikontrol dengan otomatis.

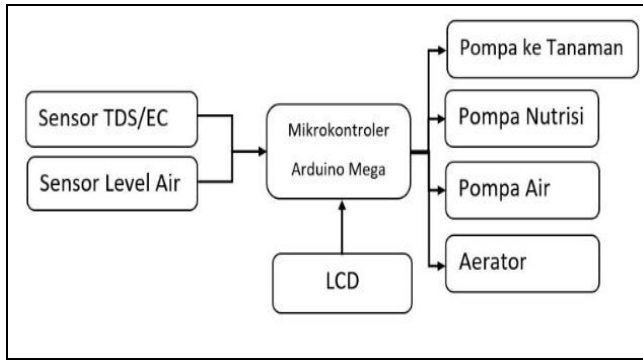
Penelitian ini telah menerapkan metode fuzzy logic sebagai kontroler nutrisi pada hidroponik tanaman sayur buah yaitu tanaman tomat ceri. Dengan menggunakan kontrol cerdas ini diharapkan dapat mempercepat proses pertumbuhan tanaman dan efisiensi waktu dalam pengisian larutan nutrisi sesuai dengan nilai ppm yang diharapkan pada system hidroponik untuk tanaman sayur buah tomat ceri.



II. METODE PENELITIAN

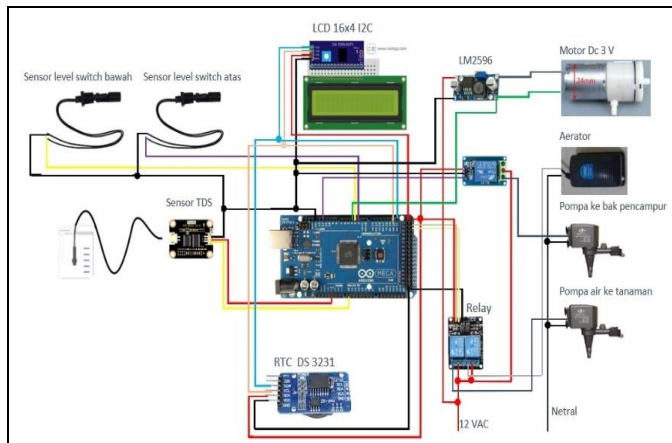
A. Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* terdiri atas Sensor TDS/ec, *water level float*, mikrokontroler, pompa dan LCD seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram perancangan Hardware

Berdasarkan perancangan masing-masing *hardware* yang telah dibuat, maka dapat digambarkan perancangan diagram *wiring hardware* dari keseluruhan sistem yang digunakan pada tugas akhir ini. Diagram *wiring hardware* keseluruhan dapat dijelaskan pada gambar 2.



Gambar 2. Wiring Perancangan Diagram Panel

Sensor TDS/EC menggunakan metode *Electrical Conductivity* yang dihubungkan dengan arduino dimana *probe* dicelupkan ke cairan atau larutan kemudian dengan rangkaian pengkondisi sinyal akan menghasilkan *output* yang menunjukkan jumlah kadar garam terlarut dalam *part permillion* (ppm) atau sama dengan milligram per liter (mg/L).

Sensor *Float Level Switch* berfungsi sebagai pendeteksi tinggi permukaan air secara otomatis pada *reservoir*. Pada penelitian ini menggunakan 2 (dua) sensor yaitu sensor level *switch* bawah dan sensor level *switch* atas. Kedua sensor tersebut dipasang untuk menyalakan pompa air apabila permukaan air tidak sesuai dengan batas bawah yang

ditentukan dan pompa air akan mati apabila permukaan air sudah sesuai dengan batas atas yang ditentukan.

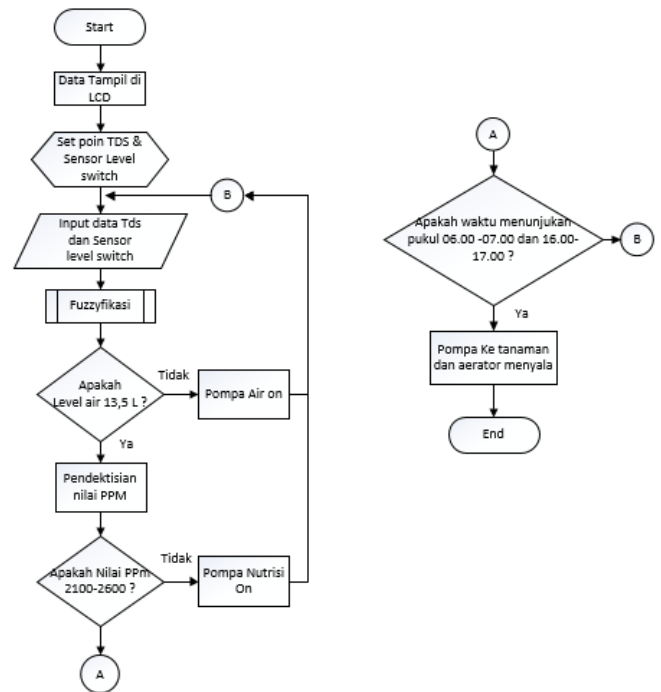
*Liquid Crystal Display* (LCD) dalam penelitian ini berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan pada sensor TDS/EC, sensor *Float Level Switch* dan berbagai data yang diinput pada Arduino.

Pompa air yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 2 (dua) buah pompa Aquarium 12 VDC. Satu pompa digunakan untuk mengalirkan air nutrisi dari *reservoir* ke tanaman dan pompa lainnya digunakan untuk mengalirkan air dari tandon air ke *reservoir*.

Aerator pada penelitian ini berfungsi untuk menambahkan lebih banyak oksigen terlarut dalam air sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Dimana rangkaian driver aerator ini terhubung dengan 5 VDC Arduino.

B. Perancangan Software

Perancangan software dari sistem kontrol nutrisi ini berupa Flowchart program secara keseluruhan seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 3. Flowchart Sistem Keseluruhan

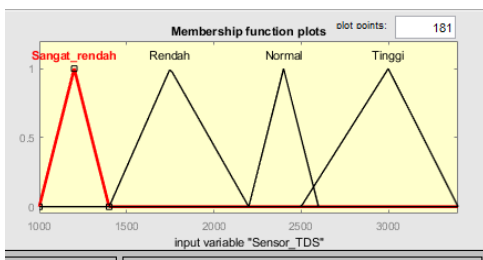
Berdasarkan gambar 3 dapat dijelaskan algoritma dari sistem secara keseluruhan yaitu: Pada sesaat setelah menyala, mula-mula nilai ppm, hari tanggal dan tanggal ditampilkan pada LCD. Selanjutnya sensor TDS dan sensor *level switch* akan membaca nilai ppm dan ketinggian air untuk mengetahui apakah sudah sesuai set point yang ditentukan. Jika belum metode Fuzzy akan mengolah data nilai ppm dan tinggi air yang sudah ditentukan untuk mengendalikan pompa nutrisi dan pompa air. Apabila *volume* air di 13,5 liter maka pompa air akan mati dan apabila dibawah maka pompa akan menyala,

begitu pula dengan nilai ppm, jika dibawah 2100 ppm pompa nutrisi akan menyala dan apabila sudah mencapai ppm yang diinginkan pompa nutrisi akan mati. Setelah level air dan nilai ppm sesuai, maka pompa dan aerator pada bak penampung akan menyala mengalirkan air di bak penampungan ke tanaman serta aerator akan mengeluarkan gelembung untuk mencampur air dan nutrisi di bak penampungan.

**C. Sistem Kontrol Nutrisi Berbasis Fuzzy logic**

Perancangan sistem kontrol nutrisi ini dilakukan dengan tujuan agar pemberian kandungan nutrisi dapat lebih optimal dan mengurangi kesalahan pemberian nutrisi, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan sayur buah tomat ceri secara optimal.

Rancangan sistem kontrol nutrisi berbasis *fuzzy logic* ini terdiri dari Proses *fuzzifikasi*, *rule base*, dan *defuzzifikasi*. Proses *Fuzzifikasi* terdiri dari 2 input yaitu nilai TDS dan level larutan nutrisi. Sedangkan output fuzzy berupa: aktivasi pompa nutria dan aktivasi pompa air.

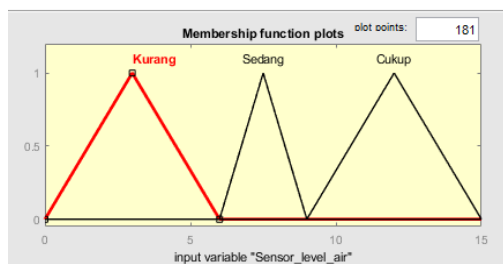


Gambar 4. Membership function input TDS

Pada gambar 4 merupakan *membership function* untuk input nilai sensor TDS yang terdiri dari 4 *triangular membership function* yaitu Sangat Rendah, Rendah, Normal dan Tinggi. Untuk data nilai ppm dan kategori nilai ppm dijelaskan pada table 1.

Tabel 1. Fuzzifikasi untuk input nilai sensor TDS.

Tingkatan Fuzzy	Kategori PPM
1000 – 1400 ppm	Sangat rendah
1400 – 2100 ppm	Rendah
2100 – 2600 ppm	Normal
2500 – 3400 ppm	Tinggi

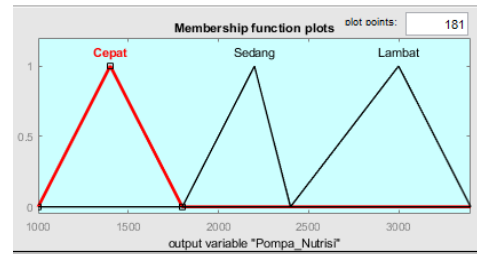


Gambar 5. Membership function untuk input level air

Pada gambar 5 mengilustrasikan *membership function* untuk input level air yang terdiri dari 3 *triangular membership function* yaitu: Kurang, Sedang, dan Penuh. Sedangkan data nilai level larutan nutrisi ditunjukkan pada table 2.

Tabel 2. Fuzzifikasi untuk input level air

Tingkatan Fuzzy	Kategori larutan nutrisi
0 – 6 liter	Kurang
6 – 9 liter	Sedang
9 – 15 liter	Penuh

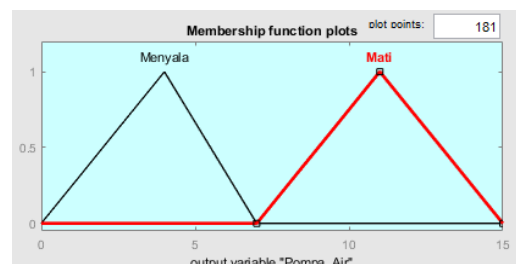


Gambar 6. Membership function output Pompa Nutrisi

Pada gambar 6 mengilustrasikan *membership function* untuk output aktivasi pompa nutrisi yang terdiri dari 3 *triangular membership function* yaitu: Cepat, Sedang, dan Lambat. Data nilai pada *membership function* untuk output aktivasi pompa nutrisi seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Fuzzifikasi untuk output aktivasi Pompa Nutrisi

Tingkatan Fuzzy	Kategori Pompa
1000 – 1800	Cepat
1800 - 2400	Sedang
2400 - 3400	Lambat



Gambar 7. Membership function untuk output aktivasi Pompa Air

Gambar 7 merupakan *membership function* untuk output aktivasi pompa nutrisi yang terdiri dari 2 *triangular membership function* yaitu Menyala dan Mati.

Tabel 3. Fuzzyfikasi untuk output aktivasi Pompa air

Tingkatan Fuzzy	Kondisi Pompa
0 - 8	Menyala
8 - 15	Mati

Setelah fuzzifikasi dihasilkan, maka langkah selanjutnya adalah membuat dapat dibuat *Rule base* sebagai aturan fuzzy berdasarkan 2 input fuzzy dan 2 output fuzzy seperti ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Rule base

Nilai TDS	Level air		
	Kurang	Sedang	Penuh
Sangat Rendah	Cepat Menyala	Cepat Menyala	Cepat Mati
Rendah	Sedang Menyala	Cepat Menyala	Sedang Mati
Normal	Lambat Menyala	Lambat Menyala	Lambat Mati
Tinggi	Lambat Menyala	Lambat Mati	Lambat Mati

Berdasarkan table 5 dapat diuji coba dengan memberikan data masukan ke sistem fuzzy ini berupa Nilai ppm pada Sensor TDS = 1295ppm dan level air=13.5L, maka pada tahap *Fuzzifikasi* nilai crisp tersebut direpresentasikan pada nilai linguistik, setelah itu dicari nilai derajat keanggotaan ( $\mu$ ) untuk masing-masing kategori yang mungkin. Adapun hasil tahap *fuzzifikasi* dapat dijelaskan pada tabel 6.

Tabel 4. Representasi Nilai Linguistik Data Masukan

Data Masukan	Nilai	Derajat keanggotaan
Input nilai ppm (sensor tds)	1295 ppm	Sangat Rendah, $\mu=0,5$
Input level air	13,5 L	Penuh, $\mu=0,5$

Untuk memperoleh nilai *crisp* tertentu sebagai keluaran fuzzy logic berdasarkan data input dari table 6 maka dilakukan proses defuzzifikasi. Dimana defuzzifikasi merupakan langkah terakhir dalam suatu sistem kontrol berbasis fuzzy logic model fuzzy Mamdani menggunakan metode *Centre of Garvity* (COG) dengan menggunakan persamaan (1) [11].

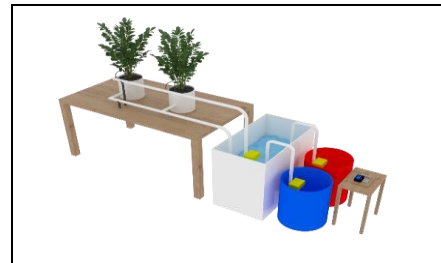
$$COG = \frac{\int_z \mu(z)z dz}{\int_z \mu(z) dz} \quad (1)$$

$$COG = \frac{(1295 \times 0,5) + (13,5 \times 0,5)}{0,5 + 0,5} \cong 654,25 \text{ ppm}$$

Jadi hasil percobaan dengan metode COG menunjukkan nilai ppm sangat rendah dengan nilai 654.25 ppm.

D. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada sistem kontrol nutrisi tanaman sayur buah hidroponik dengan sistem *Dutch Bucket System* (DBS) terdiri dari 2 buah ember ukuran diameter 17cm dan tinggi 19cm serta bak *reservoir* 33cm x 25cm x 23cm (P x L x T), ember diameter 27cm dan tinggi 40cm, untuk bak nutrisi menggunakan ember diameter 12cm dan tinggi 19cm. Adapun rancang bangun alat ini dapat dijelaskan pada gambar 8.



Gambar 8. Rancangan mekanik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah sistem kontrol yang dibangun dapat mendeteksi kadar garam terlarut pada air kemudian mengontrol pompa untuk memberikan nutrisi secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman sayur buah hidroponik seperti yang ditunjukkan pada gambar 8. Sistem kontrol ini juga mendeteksi ketinggian air pada *reservoir* kemudian jika ketinggian air dibawah 8 liter maka pompa akan menyala secara otomatis untuk mengisi air pada *reservoir* dan pompa akan mati jika ketinggian air sudah mencapai 15 liter.



Gambar 9. Hasil Perancangan sistem keseluruhan

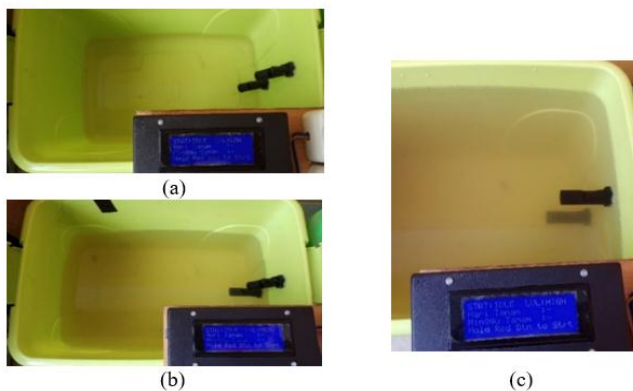
A. Pengujian Hardware

Pengujian Sensor TDS/EC yang telah diberikan kontrol Arduino Mega 2560 bertujuan untuk mengetahui apakah hasil nilai ppm Sensor TDS/EC sama dengan hasil nilai TDS/EC digital yang banyak dijual dipasaran. Berdasarkan pengujian tersebut didapat hasil perbandingan seperti ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji coba nilai ppm Sensor TDS/EC dan TDS/EC Digital

No	Jumlah Air	Nilai PPM		Nilai ppm + 5 ml Nutrisi	
		Sensor TDS/EC	TDS/EC Digital	Sensor TDS/EC	TDS/EC Digital
1	1,5 l	191	267	594	956
2	3 l	594	669	688	1130
3	4,5 l	698	986	796	1578
4	6 l	867	1390	905	1789
5	7,5 l	1005	1500	1193	2154
6	9 l	1364	1854	1424	2347
7	10,5 l	1620	2106	1858	2591
8	12 l	1891	2557	2092	2876
9	13,5 l	2095	2968	2376	3290
10	15 l	2334	3423	2982	3600

Pada penelitian ini menggunakan Sensor Level Switch sebagai sensor yang berfungsi mendeteksi kondisi ketinggian air. Sensor *level switch* diprogram dengan *setpoint* tertentu sesuai kebutuhan. Hasil pengujian sensor level switch seperti yang ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil pengujian; (a) Low; (b) Medium; (c) High

Dari hasil pengujian Sensor *level switch* tersebut didapatkan hasil seperti di tunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Data pengujian sensor *Level Switch* dengan jumlah air

No	Level	Ketinggian	Jumlah Air
1	Low	0 - 7 cm	0 - 5,5 liter
2	Medium	7 - 13 cm	5,5 - 11 liter
3	Hight	13 - 21 cm	11 - 15,5 liter

### B. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan menghasilkan beberapa data yaitu: data pengujian system control nutrisi sayur buah hidroponik tanpa metode *fuzzy logic* dan data pengujian sistem kontrol nutrisi sayur buah hidroponik menggunakan metode *fuzzy logic*.

Tabel 9 merupakan hasil pengujian pertama tanpa metode *fuzzy logic* menggunakan air 7 liter dengan kondisi kadar garam terlarut nilai awal adalah 191 ppm untuk mencapai kadar nilai 650 ppm membutuhkan waktu rata-rata 42,33 detik dengan kecepatan pompa 70%, 75% dan 80%.

Tabel 9. Pengujian Tanpa Metode *Fuzzy Logic* Menggunakan Air 7 Liter

No	Kecepatan pompa nutrisi	Waktu yang Dibutuhkan untuk Mencapai Kadar Garam Terlarut Nutrisi (PPM) (detik)				
		191	458	530	590	650
1	80%	0	11	20	26	38
2	75%	0	15	24	32	40
3	70%	0	20	29	40	49
Rata-rata						42,33

Tabel 10. Pengujian dengan metode *Fuzzy Logic* Menggunakan Air 7 Liter

No	Kecepatan Pompa Nutrisi	Waktu yang Dibutuhkan untuk Mencapai Kadar Garam Terlarut Nutrisi (PPM) (detik)				
		191	458	530	590	650
1	80%	0	9	17	23	32
2	75%	0	12	21	29	35
3	70%	0	16	27	35	40
Rata-rata						35,66

Sedangkan pengujian kedua seperti yang dijelaskan pada tabel 10 menggunakan metode *fuzzy logic* dengan air 7 liter pada kondisi kadar PPM awal adalah 191 ppm untuk mencapai kadar nilai 650 ppm membutuhkan waktu rata-rata 35,66 detik dengan kecepatan pompa 70%, 75% dan 80%.. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan metode *fuzzy logic* dapat mempercepat 6,67 detik untuk mencapai kadar nilai 650 ppm daripada tanpa metode *fuzzy logic*.

Tabel 11. Pengujian Tanpa Metode *Fuzzy Logic* Menggunakan Air 15 Liter

No	Kecepatan pompa nutrisi	Waktu yang Dibutuhkan untuk Mencapai Kadar Garam Terlarut Nutrisi (PPM) (detik)				
		221	458	530	590	650
1	100 %	0	40	52	60	70
2	90%	0	46	59	69	81
3	80%	0	54	66	73	88
Rata-rata						79,66

Tabel 11 merupakan hasil pengujian ketiga tanpa metode *fuzzy logic* menggunakan air 15 liter dengan kecepatan pompa 80%, 90% dan 100% pada kondisi kadar PPM awal 221 ppm. Rerata waktu yang dibutuhkan dari kadar PPM awal mencapai kadar nilai 650 ppm yaitu 79,66 detik.

Tabel 12. Pengujian dengan Metode *Fuzzy Logic* Menggunakan Air 15 Liter

No	Kecepatan pompa nutrisi	Waktu yang Dibutuhkan untuk Mencapai Kadar Garam Terlarut Nutrisi (PPM) (detik)				
		221	458	530	590	650
1	100 %	0	35	44	51	60
2	90%	0	40	49	58	65
3	80%	0	48	56	62	71
Rata-rata						65,33

Sedangkan pengujian keempat seperti yang dijelaskan pada tabel 12 menggunakan metode *fuzzy logic* dengan air 15liter pada kondisi kadar ppm awal adalah 221ppm untuk mencapai kadar nilai 650ppm membutuhkan waktu rata-rata 65.33detik dengan kecepatan pompa 80%, 90% dan 100%. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan metode *fuzzy logic* dapat mempercepat 14.33detik untuk mencapai kadar nilai 650ppm daripada tanpa metode *fuzzy logic*.

Tabel 5. Hasil pertumbuhan tanaman sayur buah (tomat ceri)

No	Tanggal	Tinggi Tanaman		
		Metode Fuzzy		Tanpa Metode Fuzzy
		Pot 1	Pot 2	
1	5 Mei 20	2 cm	1,7 cm	1,5 cm
2	10 Mei 20	5,4 cm	4,2 cm	3,2 cm
3	16 Mei 20	8,2 cm	7 cm	5 cm
4	22 Mei 20	12,7 cm	10,5 cm	8,3 cm
5	27 Mei 20	15,2 cm	13,7 cm	10,8 cm
6	03 Juni 20	18 cm	14,7 cm	11,5 cm
7	08 Juni 20	21 cm	16,4 cm	13,9 cm
8	13 Juni 20	23,2 cm	19,5 cm	16,6 cm
9	16 Juni 20	25,5 cm	21,7 cm	21 cm
10	24 Juni 20	32,6 cm	27,8 cm	23,4 cm
11	06 Juli 20	55,5 cm	46 cm	26 cm

Berdasarkan tabel 5 dapat dijelaskan bahwa ketinggian tanaman tomat ceri lebih tinggi dengan menggunakan metode *fuzzy logic* daripada tanpa metode *fuzzy logic*. Hal ini membuktikan bahwa pengontrolan nutrisi pada tanaman dengan sistem yang otomatis lebih efektif daripada cara manual.

#### IV. KESIMPULAN

Penerapan metode *fuzzy logic* dalam penelitian ini berfungsi sebagai pengendali otomatis nutrisi yang dibutuhkan tanaman sayur buah tomat ceri. Pada pengujian yang telah dilakukan untuk mencapai nilai nutrisi dari 221ppm sampai dengan 650ppm, sistem ini membutuhkan waktu rata-rata

52.2detik dengan kondisi air sebanyak 15liter. Sedangkan pengaturan menggunakan metode manual membutuhkan waktu yang lama karena harus melakukan pengecekan dan pengaturan kondisi nutrisi secara manual. Penelitian ini berhasil merealisasikan rancangan sistem kontrol berbasis *fuzzy logic* yang dibuktikan dengan proses pengujian yang cukup baik. Walaupun terdapat perubahan volume larutan di tabung pencampur, namun sistem sirkulasi nutrisi hidroponik tetap terkontrol namun dapat mempengaruhi molaritas nutrisi sehingga nilai nutrisi dapat berkurang.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa menggunakan *fuzzy logic* lebih lebih optimal dalam pemberian nutrisi daripada tanpa *fuzzy logic*, serta pertumbuhan lebih cepat menggunakan *fuzzy logic* dari pada tanpa *fuzzy logic*. Hal ini dibuktikan dengan ketinggian tanaman pada tanggal 6 Juli 2020 tanaman yang menggunakan metode *fuzzy logic* sebesar 55 cm sedangkan yang tanpa metode *fuzzy logic* 26 cm.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Suhardiyanto, "Teknologi hidroponik," in Modul Pelatihan Aplikasi Teknologi Hidroponik untuk Pengembangan Agribisnis Perkotaan. Bogor, vol. 28, 2002.
- [2] H. M. Resh, "Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and The Commercial Hydroponic Grower Seven Edition", New York, CRC Pr, 2013.
- [3] S. Karsono, Terjemahan Kumpulan Artikel Hidroponik. Bogor: Perung Farm, 2013.
- [4] N. A. Zhawabaathinah, "Sistem Kendali Pompa Air dan Pompa Pupuk Berdasarkan Perhitungan PPM pada Tanaman Hidroponik," Universitas Andalas, Padang, 2017.
- [5] F. B. Akbar, M. A. Muslim, Purwanto, "Pengontrolan Nutrisi pada Sistem Tomat Hidroponik Menggunakan Kontroler PID", Jurnal EECIS, Vol. 10, no. 1, Juni, 2016.
- [6] Suprijadi, N. Nuraini, dan M. Yusuf, "Sistem Kontrol Nutrisi Hidroponik Dengan Menggunakan Logika Fuzzy", J.Oto.Ktrl.Inst (J.Auto.Ctrl.Inst) Vol 1 (1), 2009 ISSN : 2085-2517.
- [7] R. M. Simanjorang, "Penerapan Logika Fuzzy Dalam Sistem Pakar Diagnosa Defisiensi Nutrisi Tanaman Hidroponik", Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing e-ISSN 2655-9102, Volume 1, No. 1, Januari 2019, pp 26-30.
- [8] I. A. Lakhari, G. Jianmin, T. N. Syed, F. A. Chandio, N. A. Buttar, dan W. A. Qureshi, "Monitoring and Control Systems in Agriculture Using Intelligent Sensor Techniques: A Review of the Aeroponic Systems", Journal of Sensors, Volume 2018, Article ID8672769, 18 pages.

- [9] W. J. Cho, H. J. Kim, D. H. Jung, H. J. Han, dan Y. Y. Cho, "Hybrid Signal-Processing Method Based on Neural Network for Prediction of NO<sub>3</sub>, K, Ca, and Mg Ions in Hydroponic Solutions Using an Array of Ion-Selective Electrodes", *Journal of Sensors*, Volume 2019.
- [10] Herman, D. Adidrana, N. Surantha and Suharjito, "Hydroponic Nutrient Control System Based on Internet of Things", *CommIT (Communication & Information Technology) Journal* 13 (2), 105-111, 2019.
- [11] S. Kusumadewi dan M. H. Purnomo, "*Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*", Edisi Kedua, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.

# ANALISA KEANDALAN SISTEM DISTRIBUSI 20KV DI PT. PLN (PERSERO) RAYON KUDUS KOTA MENGGUNAKAN METODE SECTION TECHNIQUE

<sup>1</sup> Mohammad Rexy Hanif, <sup>2</sup> Titiek Suheta

<sup>1,2</sup> Sistem Tenaga, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya

<sup>1</sup> Rexymohammad@gmail.com, <sup>2</sup> hita@itats.ac.id

**Abstract** - This study was made with the aim of calculating the reliability index of the 20 kV distribution system in APJ Kudus on KDS2 feeders, with a network length of 21.267 km and 5207 subscribers. Using the section technique method, which is a method that performs reliability evaluation by breaking the system into smaller parts, so that the possibility of errors can be minimized, and the time required is shorter. The calculation results show that the SAIFI value is 4.2705 times / year and the SAIDI value is 6.81167 hours / year. The SAIFI value is not in accordance with the SPLN standard which is 3.2 times / year, this is due to too long air ducts, external disturbances (rain, lightning, wind), and internal disturbances (human factors of equipment). However, the SAIDI value is in accordance with the SPLN standard, namely 21 hours / year.

**Keywords** — Reliability, SAIDI, SAIFI, Section Method

**Abstrak** — Penelitian ini dibuat dengan tujuan menghitung indeks keandalan sistem distribusi 20 kV di APJ Kudus pada Penyulang KDS2, dengan panjang jaringan 21,267 km dan 5207 pelanggan. Menggunakan metode *section technique*, yaitu metode yang melakukan evaluasi keandalan dengan cara memecah sistem dalam bagian-bagian yang lebih kecil, sehingga kemungkinan terjadi kesalahan dapat diminimalkan, dan waktu yang dibutuhkan lebih singkat. Hasil perhitungan didapatkan nilai SAIFI 4,2705 kali/tahun dan nilai SAIDI 6,81167 jam/tahun. Nilai SAIFI tidak sesuai dengan standar yang SPLN yaitu 3,2 kali/tahun, hal ini dikarenakan saluran udara yang terlalu panjang, gangguan eksternal (hujan, petir, angin), dan gangguan internal (faktor manusia peralatan). Namun untuk nilai SAIDI telah sesuai dengan standar SPLN yaitu 21 jam/tahun.

**Kata Kunci** — Keandalan, SAIDI, SAIFI, Metode Section Technique

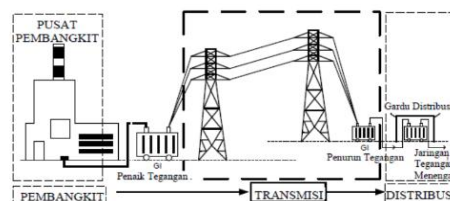
## I. PENDAHULUAN

Pada sistem tenaga listrik tingkat keandalan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kinerja sistem tersebut. Keandalan dapat dilihat dari sejauh mana suplai tenaga listrik dapat mensuplai secara kontinyu dalam satu tahun. Gangguan yang paling mendasar pada penyaluran daya listrik adalah gangguan yang disebabkan oleh aspek sumber daya manusia (SDM) di perusahaan, yaitu *human error* dan kinerja pengawasan yang rendah, gangguan yang

disebabkan pemasangan alat atau material tidak sesuai SOP. Gangguan yang disebabkan oleh lingkungan yang mempengaruhi kinerja distribusi listrik, kerusakan mesin, masalah arus listrik, kualitas alat dan mesin yang buruk dalam mendistribusikan listrik. Indeks keandalan yang dipakai dalam penelitian ini adalah SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), dan SAIDI (System Average Interruption Frequency Index) dan CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index).[1]

Perbandingan Keandalan Sistem Distribusi 20 kV menggunakan Metode Section Technique dan RNEA Pada Penyulang Renon. Berdasarkan hasil kedua metode tersebut akan dibandingkan dengan *Electrical Transient Analysis Program* (ETAP) sebagai referensi. Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa Persentase perhitungan dengan metode *Section Technique* memiliki hasil perhitungan yang mendekati program ETAP sedangkan persentase perhitungan menggunakan metode RNEA (*Reliability Network Equivalent Approach*) memiliki hasilnya yang cukup jauh dari program ETAP.[2]

Tenaga listrik dibangkitkan oleh pusat-pusat tenaga listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTP, PLTGU dan PLTD, kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator, sebagai penaik tegangan yang ada di pusat listrik. Saluran tegangan tinggi di Indonesia mempunyai tegangan 150 kV yang disebut sebagai saluran udara tegangan tinggi (SUTT) dan tegangan 500 kV yang disebut sebagai saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET). Saluran transmisi ada yang berupa saluran udara dan ada pula yang berupa kabel tanah. Karena saluran udara harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan kabel tanah, maka saluran transmisi kebanyakan berupa saluran udara.[3]



**Gambar 1.** Proses Penyaluran Tenaga Listrik dari Pembangkit ke konsumen.[4]

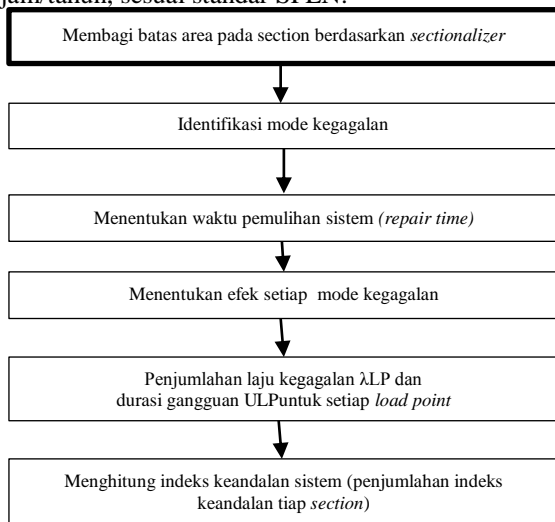
APJ Kudus adalah salah satu APJ terbesar di Jawa Tengah, dimana APJ ini membawahi beberapa UPJ dan banyak penyulang dalam satu area tersebut, salah satunya Penyulang KDS2. Diketahui pada penyulang KDS2 total panjang jaringan 21,267 kms dengan 5207 pelanggan. Nilai SAIFI melebihi standar SPLN No.59 : 1985 yaitu 3,2 kali/tahun dan untuk SAIDI belum diketahui karena belum ditentukan total berapa lama durasi gangguannya. Hal ini terbukti pada tahun 2018 Penyulang KDS2 mengalami 16 kali/tahun gangguan.

Dalam penelitian ini dilakukan studi perhitungan tingkat keandalan di APJ Kudus untuk mengetahui apakah APJ tersebut sudah memberikan pelayanan yang memuaskan terhadap konsumen dengan menggunakan metode section technique. Metode ini dalam melakukan evaluasi keandalan dengan cara memecah sistem dalam bagian-bagian yang lebih kecil, sehingga kemungkinan terjadi kesalahan dapat diminimalkan, dan waktu yang dibutuhkan lebih singkat.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metoda

Untuk mendapatkan nilai SAIDI, SAIFI menggunakan metode section technique pada penyulang KDS 2, karena pada tahun 2018 nilai SAIFInya mengalami 16 kali/tahun gangguan, sehingga melebihi standar dari SPLN yaitu 3,2 kali/tahun gangguan. Sedangkan nilai SAIDI sebesar 21 jam/tahun, sesuai standar SPLN.



**Gambar 2.** Blok Diagram Metode Section Technique

Langkah-langkah menggunakan metode Section Technique:

1. Membagi batas area pada section berdasarkan Sectionanalyzer ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Jumlah pelanggan tiap load point pada section 1

No. Load Point	Jumlah Pelanggan
1	192
2	202
3	125
4	203
5	312
6	126
7	332
8	232
9	287
10	96
11	315
12	184
13	128

Tabel 2. Jumlah pelanggan tiap load point pada section 2

No. Load Point	Jumlah Pelanggan
14	266
15	138
16	113
17	115
18	219
19	232
20	321
No. Load Point	Jumlah Pelanggan
21	138
22	112
23	170
24	255
25	191
26	203

Dari tabel 2 dijelaskan, bahwa Pelanggan untuk section I dan 2 masing-masing sebanyak 2734 dan 2473 pelanggan, yang terdiri dari pelanggan industri, rumah tangga, publik dan komersil.

2. Panjang saluran pada penyulang KDS2

Tabel 3. Panjang Tiap-tiap Saluran pada section 1

Saluran	L (km)
Line 1	0.681
Line 2	0.938
Line 3	0.798
Line 4	0.986
Line 5	0.895
Line 6	0.717
Line 7	0.739
Line 8	0.976
Line 9	0.665
Line 10	0.921
Line 11	0.742
Line 12	0.772
Line 13	0.723

Tabel 4. Panjang Tiap-tiap Saluran pada section 2

Saluran	L (km)
Line 14	0.882
Line 15	0.793
Line 16	0.782
Line 17	0.985
Line 18	0.897
Line 19	0.839
Line 20	0.609
Line 21	0.841
Line 22	0.886
Line 23	0.691
Line 24	0.866
Line 25	0.851
Line 26	0.792

Penyulang KDS2 terbagi menjadi 26 saluran udara dengan total panjang mencapai 21.267 kms.

Tabel 5. Data Indeks Keandalan Saluran Udara [6]

Saluran Udara	
Sustained failure rate ( $\lambda$ /km/yr)	0,2
r (repaire time) (jam)	3
rs (switch time) (jam)	0,15

Tabel 6. Indeks Kegagalan Peralatan[6]

komponen	$\lambda$ (failure rate)	r (repaire time) (jam)	rs (switching time) (jam)
Trafo Distribusi	0,005/unit/tahun	10	0,15
Circuit Breaker	0,004/unit/tahun	10	0,15
Sectionalizer	0,003/unit/tahun	10	0,15



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Laju Kegagalan ( $\lambda$ )

Adalah frekuensi suatu sistem/komponen gagal bekerja, biasanya dilambangkan dengan  $\lambda$  (lamda) laju kegagalan dari suatu sistem biasanya tergantung dari waktu tertentu selama sistem tersebut bekerja.[5][6][7]

$$\lambda = \frac{1}{MTTF} \quad (1)$$

Daftar mode kegagalan yang terdapat pada section 1 ditampilkan dalam Section Technique worksheet:

Tabel 7. Section Technique Worksheet 1

Data Peralatan		Efek Sistem	
No. Gangguan	Komponen	Load Point yang Dipengaruhi Repair Time	Load Point yang Dipengaruhi Switching Time
1	CB	LP1-LP13	
2	Travo 1	LP1	
3	Travo 2	LP2	
4	Travo 3	LP3	
5	Travo 4	LP4	
6	Travo 5	LP5	
7	Travo 6	LP6	
8	Travo 7	LP7	
9	Travo 8	LP8	
10	Travo 9	LP9	
11	Travo 10	LP10	
12	Travo 11	LP11	
13	Travo 12	LP12	
14	Travo 13	LP13	
15	Line 1	LP1-LP13	LP14-LP26
16	Line 2	LP1-LP13	LP14-LP26
17	Line 3	LP1-LP13	LP14-LP26
18	Line 4	LP1-LP13	LP14-LP26
19	Line 5	LP1-LP13	LP14-LP26
20	Line 6	LP1-LP13	LP14-LP26
21	Line 7	LP1-LP13	LP14-LP26
22	Line 8	LP1-LP13	LP14-LP26
23	Line 9	LP1-LP13	LP14-LP26
24	Line 10	LP1-LP13	LP14-LP26
25	Line 11	LP1-LP13	LP14-LP26
26	Line 12	LP1-LP13	LP14-LP26
27	Line 13	LP1-LP13	LP14-LP26
28	Sectionalizer 1	LP1-LP13	LP14-LP26

Frekuensi gangguan (*failure rate*) untuk setiap load point  $\lambda_{LP}$ , merupakan penjumlahan laju kegagalan terhadap load point[4][5][6][7]:

$$\lambda_{LP1} = \sum_{i=k} \lambda_i \quad (2)$$

$\lambda_i$  = laju kegagalan

K = Semua panjang saluran yang berpengaruh pada load point

Sehingga pada line 1 nilai:

$$\lambda (\text{line1}) = \text{Failure rate peralatan} \times \text{panjang saluran udara} = 0,2 \times 0,681 = 0,1362 \text{ gangguan/tahun}$$

Tabel 8. Hasil Perhitungan  $\lambda$  pada Load Point 1

Peralatan	Failure Rate Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/tahun)
CB	0,004		0,004
Trafo	0,005		0,005
Sectionalizer 1	0,003		0,003
Line 1	0,2	0,681	0,1362
Line 2	0,2	0,938	0,1876
Line 3	0,2	0,798	0,1596

Line 4	0,2	0,986	0,1972
Line 5	0,2	0,895	0,179
Line 6	0,2	0,717	0,1434
Line 7	0,2	0,739	0,1478
Line 8	0,2	0,976	0,1952
Line 9	0,2	0,665	0,133
Line 10	0,2	0,921	0,1842
Line 11	0,2	0,742	0,1484
Line 12	0,2	0,772	0,1544
Line 13	0,2	0,723	0,1446
Jumlah Total Laju Kegagalan $\sum_{(i=k)} \lambda_i$			2,1226

Hasil analisa nilai load point 1 didapatkan nilai laju kegagalan 2,1226, nilai failure rate untuk load point 2 hingga 13 adalah sama dengan jumlah failure rate load point 1, karena nilai failure rate tiap-tiap trafo diasumsikan sama.

Tabel 9. Hasil Perhitungan  $\lambda$  pada Load Point 14

Peralatan	Failure Rate Peralatan (gangguan/tahun/km)	Panjang Saluran Udara (km)	$\lambda$ (gangguan/tahun)
CB	0,004		0,004
Trafo			
Sectionalizer 1	0,003		0,003
Line 1	0,2	0,681	0,1362
Line 2	0,2	0,938	0,1876
Line 3	0,2	0,798	0,1596
Line 4	0,2	0,986	0,1972
Line 5	0,2	0,895	0,179
Line 6	0,2	0,717	0,1434
Line 7	0,2	0,739	0,1478
Line 8	0,2	0,976	0,1952
Line 9	0,2	0,665	0,133
Line 10	0,2	0,921	0,1842
Line 12	0,2	0,772	0,1544
Line 13	0,2	0,723	0,1446
Jumlah Total Laju Kegagalan $\sum_{(i=k)} \lambda_i$			2,1176

Hasil analisa didapatkan nilai laju kegagalan load point 14 yaitu 2,1176.

Nilai failure rate load point 15 hingga 26 adalah sama dengan nilai failure rate load point 14. Hal ini terjadi karena, saat komponen dari section 1 mengalami gangguan, maka pemisah akan membuka dan sistem akan putus untuk sementara. Setelah 0,15 jam maka KDS02 dapat menyuplai daya kembali dari GI Kudus ke section 2.

b. Durasi Gangguan (U)

Durasi gangguan peralatan setiap section:

$$U_{LP} = \sum_{i=k} U_i = \sum_{i=k} \lambda_i \times R_j \quad (3)$$

$R_j$  = waktu perbaikan (repairing time)

Durasi gangguan pada line 1:

$$U = \text{Failure rate peralatan} \times \text{Repairing time peralatan} = 0,1362 \times 3 = 0,4086 \text{ jam/tahun}$$

Tabel 10. Hasil Perhitungan Durasi Gangguan pada Load Point 1

Peralatan	$\lambda$ (fault/year)	Repair Time (jam)	Switching Time (jam)	U (jam/ tahun)
CB	0,004	10	0,15	0,04
Trafo	0,005	10	0,15	0,05
Sectionalizer 1	0,003	10	0,15	0,03

Line 1	0,1362	3	0,15	0.4086
Line 2	0,1876	3	0,15	0.5628
Line 3	0,1596	3	0,15	0.4788
Line 4	0,1972	3	0,15	0.5916
Line 5	0,179	3	0,15	0.537
Line 6	0,1434	3	0,15	0.4302
Line 7	0,1478	3	0,15	0.4434
Line 8	0,1952	3	0,15	0.5856
Line 9	0,133	3	0,15	0.399
Line 10	0,1842	3	0,15	0.5526
Line 11	0,1484	3	0,15	0.4452
Line 12	0,1544	3	0,15	0.4632
Line 13	0,1446	3	0,15	0.4338
Jumlah total Durasi Gangguan ( $\sum_{i=k} U_i$ )				6.4518

Hasil analisa pada load point 1, semua peralatan dalam kondisi repair time dan tidak ada yang mengalami kondisi switching time, karena bila peralatan mengalami kegagalan maka akan mengakibatkan gangguan semua sistem kecuali transformator.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Durasi Gangguan pada Load Point 14

Peralatan	$\lambda$ (fault/year)	Repair Time (jam)	Switching Time (jam)	U (jam/tahun)
CB	0,004	10	0,15	0.0006
Sectionalizer 1	0,003	10	0,15	0.00045
Line 1	0,1362	3	0,15	0.02043
Line 2	0,1876	3	0,15	0.02814
Line 3	0,1596	3	0,15	0.02394
Line 4	0,1972	3	0,15	0.02958
Line 5	0,179	3	0,15	0.02685
Line 6	0,1434	3	0,15	0.02151
Line 7	0,1478	3	0,15	0.02217
Line 8	0,1952	3	0,15	0.02928
Line 9	0,133	3	0,15	0.01995
Line 10	0,1842	3	0,15	0.02763
Line 11	0,1484	3	0,15	0.02226
Line 12	0,1544	3	0,15	0.02316
Line 13	0,1446	3	0,15	0.02169
Jumlah total Durasi Gangguan ( $\sum_{i=k} U_i$ )				0.31764

Hasil analisa didapatkan, bahwa nilai durasi gangguan untuk load point 15 sampai 26 adalah sama dengan nilai load point 14. Hal ini terjadi karena saat komponen section 1 mengalami gangguan, maka section 2 akan mengalami pemutusan sementara, selanjutnya sectionalizer 2 akan membuka dan beban section 2 akan dilayani kembali oleh GI Kudus melalui KDS02.

Tabel 12. Laju Kegagalan dan Durasi Gangguan Load Point Section 1

Load Point	Indeks Keandalan Load Point	
	$\lambda$ (gangguan/tahun)	U (jam/tahun)
Load Point 1	2.1226	6.4518
Load Point 2	2.1226	6.4518
Load Point 3	2.1226	6.4518
Load Point 4	2.1226	6.4518
Load Point 5	2.1226	6.4518
Load Point 6	2.1226	6.4518
Load Point 7	2.1226	6.4518
Load Point 8	2.1226	6.4518
Load Point 9	2.1226	6.4518
Load Point 10	2.1226	6.4518
Load Point 11	2.1226	6.4518

Load Point 12	2.1226	6.4518
Load Point 13	2.1226	6.4518
Load Point 14	2.1176	0.31764
Load Point 15	2.1176	0.31764
Load Point 16	2.1176	0.31764
Load Point 17	2.1176	0.31764
Load Point 18	2.1176	0.31764
Load Point 19	2.1176	0.31764
Load Point 20	2.1176	0.31764
Load Point 21	2.1176	0.31764
Load Point 22	2.1176	0.31764
Load Point 23	2.1176	0.31764
Load Point 24	2.1176	0.31764
Load Point 25	2.1176	0.31764
Load Point 26	2.1176	0.31764

Dari tabel 12, dapat ditentukan nilai SAIFI dan SAIDI. Nilai SAIFI pada load point 1:[7][8][9][10]

$$SAIFI = \frac{\sum N_{LP} \times \lambda_{LP}}{\sum N} \quad (4)$$

$$SAIFI_{LP1} = \frac{2,1226 \times 192}{5207} = 0,07826$$

$$SAIDI = \frac{\sum N_{LP} \times U_{LP}}{\sum N}$$

$$SAIDI_{LP1} = \frac{6,4518 \times 192}{5207} = 0,2379$$

Tabel 13. Hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI pada Section 1

No. Load Point	Indeks Keandalan	
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	0.07826	0.2379
2	0.08234	0.2502
3	0.05095	0.1548
4	0.08275	0.2515
5	0.1271	0.3865
6	0.05136	0.1561
7	0.1353	0.4113
8	0.09457	0.2874
9	0.1169	0.3556
10	0.03913	0.1189
11	0.1284	0.3903
12	0.075	0.2279
13	0.05217	0.1586
14	0.1081	0.01622
15	0.05612	0.00841
16	0.04595	0.00689
17	0.04676	0.00701
18	0.08906	0.01335
19	0.09435	0.01415
20	0.1305	0.01958
21	0.05612	0.00841
22	0.04554	0.00683
23	0.06913	0.01037
24	0.1037	0.01555
25	0.07767	0.01165
26	0.08255	0.01238
<b>TOTAL</b>	<b>2.11978</b>	<b>3.5378</b>

Dari hasil analisa didapatkan, nilai SAIFI dan SAIDI untuk LoadPoint 1 0,07826 dan 0,2379.

Tabel 14. Hasil perhitungan SAIFI dan SAIDI pada Section 2

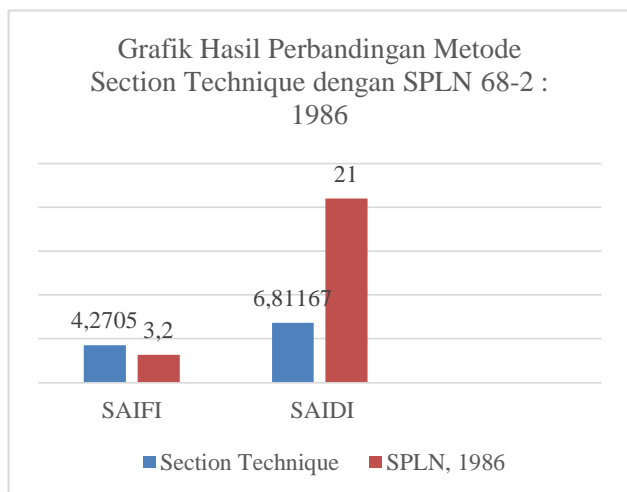
No. Load Point	Indeks Keandalan	
	SAIFI (gangguan/tahun)	SAIDI (jam/tahun)
1	0.07923	0.01188
2	0.08336	0.0125
3	0.05158	0.00773
4	0.08377	0.01256
5	0.1287	0.01931
6	0.05199	0.00779
7	0.137	0.02055
8	0.09574	0.01436
9	0.1184	0.01776
10	0.03961	0.00594
11	0.1299	0.01949
12	0.07593	0.01138
13	0.05282	0.00792
14	0.11	0.334
15	0.05708	0.1732
16	0.04674	0.1418
17	0.04756	0.1444
18	0.09058	0.2749
19	0.09596	0.2913
20	0.1327	0.403
21	0.05708	0.1732
22	0.04632	0.1406
23	0.07031	0.2134
24	0.1054	0.3202
25	0.079	0.2398
26	0.08396	0.2549
<b>TOTAL</b>	<b>2.15072</b>	<b>3.27387</b>

Pada Load Point 2 sampai Load Point 26 dilakukan dengan menggunakan cara yang sama.

Tabel 15. Nilai Indeks Keandalan pada masing-masing section

Section	Indeks Keandalan Sistem	
	SAIFI	SAIDI
I	2.11978	3.5378
II	2.15072	3.27387
Total	4.2705	6.81167

Hasil dari penjumlahan Nilai SAIFI dan SAIDI diperoleh masing-masing adalah 4,2705 kali/tahun dan 6,81167 jam/tahun.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Metode Section Technique dengan SPLN 68-2 : 1986

Nilai SAIFI dan SAIDI yang didapat dibandingkan dengan standar SPLN, dimana standar yang digunakan yaitu SPLN

68-2 : 1986 dengan nilai SAIFI 3.2 kali/tahun dan SAIDI 21 jam/tahun. Terlihat untuk nilai SAIDI dapat dikatakan handal dan nilai SAIFI belum dikatakan handal karena belum memenuhi standar SPLN.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dengan menggunakan metode *section technique* didapatkan, bahwa:

- Nilai SAIFI 4,2705 kali/tahun, tidak sesuai dengan standar yang ditentukan SPLN yaitu 3,2 kali/tahun. Hal ini dikarenakan panjang saluran udara yang terlalu panjang, gangguan eksternal (hujan, petir, angin) dan gangguan internal (faktor manusia dan peralatan)
- Nilai SAIDI 6,81167 jam/tahun, sudah sesuai dengan standar SPLN yaitu 21 jam/tahun.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Yusuf, Ali. 2017. "Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV di PLN Rayon Sidareja". Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

[2] Partawan, Dyana Arjana dan Weking. 2014. "Studi Perbandingan Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Menggunakan Metode Section Technique dan RNEA Pada Penyulang Renon". Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Udayana

[3] Aditya Mulianda. 2016. Analisis Keandalan Sistem Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) Banda Aceh Menggunakan Metode *Section Technique*. Jurusan Teknik Elektro dan Komputer. Fakultas Teknik. Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

[4] Moch Fahrulrozi, Hadi Suyono, Abraham Lomi. 2018. Peningkatan Keandalan Sistem Distribusi dengan Relokasi Penempatan *Fuse-Recloser* Optimal Karena Injeksi Pembangkit Tersebar. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya Malang.

[5] Aang Fras Setiawan. 2018. Analisa Studi Keandalan Sistem Distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) UPJ Mojokerto Dengan Menggunakan Metode (*Failure Mode Effect Analysis*) FMEA. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Adhitama Surabaya

[6] SPLN 59. 1985. Keandalan Pada Sistem Distribusi 20kV dan 6kV. Jakarta: Perusahaan Umum Listrik Negara.

[7] Muhammad Wahid Muntasyir. 2017. "Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV Pada PT.PLN (Persero) APJ Surakarta". Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

[8] Prikno Sinaga, Hardiansyah dan Purwoharjono. 2017. "Analisa Keandalan Sistem Distribusi Berdasarkan Metode *Section Technique* Pada PT.PLN (Persero) Area Pontianak". Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Tanjungpura.

[9] Alen Tri Maliky. 2020. Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20kV Pada Penyulang Pejangkungan di PT PLN Pasuruan Menggunakan Metode *Reliability Index Assesment*. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya.

[10] Syahmi Nanzain dan Tri Wrahatnolo. 2017. Evaluasi Keandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 kV Menggunakan Metode *Reliability Network Equivalent Approach (RNEA)* di PT.PLN rayon Mojokerto. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya.

## Analisa Perbandingan *PWM* Dan *MPPT* Untuk Beban Di Atas 200 W

Jamaaluddin<sup>1)</sup>; Izza Anshory<sup>2)</sup>; Emy Rosnawati<sup>3)</sup>; Drajad Kuncoro Aji<sup>4)</sup>

<sup>1,2,4</sup> Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

<sup>3</sup> Hukum, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

<sup>1</sup>jamaaluddin@umsida.ac.id

**Abstract** - Solar energy sources are one of the energy sources and have advantages compared to fossil energy sources. This solar energy really needs to be researched and developed further, including at the University of Muhammadiyah Sidoarjo. The utilization of this solar energy is by installing a *Photovoltaic Cell (PV)* with a *Photovoltaic output control system using MPPT (Maximum Power point Tracking)* and *PWM (Pulse width Modulation)* for setting the load used and charging batteries. The two PV control methods have different characteristics. This difference will be analyzed according to the load characteristics and sunlight contained in the Electrical Engineering Laboratory of the Muhammadiyah University of Sidoarjo. From the analysis results, it is found that at power above 200 W, *MPPT* has a better voltage stability than using *PWM*.

**Keywords** — *MPPT; PWM; Solar Energy; Photovoltaic; Voltage*

**Abstrak**—Sumber energi surya adalah salah satu sumber energi dan memiliki kelebihan dibandingkan dengan sumber energi fosil. Energi matahari ini sangat perlu untuk diteliti dan kembangkan lebih lanjut termasuk pada lingkungan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Pemanfaatan Energi matahari ini, adalah dengan melakukan pemasangan *Photovoltaic Cell (PV)* dengan sistem pengaturan output *Photovoltaic* dengan menggunakan *MPPT (Maximum Power point Tracking)* dan *PWM (Pulse width Modulation)* untuk pengaturan beban terpakai dan pengisian *accu*. Kedua metode kontrol *PV* itu memiliki karakteristik yang berbeda. Perbedaan ini akan di analisis sesuai dengan karakteristik beban dan sinar matahari yang terdapat pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Dari hasil analisa maka didapatkan pada daya diatas 200 W, *MPPT* mempunyai kestabilan tegangan yang lebih baik daripada jika menggunakan *PWM*.

**Kata Kunci**— *MPPT; PWM; Energi Surya; Photovoltaic; Tegangan*

### I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang dilintasi garis khatulistiwa, garis ini hampir tepat ditengah–tengah Indonesia. Sehingga Indonesia memiliki sumber energi matahari yang cukup banyak dengan intensitas radiasi matahari rata – rata sekitar 4.8 kWh/m<sup>2</sup> per hari di seluruh wilayah Indonesia

[1][2][3]. Sedangkan di sisi lain energi surya ini masih belum dimanfaatkan secara maksimal.

Walaupun pemanfaatan Tenaga surya masih kurang, tetapi sudah cukup banyak dimanfaatkan untuk perumahan dan sering disebut dengan *Solar Home system (SHS)*[4][5][6]. PLTS adalah suatu pembangkit yang mengkonversikan energi foton dari surya menjadi energi listrik. Proses ini terjadi pada sel surya. Konversi ini dilakukan pada panel surya yang terdiri dari sel sel *PV*[7]. Sel – sel ini merupakan lapisan lapisan tipis dari *silikon (Si)* murni atau bahan semi konduktor lainnya. Sehingga apabila bahan tersebut memperoleh energi foton akan mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya menjadi elektron yang bergerak bebas dan pada akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah[8][9].

Pada penelitian ini, akan dimanfaatkan PLTS itu untuk menjadi sumber energi alternatif pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, disamping sebagai sarana penelitian untuk langkah awal penerapan *Solar Building System (SBS)* juga sebagai sarana mengurangi biaya energi listrik yang disuplai oleh PT. PLN. Penelitian ini menganalisa efisiensi penggunaan pengatur daya masuk dari matahari (Solar panel) dan pembagian bebannya yang kearah beban beban terpakai dan kearah penyimpanan energi atau *accu*[10].

Pada penggunaan sistem pengaturan ini dikenal ada 2 sistem yaitu menggunakan *Maximum Power Point Tracking (MPPT)* Dan *Pulse Width Modulation (PWM)*[11][12]. Masing – masing sistem pengaturan tersebut memiliki karakteristik dan kemampuan masing – masing. Oleh karenanya pada penelitian ini akan dilakukan analisa percobaan dan pelaksanaan prakteknya sehingga di dapatkan sistem pengaturan yang paling baik untuk *SBS* yang akan di aplikasikan pada bangunan gedung[13][14].

### II. METODE PENELITIAN

#### 2.1. Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan Alir penelitian pada metode ini adalah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar.1 : Penelitian yang akan dilakukan ini memiliki tahapan – tahapan sebagai berikut:

2.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan rencana kegiatan sebagai berikut, diantaranya:

1. Pemasangan PV pada Laboratorium Teknik Elektro kampus 2 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Beserta alat penyimpan arus (*accumulator*), kontrol pengisian unit dan beban. Disimulasikan pemakaian daya PV diinterkoneksi dengan *Sub Distribution Panel (SDP)* pada Laboratorium Teknik Elektro.
2. Pengumpulan data output tegangan dan arus pada PV berikut arus dan tegangan *accu* dan beban terpakai.
3. Data analisa karakteristik MPPT dan PWM .
4. Melakukan aplikasi sistem dan dicoba penerapannya pada sistem yang terpasang pada Laboratorium Teknik Tenaga Listrik dan Konversi Energi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
5. Evaluasi dan perbaikan.
6. Pelaporan.

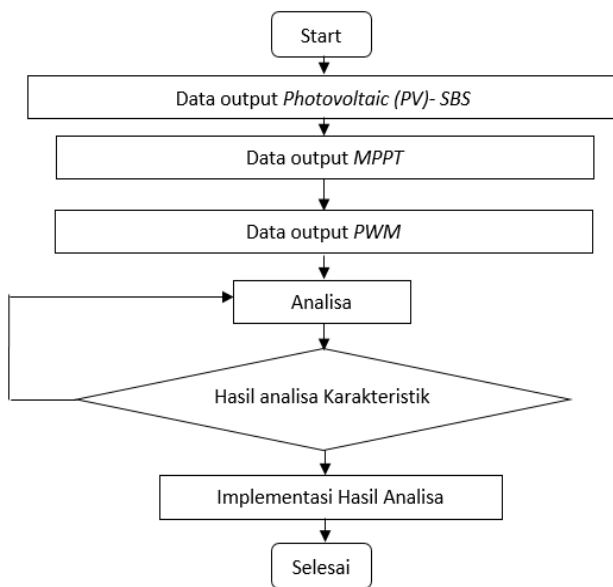
- b. Pengukuran tegangan dan arus ke arah beban terpakai. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan *ampere meter* dan *volt meter digital*.
- c. Pengukuran tegangan dan arus ke arah beban terpakai. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan *ampere meter* dan *volt meter digital*.
- d. Studi Pustaka

Pada tahap studi literatur, dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui secara teoritis mengenai metode apa yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan dari penelitian ini. Beberapa teori yang menjadi dasar dalam penelitian ini antara lain adalah Sistem PV, Teknik pengukuran output system PV. Sistem pengaturan output PV, Output *accu* dan output ke beban dengan menggunakan MPPT dan PWM[15][9][12].

III. DATA ANALISA PENELITIAN

3.1. Blok Diagram Rangkaian

Blok diagram rangkaian PLTS sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2. Gambar 2. menunjukkan sistem PLTS dimulai dari *Photovoltaic (PV) – Controler* – dibagi dua, yang pertama ke arah beban dan yang lainnya ke arah *accu*.

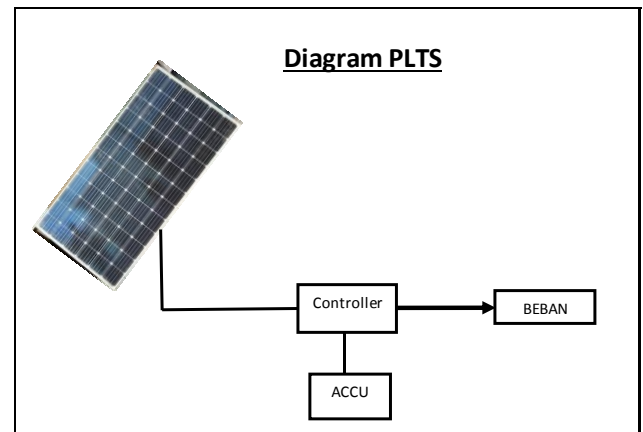


Gambar.1. Bagan alir penelitian

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan peneliti guna mendukung penelitian adalah :

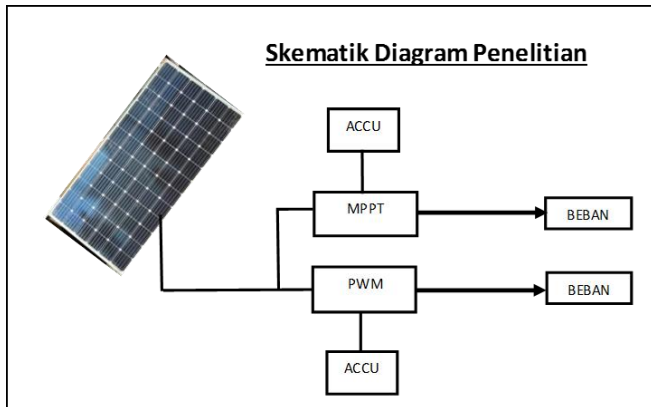
- a. Pengukuran tegangan dan arus output PV, Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan ampere meter dan volt meter digital.



Gambar 2. Blok Diagram PLTS

Untuk *controler* dikarenakan yang diteliti adalah perbandingan antara kontroler yang menggunakan MPPT dan PWM, maka sesudah dari PV arus dipisah menjadi 2 yaitu ACCU dan beban. Adapun rangkaian yang dipergunakan untuk pelaksanaan penelitian adalah sebagaimana pada gambar 3.

Proses penelitian menggunakan skematik diagram sebagaimana gambar 3. Masing-masing sistem dilakukan pengukuran tegangan dan arusnya tiap satuan waktu tertentu. Sehingga akan di dapatkan hasil analisis yang akurat pada masing – masing sistem *Controller* nya.



Gambar 3. Skematik Pelaksanaan Penelitian

3.2. Pengukuran Yang Dilakukan

Pengukuran yang dilakukan untuk melaksanakan penelitian ini ada beberapa tahap, yaitu:

- a. Pengukuran tegangan dan arus *output PV*, Pengukuran ini dilakukan dengan mempergunakan ampere meter dan volt meter digital dari jam per 30 menit selama 4 jam, mulai jam 10.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB.
- b. Pengukuran tegangan dan arus ke arah beban terpakai. Pengukuran ini dilakukan dengan mempergunakan ampere meter dan volt meter digital dari jam per 30 menit selama 4 jam, mulai jam 10.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB.
- c. Pengukuran tegangan dan arus ke arah beban terpakai. Pengukuran ini dilakukan dengan mempergunakan *ampere meter* dan *volt meter digital* dari jam per 30 menit selama 4 jam, mulai jam 10.00 WIB sampai dengan 14.00 WIB.

Dengan ketentuan sebagaimana dibawah ini:

- 1. Semua pengukuran diatas diberlakukan untuk sistem *PWM* dan sistem *MPPT*.
- 2. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan beban dibawah 200 wP.

3.3. Hasil Pengukuran

Pengukuran dilakukan beberapa kali, dengan *PV* sebanyak 1 buah, *Controller PWM* 1 unit dan *MPPT* 1 unit. Hasil pengukuran yang dilakukan ditunjukkan pada tabel 1. sampai tabel 6. Pengukuran ini dilakukan untuk beban dibawah 200 W.

Tabel. 1. Pengukuran Tegangan Tanggal 7 Juli 2020 Dengan *PWM*(Beban>200W)

PWM						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current

10.00	12,20	18,20	12,70	18,10	9,60	21,30
10.30	12,20	18,20	12,70	18,10	9,60	21,30
11.00	12,50	18,20	12,70	18,10	9,60	21,30
11.30	12,50	18,20	12,50	19,00	9,70	21,30
12.00	12,50	18,20	12,50	19,00	9,30	21,70
12.30	12,00	18,20	11,30	20,30	12,10	19,70
13.00	13,20	17,50	12,20	19,70	11,40	20,10
13.30	13,00	17,50	12,20	19,70	14,13	18,90
14.00	13,00	17,50	12,20	19,70	12,90	18,00

Tabel. 2. Pengukuran Tegangan Tanggal 7 Juli 2020 Dengan *MPPT*

MPPT						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	14,00	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
10.30	14,00	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.00	14,00	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.30	14,30	4,30	12,10	18,18	12,10	18,18
12.00	14,30	4,30	12,00	18,18	12,10	18,18
12.30	14,30	4,30	12,00	18,18	12,10	18,18
13.00	14,30	4,30	12,00	18,33	12,00	18,33
13.30	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33
14.00	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33

Tabel. 3. Pengukuran Tegangan Tanggal 8 Juli 2020 dengan *PWM*

PWM						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	12,15	18,20	12,10	18,10	10,30	21,30
10.30	12,15	18,20	12,10	18,10	10,30	21,30
11.00	12,15	18,20	12,10	18,10	10,30	21,30
11.30	12,50	18,20	12,50	19,00	12,10	21,30
12.00	12,50	18,20	12,50	19,00	12,10	21,70
12.30	12,00	18,20	11,30	20,30	12,10	19,70
13.00	13,20	17,50	12,20	19,70	11,40	20,10
13.30	13,00	17,50	12,20	19,70	14,13	18,90
14.00	13,00	17,50	12,20	19,70	12,90	18,00

Tabel. 4. Pengukuran Tegangan Tanggal 8 Juli 2020 Dengan *MPPT*

MPPT						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	13,90	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
10.30	13,90	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.00	13,90	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.30	14,30	4,30	12,10	18,18	12,10	18,18
12.00	14,30	4,30	12,00	18,18	12,10	18,18
12.30	14,30	4,30	12,00	18,18	12,10	18,18
13.00	14,25	4,30	12,00	18,33	12,00	18,33
13.30	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33
14.00	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33

13.00	14,18	4,30	12,00	18,33	12,20	18,33
13.30	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33
14.00	14,10	4,36	12,00	18,33	12,00	18,33

Dari data primer pada tabel 1 sampai dengan tabel 6 diatas, maka dibuatlah nilai rata-rata per pengukuran. Rata-rata diambil untuk tegangan *PV*, tegangan Baterei dan tegangan beban dengan menggunakan *PWM* dan *MPPT* selama 3 hari pengukuran mulai tanggal 7-9 Juli 2020. Dari data mentah diatas agar supaya dapat dilakukan analisa maka dilakukan perhitungan rata-rata. Sedangkan hasil perhitungan rata-rata adalah sebagaimana pada tabel 7 sampai dengan tabel 12.

Tabel. 5. Pengukuran Tegangan Tanggal 9 Juli 2020 Dengan *PWM*

PWM						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	12,20	18,20	12,10	18,10	9,60	21,30
10.30	12,20	18,20	12,10	18,10	9,60	21,30
11.00	12,45	18,20	12,30	18,10	9,60	21,30
11.30	12,45	18,20	12,30	19,00	9,70	21,30
12.00	12,45	18,20	12,30	19,00	9,30	21,70
12.30	12,45	18,20	12,30	20,30	12,10	19,70
13.00	13,20	17,50	12,20	19,70	11,40	20,10
13.30	13,00	17,50	12,20	19,70	14,13	18,90
14.00	13,00	17,50	12,20	19,70	12,90	18,00

Tabel. 7. Nilai Rata Rata Tegangan *PV* dengan Menggunakan *PWM*(Beban>200W)

Time	PWM			JML	RATA
	1	2	3		
10.00	12,20	12,15	12,20	36,55	12,18
10.30	12,20	12,15	12,20	36,55	12,18
11.00	12,50	12,15	12,45	37,10	12,37
11.30	12,50	12,50	12,45	37,45	12,48
12.00	12,50	12,50	12,45	37,45	12,48
12.30	12,00	12,00	12,45	36,45	12,15
13.00	13,20	13,20	13,20	39,60	13,20
13.30	13,00	13,00	13,00	39,00	13,00
14.00	13,00	13,00	13,00	39,00	13,00

Tabel. 6. Pengukuran Tegangan Tanggal 9 Juli 2020 Dengan *MPPT*

MPPT						
Time	Photovoltaic		Battery		Load > 200 wp	
	Voltage	Current	Voltage	Current	Voltage	Current
10.00	13,85	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
10.30	13,85	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.00	13,85	4,38	12,00	18,33	12,00	18,33
11.30	14,18	4,30	12,10	18,18	12,20	18,18
12.00	14,18	4,30	12,00	18,18	12,20	18,18
12.30	14,18	4,30	12,00	18,18	12,20	18,18

Tabel. 8. Nilai Rata Rata Tegangan *PV* dengan Menggunakan *MPPT*(Beban>200W)

Time	MPPT			JML	RATA
	1	2	3		
10.00	14,00	13,90	13,85	41,75	13,92
10.30	14,00	13,90	13,85	41,75	13,92
11.00	14,00	13,90	13,85	41,75	13,92
11.30	14,30	14,30	14,18	42,78	14,26
12.00	14,30	14,30	14,18	42,78	14,26
12.30	14,30	14,30	14,18	42,78	14,26
13.00	14,30	14,25	14,18	42,73	14,24
13.30	14,10	14,10	14,10	42,30	14,10
14.00	14,10	14,10	14,10	42,30	14,10

Tabel. 9. Nilai Rata Rata Tegangan Baterei dengan Menggunakan PWM(Beban>200W)

Time	PWM				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	12,70	12,10	12,10	36,90	12,30
10.30	12,70	12,10	12,10	36,90	12,30
11.00	12,70	12,10	12,30	37,10	12,37
11.30	12,50	12,50	12,30	37,30	12,43
12.00	12,50	12,50	12,30	37,30	12,43
12.30	11,30	11,30	12,30	34,90	11,63
13.00	12,20	12,20	12,20	36,60	12,20
13.30	12,20	12,20	12,20	36,60	12,20
14.00	12,20	12,20	12,20	36,60	12,20

Tabel. 10. Nilai Rata Rata Tegangan Baterei dengan Menggunakan MPPT(Beban>200W)

Time	MPPT				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
10.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
11.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
11.30	12,10	12,10	12,10	36,30	12,10
12.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
12.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
13.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
13.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
14.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00

Tabel. 11. Nilai Rata Rata Tegangan Beban dengan Menggunakan PWM(Beban>200W)

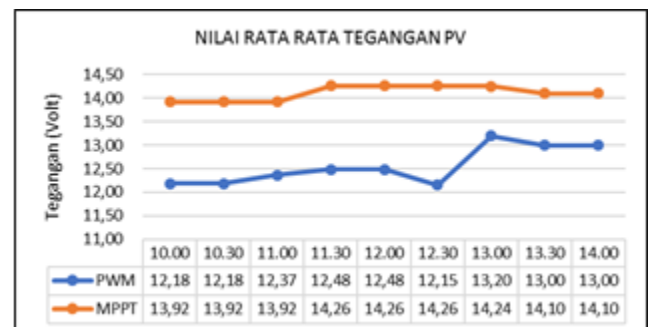
Time	PWM				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	9,60	10,30	9,60	29,50	9,83
10.30	9,60	10,30	9,60	29,50	9,83
11.00	9,60	10,30	9,60	29,50	9,83
11.30	9,70	12,10	9,70	31,50	10,50
12.00	9,30	12,10	9,30	30,70	10,23
12.30	12,10	12,10	12,10	36,30	12,10
13.00	11,40	11,40	11,40	34,20	11,40
13.30	14,13	14,13	14,13	42,39	14,13

14,00 12,90 12,90 12,90 38,70 12,90

Tabel. 12. Nilai Rata Rata Tegangan Beban dengan Menggunakan MPPT(Beban>200W)

Time	MPPT				
	1	2	3	JML	RATA
10.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
10.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
11.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
11.30	12,10	12,10	12,20	36,40	12,13
12.00	12,10	12,10	12,20	36,40	12,13
12.30	12,10	12,10	12,20	36,40	12,13
13.00	12,00	12,00	12,20	36,20	12,07
13.30	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00
14.00	12,00	12,00	12,00	36,00	12,00

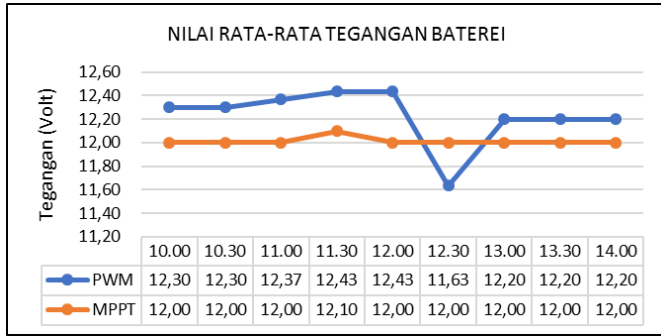
Hasil perhitungan rata-rata pengukuran sebagaimana tabel 7. sampai dengan 12. maka akan diperjelas sebagaimana grafik pada gambar 4, sampai dengan gambar 8.



Gambar 4. Rata-Rata Tegangan PV menggunakan PWM dan MPPT (Beban>200W)

Penjelasan dari gambar 4. bahwa pada daya > 200 W, maka sensing MPPT menunjukkan tegangan yang lebih stabil dari pada jika menggunakan PWM.



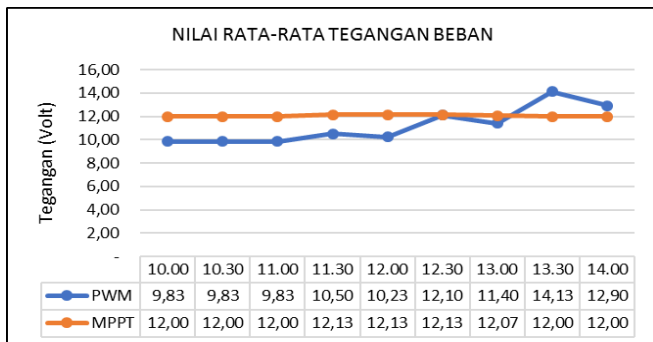


Gambar 5. Rata-Rata Tegangan Baterai menggunakan PWM dan MPPT (Beban>200W)

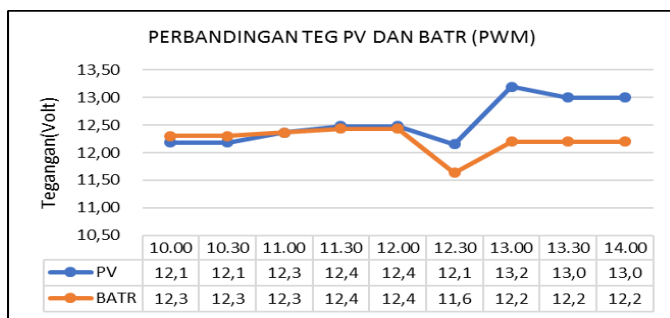
Pada gambar 5 tersebut tegangan baterai yang disuplai oleh PV dengan menggunakan PWM mempunyai arus pengisian yang tidak stabil dari pada jika menggunakan MPPT.

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa rata-rata tegangan ke arah beban mengalami ketidak stabilan tegangan jika menggunakan PWM masih mengalami gerakan naik turun. Jika menggunakan MPPT terlihat tegangan ke arah beban lebih stabil.

Sedangkan pada gambar 7 dan 8 menunjukkan bagaimana pengaruh Controller terhadap tegangan PV dan Baterai jika dipergunakan PWM dan MPPT.

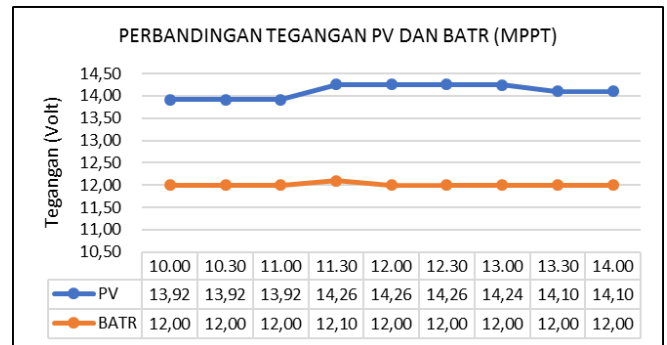


Gambar 6. Rata-Rata Tegangan Beban menggunakan PWM dan MPPT (Beban>200W)



Gambar 7. Perbandingan Tegangan PV dan Baterai Menggunakan PWM (Beban>200W)

Pada gambar 7 tampak perbandingan tegangan PV dan tegangan baterai dengan menggunakan PWM dengan beban diatas 200W. Pada grafik nampak yang penggunaan PWM cenderung berada pada kondisi tidak stabil. Lebih tidak stabil jika mempergunakan PWM pada daya dibawah 200W.



Gambar 8. Perbandingan Tegangan PV dan Baterai Menggunakan MPPT (Beban>200W)

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa tegangan PV dan tegangan Baterai saat menggunakan MPPT nampak berada dalam kondisi stabil. Hal berbeda ketika MPPT dipergunakan pada daya dibawah 200W.

#### IV KESIMPULAN

Pada kondisi beban diatas 200 W, penggunaan controller MPPT mempunyai kestabilan tegangan lebih baik dengan rincian sebagai berikut:

1. Tegangan PV dapat ditangkap walau lebih tinggi dari tegangan Baterai.
2. Dapat bekerja dengan tegangan diatas tegangan baterai, sehingga dapat melakukan pengisian baterai dengan lebih cepat.
3. Untuk kapasitas daya diatas 200 W lebih ideal menggunakan MPPT.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo melalui DRPM yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] International Energy Agency, "World Energy Outlook 2015. Executive Summary," *Int. Energy Agency books online*, 2015.
- [2] B. P. dan P. T. I. Penelitian, *Outlook Energi Indonesia 2013*. 2013.
- [3] Jamaaluddin, I. Robandi, I. Anshory, Mahfudz, and R.

- Rahim, "Application of interval type-2 fuzzy inference system and big bang big crunch algorithm in short term load forecasting new year holiday," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, 2020.
- [4] M. D. J. Pucar and A. R. Despic, "The enhancement of energy gain of solar collectors and photovoltaic panels by the reflection of solar beams," *Energy*, vol. 27, no. 3, pp. 205–223, 2002.
- [5] A. Supriyadi, J. Jamaaluddin, T. Elektro, and U. Muhammadiyah, "Analisa Efisiensi Penjejak Sinar Matahari Dengan Menggunakan," *Jeee-U*, vol. 2, no. APRIL, 2018, pp. 8–15, 2018.
- [6] California Energy Commission, "A guide to photovoltaic system design and installation," *Calif. Energy Comm.*, no. June, p. 39, 2001.
- [7] S. Younes, R. Claywell, and T. Muneer, "Quality control of solar radiation data: Present status and proposed new approaches," in *Energy*, 2005, vol. 30, no. 9 SPEC. ISS., pp. 1533–1549.
- [8] M. Bortolini, M. Gamberi, and A. Graziani, "Technical and economic design of photovoltaic and battery energy storage system," *Energy Convers. Manag.*, vol. 86, pp. 81–92, 2014.
- [9] Z. Salam, K. Ishaque, and H. Taheri, "An improved two-diode photovoltaic (PV) model for PV system," in *2010 Joint International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems, PEDES 2010 and 2010 Power India*, 2010.
- [10] E. I. Batzelis, G. E. Kampitsis, S. A. Papathanassiou, and S. N. Manias, "Direct MPP Calculation in Terms of the Single-Diode PV Model Parameters," *IEEE Trans. Energy Convers.*, 2015.
- [11] T. Sudhakar Babu, N. Rajasekar, and K. Sangeetha, "Modified Particle Swarm Optimization technique based Maximum Power Point Tracking for uniform and under partial shading condition," *Appl. Soft Comput. J.*, 2015.
- [12] E. Dallago, A. Liberale, D. Miotti, and G. Venchi, "Direct MPPT Algorithm for PV Sources with only Voltage Measurements," *IEEE Trans. Power Electron.*, 2015.
- [13] A. Sholih *et al.*, "Rancang Bangun Pengaman Panel Distribusi Tenaga Listrik Di Lippo Plaza Sidoarjo Dari Kebakaran Berbasis Arduino Nano," *J. ilmu-ilmu Tek. elektro dan rekayasa*, 2017.
- [14] Jamaaluddin, I. Robandi, and I. Anshory, "A very short-term load forecasting in time of peak loads using interval type-2 fuzzy inference system: A case study on java bali electrical system," *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 1, pp. 464–478, 2019.
- [15] T. ESRAM and P. L. Chapman, "Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques," *IEEE Trans. Energy Convers.*, 2007.

## Perancangan dan Pengembangan *Basic Air Conditioner Trainer* Berbasis *Animation Video*

<sup>1</sup>Yayan Zanwar M., <sup>2</sup>Achmad Ubaidillah Ms. <sup>3</sup>Riza Alfita

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

<sup>1</sup>yayanzanwar@gmail.com, <sup>2</sup>ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id, <sup>3</sup>riza.alfita@trunojoyo.ac.id

**Abstract** - The development in the advancement of science in the field of technology is very fast encouraging each individual to think more advanced. One technology that is developing quite rapidly is the air conditioner (AC) or air conditioner. At this time, air conditioning is an air conditioning component that is needed to get comfortable in the room. Air conditioning damage often occurs, even an air conditioning system must be routinely maintained and repaired if a breakdown occurs. Generally, the air conditioner will experience several problems including dirty indoor units, such conditions it is better to carry out routine maintenance so that the air conditioner can work optimally. Air conditioners can also experience damage that requires the air conditioner to be repaired, so studying air conditioning machines is very important to support knowledge about air conditioning machines. For this reason, efforts to increase human resources so that they are able to keep up with the developments and advances in room cooling technology is by improving the quality of the learning process and the availability of learning media. The use of learning media in teaching and learning activities (practicum) helps in delivering the material being taught. Based on these problems, the researchers plan to design an AC trainer as a practicum module.

**Keywords** — *AC trainer, Practicum module, Learning media, Air conditioner*

**Abstrak**—Perkembangan dalam kemajuan ilmu pengetahuan dibidang teknologi yang sangat pesat mendorong setiap individu untuk berfikir lebih maju lagi. Salah satu teknologi yang berkembang cukup pesat adalah air conditioner (AC) atau pendingin ruangan. Pada saat ini pendingin ruangan merupakan komponen pengkondisi udara yang sangat dibutuhkan untuk mendapatkan kenyamanan pada ruangan tersebut. Pendingin ruangan tidak jarang terjadi kerusakan, bahkan suatu sistem pendingin ruangan harus perawatan rutin serta perbaikan jika terjadi kerusakan. Umumnya pendingin ruangan akan mengalami beberapa masalah diantaranya pada indoor unit kotor, kondisi seperti itu ada baiknya dilakukan perawatan rutin agar mesin pendingin ruangan tersebut dapat bekerja maksimal. Pendingin ruangan juga dapat mengalami kerusakan-kerusakan yang mengharuskan pendingin ruangan tersebut harus diperbaiki kerusakannya, untuk itu mempelajari mesin pendingin ruangan sangatlah penting untuk menunjang pengetahuan mengenai mesin pendingin ruangan. Untuk itu upaya untuk meningkatkan sumber daya manusia supaya mampu mengikuti perkembangan serta kemajuan teknologi pendinginan ruangan tersebut adalah dengan cara meningkatkan kualitas pada proses pembelajaran serta ketersediaan media pembelajaran. Penggunaan media

pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar (praktikum) membantu dalam menyampaikan materi yang diajarkan. Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti berencana merancang AC trainer sebagai modul praktikum.

**Kata Kunci**— *AC trainer, Modul praktikum, Media pembelajaran, Pendingin ruangan;*

### I. PENDAHULUAN

Perkembangan dalam kemajuan ilmu pengetahuan dibidang teknologi yang sangat pesat mendorong setiap individu untuk berfikir lebih maju lagi. Salah satu teknologi yang berkembang cukup pesat adalah mesin pendingin ruangan. Mesin pendingin ruangan dapat mendinginkan suatu ruangan karena adanya perpindahan panas, panas tersebut diserap oleh mesin pendingin ruangan. Pada proses penyerapan panas tersebut ada proses penguapan, penguapan akan terjadi ketika suatu zat yang diperlukan panas dan panas diserap oleh panas yang ada disekitar zat yang menguap sehingga zat yang menguap tersebut kehilangan panasnya..

Pendingin ruangan pertamakali dibuat dan dipatenkan oleh Joseph Mc. Crety warga negara Amerika Serikat pada tahun 1897, namun pada saat itu pendingin ruangan belum seefisien sekarang, pada saat itu pendingin ruangan menggunakan percikan air. Setelah itu Dr. Willis Haviland Carrier merupakan orang pertama yang mampu membuat alat pengukur temperatur ruangan serta kelembapan pada suatu ruangan pada tahun 1906 di Amerika Serikat. Kemudian pada masa sekarang mesin pendingin ruangan berkembang semakin pesat dalam hal penggunaan bahkan perawatan mesin pendingin ruangan.

Pada saat ini pendingin ruangan merupakan komponen pengkondisi udara yang sangat dibutuhkan untuk mendapatkan kenyamanan pada ruangan tersebut. Pendingin ruangan tidak jarang terjadi kerusakan, bahkan suatu sistem pendingin ruangan harus perawatan rutin serta perbaikan jika terjadi kerusakan. Umumnya pendingin ruangan akan mengalami beberapa masalah diantaranya pada indoor unit kotor, kondisi seperti itu ada baiknya dilakukan perawatan rutin agar mesin pendingin ruangan tersebut dapat bekerja maksimal. Pendingin ruangan juga dapat mengalami kerusakan-kerusakan yang mengharuskan pendingin ruangan tersebut harus diperbaiki kerusakannya, untuk itu mempelajari mesin pendingin ruangan sangatlah penting untuk menunjang pengetahuan mengenai mesin pendingin ruangan.

Pendingin ruangan pertamakali dibuat dan dipatenkan oleh Joseph Mc. Crety warga negara Amerika Serikat pada tahun 1897, namun pada saat itu pendingin ruangan belum seefisien sekarang, pada saat itu pendingin ruangan menggunakan percikan air. Setelah itu Dr. Willis Haviland Carrier merupakan orang pertama yang mampu membuat alat pengukur temperatur ruangan serta kelembapan pada suatu ruangan pada tahun 1906 di Amerika Serikat. Kemudian pada masa sekarang mesin pendingin ruangan berkembang semakin pesat dalam hal penggunaan bahkan perawatan mesin pendingin ruangan.

Penggunaan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar (praktikum) membantu dalam menyampaikan materi yang diajarkan. Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti berencana merancang AC trainer sebagai modul praktikum atau media pembelajaran.

## II. METODE PENELITIAN

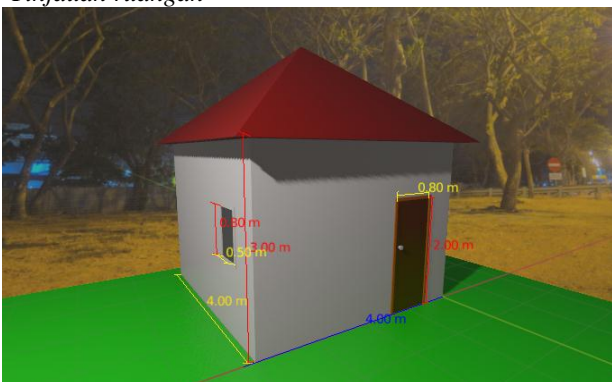
### A. Metode

Dalam perancangan menjelaskan bahwa pengerjaan penelitian dimulai dari proses persiapan dimana proses tersebut mencari data lapangan secara langsung dan mengumpulkan data melalui studi literatur. Proses yang kedua yaitu perancangan sistem yang mencakup perancangan kebutuhan sistem. Selanjutnya pembuatan sistem yang akan meliputi pembuatan alat. Setelah alat dibuat selanjutnya akan diujicoba dan setelah itu dianalisa untuk mendapatkan kesimpulan.

### B. Perancangan dan Perhitungan Ruangan

Pada perancangan dan perhitungan ruangan membahas mengenai perhitungan suatu ruangan jika dirancang instalasi AC.

#### 1. Tinjauan ruangan



Gambar 1. Skema Bangunan

Pada ruangan yang dindingnya terbuat dari batu bata dan dilapisi semen dengan atap yang terbuat dari genteng serta pintu yang terbuat dari kayu. Peralatan dari ruangan tersebut terdapat sebuah komputer.

#### 2. Total beban pendinginan

Tabel 1. Total Beban Pendinginan

No	Perhitungan beban pendinginan	Kalor sensibel Kcal/jam	Kalor laten Kcal/jam
A	Beban kalor dari luar ruangan		
1	Radiasi matahari melalui jendela	83,66	
2	Transmisi kalor melalui jendela	110	
3	Perolehan kalornakibat Ventilasi Infiltrasi	10	130,5
4	Transmisi kalor melalui dinding	344,04	
5	Transmisi kalor melalui atap	775,43	
B	Beban kalor dari dalam ruangan		
1	Transmisi kalor melalui lantai	48,4	
2	Kalor dari penghuni ruangan	100,7	89,3
3	Beban kalor lampu penerangan	23,76	
4	Beban kalor peralatan listrik lain	80,6	
5	Tambahan kalor oleh masuknya udara yang didinginkannya	48,32	
Jumlah		2.014,65	219,8
Total beban pendinginan		2.234,45	

Pada tabel 1 merupakan tabel total beban pendinginan yang diperlukan

### 3. Pemilihan AC

Untuk menentukan daya yang diperlukan untuk menggerakkan kompresor ditentukan dengan persamaan.

$$Q = G \times q_e \quad (1)$$

Jika pada ruangan diketahui

$$Q = 2234,45 \text{ Kcal/jam}$$

$$q_e = 44,21 \text{ Kcal/kg}$$

$$G = Q/q_e$$

$$= 2234,45/44,21$$

$$= 50,54 \text{ kg/jam}$$

Daya yang dibutuhkan kompresor dapat ditentukan dengan persamaan.

$$N = (id-is)/860 \times G \quad (2)$$

$$= 9,5/860 \times 50,54$$

$$= 0,558 \text{ Kw}$$

### 4. Penentuan jumlah udara masuk

Dalam menentukan perancangan AC dengan udara yang diperlukan untuk pendinginan pada suatu suhu ruangan dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Q = V \times G \quad (3)$$

Maka

$$G = 2014,65/0,24 \times 10$$

$$= 840,19 \text{ Kg/jam}$$

Dengan demikian maka volume udara masuk adalah temperatur udara luar 30°C dengan kelembapan relatif luar ruangan sebesar 60%. Dengan menggunakan diagram

psikometrik didapat volume spesifik udara masuk 0,9 m<sup>3</sup>/jam, maka:

$$Q = 0,9 \times 840,45 = 756,17 \text{ m}^3/\text{jam}$$

5. Perhitungan teknik instalasi

Rating pengaman pengaman AC

$$\text{Daya input} = 558/0,79 = 706,33 \text{ VA}$$

$$\text{Arus maksimum} = 706,33/220 = 3,21 \text{ A}$$

Perhitungan KHA dari penghantar

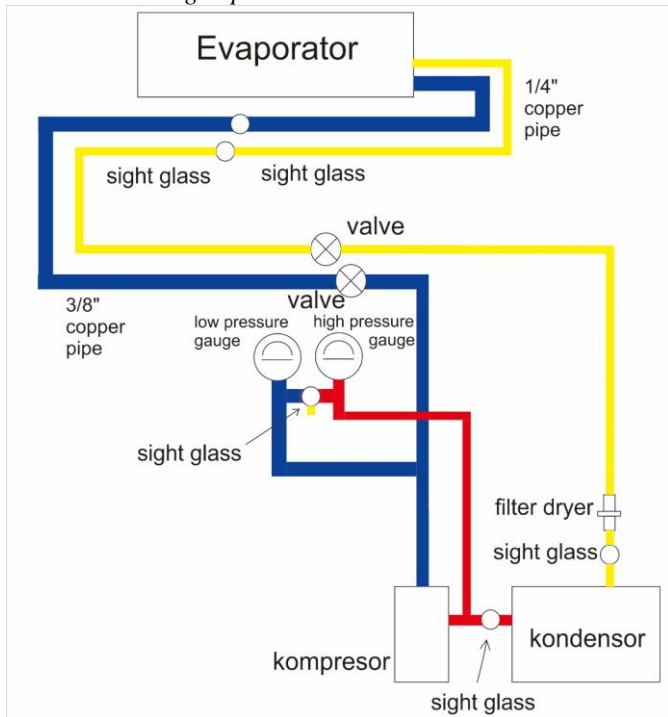
$$\text{KHA} = 125\% \times 3,21 = 4,01 \text{ A}$$

Perhitungan kemampuan maksimal MCB

$$I_p = 250\% \times 3,21 = 8,03 \text{ A}$$

C. Desain Trainer

1. Perancangan proses sirkulasi

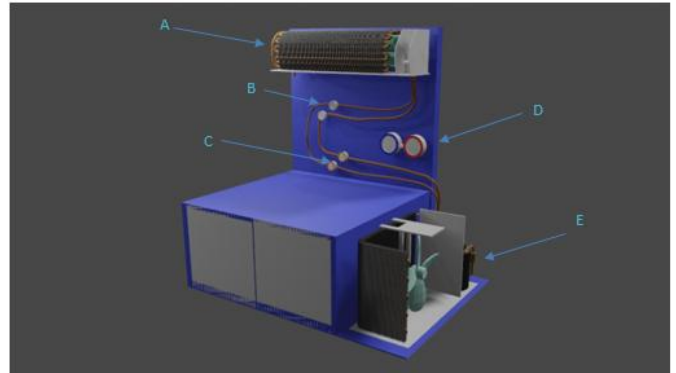


Gambar 2. Proses Sirkulasi Modul AC

Pada gambar 2 proses sirkulai pendinginan pada modul trainer AC terdapat beberapa alur yang akan dilewati gas refrigeran. Jika dimulai dari kompresor, gas refrigeran akan mengalami proses kompresi yang nantinya tekanannya akan dinaikan. Selanjutnya aliran gas refrigeran akan melewati kondensor, sebelum itu dapat dilihat tekanannya melalui pressure gauge (manifold) yang berwarna merah. Pada kondensor tersebut refrigeran panas akan mengalami proses kondensasi sehingga suhu pada gas refrigeran didinginkan dan melalui pipa kapiler. Setelah gas tersebut melewati kondensor dan pipa kapiler, refrigeran akan berubah wujud menjadi cair (pada pipa berwarna kuning 1/4 inch) yang selanjutnya akan ke evaporator atau indoor unit. Sebelum melalui evaporator perubahan wujud dari refrigeran dapat dilihat melalui sight

glass. Lalu pada evaporator gas refrigeran dihembuskan oleh fan motor pada indoor unit dan siklus selanjutnya refrigeran akan berubah kembali dalam bentuk gas (dapat dilihat pada sight glass pada pipa biru). Kemudian kembali lagi ke kompresor melalui pipa 3/8 inch yang tekanannya dapat dilihat dari pressure gauge berwarna biru. Siklus tersebut berulang-ulang hingga modul dihentikan.

2. Desain sistem



Gambar 3. Desain Sistem

Pada gambar 3 merupakan desain dari modul basic AC trainer. Bagian-bagian dari komponen sebagai berikut.

- a. Indoor unit tanpa case
- b. Sight glass
- c. Valve
- d. Manifold gauge
- e. Outdoor unit tanpa case

D. Perancangan Animasi

Pada perancangan animasi menggunakan software blender 2.82 serta editing menggunakan adobe premiere pro agar mempermudah proses pengisian suara pada proses ini.

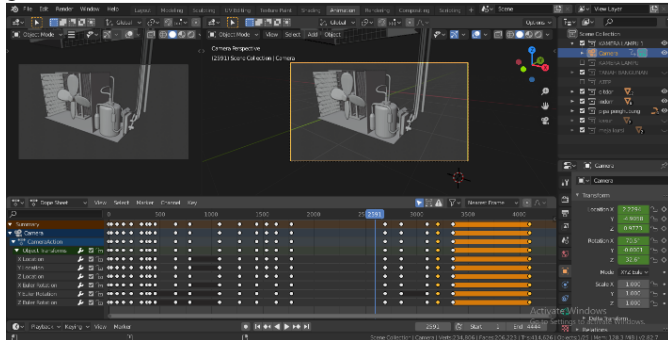
1. Perancangan Animasi Dengan Blender



Gambar 4. Proses Desain 3D Menggunakan Blender

Dari gambar 4 merupakan proses desain sudah dibuat, selanjutnya proses animasi seperti putaran kipas motor serta blower, dikarenakan proses berputar terus menerus untuk mempermudah pembuatan animasi dapat digunakan fitur timeline pada tab animation, fitur ini mempermudah

dikarenakan tidak terlalu banyak menggunakan keyframe. selanjutnya menggunakan fitur toggle the camera view yang akan digerakkan secara manual, lalu setiap ada gerakan pada proses ini akan diberi keyframe pada tab animation seperti gambar berikut.

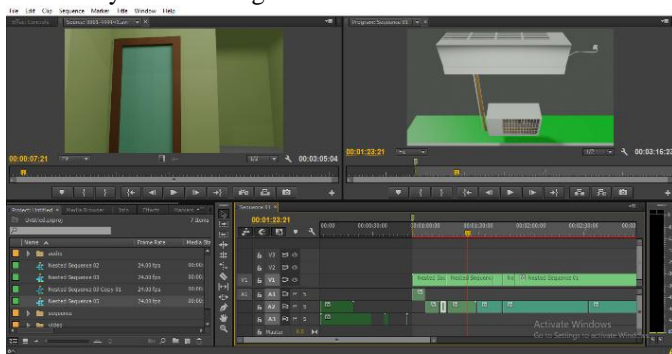


Gambar 5. Pemberian Keyframe

Pada gambar 5 merupakan proses tersebut selesai maka animasi dapat dirender pada tab render-view animation, sebelum itu atur terlebih dahulu seperti resolusi yang digunakan. Lama proses tersebut bergantung dari hardware komputer yang digunakan.

2. *Editing dan penambahan audio*

Pada blender 2.82 bisa juga menambahkan audio secara langsung, akan tetapi animasi sering tidak cocok dengan yang ada pada rekaman audio, untuk mempermudah hal tersebut maka penulis menggunakan adobe premiere pro. Pada adobe premiere pro komponen audio yang berupa suara dapat dipotong-potong serta dicocokkan dengan animasi yang sebelumnya dibuat dengan blender.



Gambar 6. Proses Editing

Setelah proses tersebut selesai maka animasi dapat dirender menggunakan adobe premiere pro seperti pada gambar 6.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Analisa Kerja Modul Pendingin Ruangan*

Modul pendingin ruangan memiliki alur-alur yang akan dilalui oleh refrigeran, refrigeran akan mengalami perubahan wujud, tekanan serta suhu di tempat-tempat yang akan dilalui

refrigeran. Refrigeran dapat diibaratkan sebagai darah yang mengalir sedangkan kompresor sebagai jantung untuk memompa refrigeran.

Ketika kompresor dihidupkan, refrigeran akan terpompa dan melalui kondensor, pipa kondensor berbentuk panjang namun berlekuk-lekuk sejajar sehingga tidak memakan banyak tempat, pada kondensor diperkuat besi yang kecil-kecil. Kondensor sendiri berfungsi untuk menurunkan suhu dari gas refrigeran yang telah dikompresi agar dapat mengendalikan peredaran udara segar. Dari kondensor gas refrigeran memasuki filter dryer diteruskan ke pipa kapiler dan selanjutnya refrigeran ini masih memiliki suhu dan tekanan yang tinggi dalam wujud gas karena hasil kerja kompresor. Karena gas refrigeran ini melewati pipa dengan diameter kecil dari pipa kapiler ini merupakan hambatan dari peredaran gas refrigeran tersebut dan mengakibatkan tekanan pada kondensor naik, dan dengan naiknya tekanan ini serta pendinginan udara dari luar maka gas refrigeran akan berubah menjadi cair. Refrigeran dalam bentuk cair ini mengalir melalui filter dryer dan pipa kapiler lalu selanjutnya masuk ke evaporator.

Evaporator mempunyai diameter pipa lebih besar daripada pipa kapiler dan tekanan dari kondensor sehingga cairan dari refrigeran akan menguap dan dari penguapan ini diambil atau diserap panas dari sekitar pipa evaporator sehingga terjadi pendinginan, pipa evaporator dibengkok-bengkokkan agar tidak memakan tempat. Refrigeran yang telah melewati evaporator seluruhnya akan menjadi gas dan akan dihisap oleh kompresor sehingga menjadi gas dengan suhu yang tinggi. Proses tersebut akan berulang selama kompresor beroperasi.

B. *Percobaan Temperatur*

Pada percobaan perbandingan suhu digunakan sensor suhu untuk mengetahui suhu modul pendingin ruangan dengan suhu pendingin ruangan yang terinstalasi pada ruangan

Tabel 2. Percobaan Pengambilann suhu

Suhu (°C)	Waktu (S)	Tekanan tinggi (Psi)	Tekanan rendah (Psi)
28	0	325	160
27	60	325	160
26	97	325	160
25	136	325	160
24	172	325	160
23	250	325	160
22	300	325	160
21	425	325	160
20	604	325	160
19	813	325	160
18	1028	325	160
17	1375	325	160
16	1700	325	160

Pada tabel 2 merupakan pengujian suhu pada modul pendingin ruangan, pada modul pendingin ruangan ini

menggunakan jenis refrigeran R32 dengan tekanan tinggi 325 Psi dan tekanan rendah 160 Psi dengan jarak pengambilan suhu 1 meter dari indoor unit.

Tabel 3. Percobaan Pengambilann suhu

Suhu (°C)	Waktu (S)	Tekanan rendah (Psi)
28	0	160
27	48	160
26	87	160
25	110	160
24	138	160
23	180	160
22	221	160
21	250	160
20	292	160
19	348	160
18	420	160
17	503	160
16	625	160

Pada tabel percobaan 3 merupakan data pengambilan suhu pendingin ruangan yang terpasang pada ruangan, pada pendingin ruangan yang terpasang ini pada tekanan rendah sebesar 160 Psi.

Pada dua tabel percobaan diatas terdapat perbedaan nilai waktu (S) yang cukup berbeda jauh, dikarenakan pada modul pendingin ruangan unit outdoor ikut masuk kedalam ruangan, sehingga jika dibandingkan dengan unit pendingin ruangan yang terpasang pada ruangan terdapat perbedaan waktu yang signifikan

#### C. Analisa Gangguan

Kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada mesin pendingin ruangan yang sering ditemui adalah pada kelistrikan serta sistem mesin pendingin. Kerusakan pada sistem kelistrikan biasanya meliputi; 1). Power supply, 2). Hubungan kabel, 3). Motor kompresor, 4). Motor kipas, 5). Thermistor, 6). Overload, 7). Kapasitor. Sedangkan, pada sistem pendinginan meliputi; 1). Kompresor, 2). Pipa-pipa, 3). Filter, 4). Refrigeran.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, percobaan, pembuatan animasi serta anilisa sistem dari modul pendingin ruangan (AC) dapat diambil beberapa kesimpulan. Pada perancangan atau pemasangan AC pada ruangan hendaknya ruangan diperhitungkan dulu agar saat pemilihan AC tidak kurang dingin atau AC terlalu besar. Daya yang diperlukan jika menggunakan bangunan seperti sistem diatas didiapati daya sebesar 558 Watt sedangkan jika menggunakan AC ½ Pk dengan daya 390 Watt tentunya kurang dingin. Melalui animasi pendingin ruangan maka dapat lebih memahami

dengan mudah sistem dari pendinginan ruangan serta komponen yang digunakan pada pendingin ruangan.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Bansal and J. Mathur, "Performance enhancement of earth air tunnel heat exchanger using evaporative cooling," *Int. J. Low-Carbon Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 150–158, 2018.
- [2] I. Ferry, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada AC Split Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan," *Teknologi Pendingin dan Tata Udar.*, vol. 5, pp. 33–40, 2018.
- [3] P. N. Indramayu, J. T. Mesin, and P. N. Indramayu, "Turbulen: jurnal teknik mesin universitas tridnanti palembang," vol. 2, no. 2, 2020.
- [4] M. Penelitian, "ANALISA SISTEM KERUSAKAN PADA TRAINER AIR CONDITIONER ( AC ) MOBIL DAIHATSU XENIA 2004 Diagnosa kerusakan Trainer Ac Mobil," vol. 4, pp. 91–94, 2015.
- [5] I. A. Rahardjo, "Pelatihan Perbaikan Dan Perawatan Air Conditioner (Ac)," *Sarwahita*, vol. 13, no. 1, pp. 24–26, 2016.
- [6] A. Raj and N. Soni, "Review of Design of Air Conditioning System for Commercial and Domestic Applications," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 7, pp. 3124–3128, 2017.
- [7] N. Usman, "Pengembangan AC Trainer Sebagai Media Pembelajaran Sistem Instalasi Tata Udara Siswa Kelas XI SMK N 1 Magelang," *E-Journal Univ. Negeri Yogyakarta*, 2016.
- [8] M. S. Yoon, J. H. Lim, T. S. M. A. L. Qahtani, and Y. Nam, "Experimental study on comparison of energy consumption between constant and variable speed air-conditioners in two different climates," *ACRA 2018 - 9th Asian Conf. Refrig. Air-Conditioning*, no. April, 2018.
- [9] J. T. Vokasi, B. Sudarsono, V. Education, A. Technology, and L. Outcomes, "LEVEL FEASIBILITY MEDIA LEARNING SYSTEM AIR CONDITIONER ( AC ) TO INCREASE LEARNING RESULT," vol. 6, pp. 18–24, 2018.
- [10] K. Anwar *et al.*, "Efek Temperatur Pipa Kapiler Terhadap Kinerja Mesin," *J. Mek.*, vol. 1, pp. 30–39, 2010.

# Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan *Radio Frequency Identification* Berbasis *Internet of Thing*

<sup>1</sup>Zainul Arifin, <sup>2</sup>Diana Rahmawati, <sup>3</sup>Hanifudin Sukri

<sup>123</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura Bangkalan

<sup>1</sup>140431100073@student.trunojoyo.ac.id, <sup>2</sup>diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id, <sup>3</sup>hanifudinsukri@trunojoyo.ac.id

**Abstract** - The recording activity of borrowing books in the library has been doing manually by shouting the borrower's names one by one and writing them. That is time and energy consuming. There are myriad ways to do to reach for a good library information system. One of the ways is by using computerized and sensor technology. In this era, there is a new technology like mini personal computers namely RaspberryPi. RaspberryPi is web programmed by humans so that the system can work and can change the human's roles in carrying out an activity. With the existence of a mini personal computers, the author can overcome the problem that occurs in the collection of book loan data in the library above. Therefore, we make a library system by using to do receiving, processing and sending data to the server. The required input consists of a Radio Frequency Identification card that is injected to the student card that will be used for the loan books, and is also included in the book to read automatically every each of the existing books. By using these supporting devices, we hope that it can decrease the risk probability of books that are issued. And book borrowing is better since it already used internet-based services and an easy-to-use webserver. As final point, the both integrated devices can help student in borrowing books in the Library easily.

**Keywords** — Student card, RFID, Information Systems, library, Book with RFID

**Abstrak** — Kegiatan pencatatan peminjaman buku di perpustakaan sekarang ini kebanyakan masih dilakukan secara manual, yaitu dengan dipanggil nama satu-persatu dan ditulis dikertas. Hal ini tidak efektif dan efisien. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk tercapainya sistem informasi perpustakaan yang baik, salah satunya digunakanlah teknologi komputerisasi dan sensor. Penerapan hal tersebut dengan aplikasi berbasis webserver. Pada zaman sekarang ini sudah terdapat teknologi baru berupa *mini personal computer*, yaitu RaspberryPi. RaspberryPi tersebut diprogram oleh manusia sehingga sebuah sistem dapat bekerja secara otomatis dan peran manusia dapat digantikan dalam sebuah aktivitas. Dengan adanya *mini personal computer*, permasalahan di atas dapat diatasi oleh penulis terutama buku yang terjadi pada pendataan peminjaman buku di perpustakaan. Oleh karena itulah maka dibuat suatu sistem perpustakaan yang terdapat fungsi-fungsi untuk penerima, pengolah dan pengirim data ke server. *Input* yang diproses berupa kartu *Radio Frequency Identification* yang tertanam pada kartu pelajar yang akan digunakan untuk peminjaman buku, dan terdapat pula pada buku untuk pengenalan masing-masing buku yang ada. Diharapkan kecil kemungkinan buku yang hilang dikarenakan penggunaan perangkat penunjang tersebut. Serta pencatatan peminjaman

buku yang lebih baik karna sudah digunakannya layanan berbasis internet dan webserver yang mudah digunakan. Sehingga integrasi keduanya, siswa dapat dipermudah dalam berkegiatan peminjaman buku pada perpustakaan.

**Kata Kunci** — Kartu pelajar; RFID; Sistem informasi; perpustakaan; Buku dengan RFID

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) dewasa ini sangat pesat. Teknologi identifikasi ini banyak digunakan di berbagai bidang perpustakaan untuk membantu dalam pengidentifikasian suatu objek. Teknologi RFID banyak dimanfaatkan untuk membantu permasalahan yang berkaitan dengan peng-indeks-an suatu objek seperti identifikasi barang ataupun buku pada perpustakaan, identifikasi keanggotaan perpustakaan pada perpustakaan atau *tracking* untuk perekaman suatu objek.

Pemanfaatan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) yang semakin luas memberikan dampak positif bagi efisiensi berbagai kegiatan, diantaranya proses administrasi dan bisnis. Dalam lingkungan sekolah banyak peluang bagi pemanfaatan RFID dalam rangka perbaikan sistem dalam hal otomatisasi. Hal ini dapat diimplementasikan dalam memperluas daya guna kartu pelajar sebagai *primary key* bagi masing-masing pelajar. RFID berfungsi sebagai perantara pelajar melakukan absensi saat masuk kelas sehingga memungkinkan pengolahan data lanjutan yang lebih akurat terkait pengolahan nilai maupun analisis manajemen yang lebih praktis [1]. Absensi RFID memungkinkan laporan disajikan setiap hari secara otomatis yang serta-merta menghapus sistem absensi dengan tanda tangan [2].

Absensi RFID lebih lanjut menggunakan *web service* semakin menambah fungsi yang lebih luas oleh karena pemrosesan dapat dilakukan tanpa batas ruang dan waktu. Sistem absensi dapat meningkatkan kedisiplinan, yakni semakin kecilnya kemungkinan kecurangan seperti yang sering terjadi pada sistem konvensional. Implementasi RFID dalam sistem informasi sejenis juga dapat dimodifikasi sesuai dengan kepentingan dan ketersediaan sumber daya yang dimiliki [3].

Anwar, Herri Trisna Frianto, Joni Hasman, Aulia Salman, Reniwati Lubis, Murtopo, Gunawan, Nasruddin (2016) pada jurnal nasional yang berjudul : "Absensi Mahasiswa Menggunakan Sensor RFID dan Mikrokontroler Arduino



ATMega 2560 untuk Perhitungan Kompensasi Kehadiran dan Penilaian”. Dalam studi ini mengusulkan Mikrokontroler arduinomega 2560 yang digunakan untuk mengolah *input* data, memproses data dan mengendalikan *output*. *Input* yang digunakan berupa kartu RFID. yang berisi data NIM dan nama mahasiswa yang difungsikan untuk syarat masuk mahasiswa kedalam kelas, motor DC yang berfungsi sebagai mekanik untuk membuka pintu, serta sensor inframerah sebagai pendeteksi suatu objek yang berada didepan pintu. Sedangkan *output* yang dikendalikan adalah LCD yang berfungsi untuk menampilkan karakter berupa nama mahasiswa dan NIM serta USB to TTL yang berfungsi untuk mengirim data hasil absen dari Arduino ke PC [4].

Ade Zulkarnain Hasibuan, Herlina Harahap, Zulkardin Sarumaha (2018) pada jurnal nasional yang berjudul : “Penerapan Teknologi RFID untuk Pengendalian Ruang Kelas Berbasis Mikrokontroler”. Dalam studi ini mengusulkan diterapkannya teknologi RFID dan papan pengendali arduino pada ruangan kelas, untuk membuka pintu, menghidupkan lampu, menghidupkan AC dan menghidupkan infokus dengan cara melakukan scan pada tag RFID. saat proses perkuliahan selesai maka seluruh perangkat yang berhubungan dengan listrik akan dimatikan secara otomatis ketika pintu dikunci. Dengan sistem seperti ini penggunaan listrik yang berlebihan dapat diminimalisir, serta memudahkan penggunaan kelas oleh mahasiswa yang ingin belajar tanpa harus menunggu petugas untuk membuka kunci pintu, karena mahasiswa sendiri dapat membuka kelas dan pengendalian perangkat lainnya dengan kartu akses. Kartu akses dapat digunakan oleh mahasiswa dan petugas, untuk mendaftarkan kartu akses menggunakan kartu master yang fungsinya hanya menambahkan dan menghapus kartu akses, kartu master hanya dapat digunakan oleh petugas saja [5].

Rizky Muhammad Syafii, Muhammad Ikhwanus, Misbahul Jannah (2018) pada jurnal nasional yang berjudul : “Desain dan Implementasi Sistem Keamanan Locker Menggunakan E-KTP Berbasis Arduino Pro Mini”. Dalam studi ini membuat suatu perancangan pengamanan penguncian *locker* dengan menggunakan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) yang dipasang didalam E-KTP dan arduino pro mini sebagai pengendali sistem RFID. Hasil pengujian sistem ini mampu merekam lebih dari 2 pengguna *locker* yaitu sebanyak 15 pengguna *locker* dengan jarak baca efektif untuk tag jenis *key chain* dengan tingkat keberhasilan 100% jarak bacanya = 2,5cm dan E-KTP jarak baca efektif dengan tingkat keberhasilan 100% berjarak = 3,5cm, untuk jenis tag RFID *white card* dengan tingkat keberhasilan 100% jarak baca = 5cm, tag *white card* merupakan jarak baca paling terjauh diantara E-KTP dan *key chain* sesuai dengan data sheet reader RFID RC522 [6].

Panji Surya, Rimadini Asri Ardi, Langgeng Listiyoko (2018) pada jurnal nasional yang berjudul : “*Integrated Functional Member Card* Menggunakan RFID di Lingkungan STMik Muhammadiyah Banten”. Dalam studi ini mengusulkan Kartu mahasiswa dengan RFID akan dimanfaatkan pada setiap transaksi parkir, keuangan dan akademik. Hasil implementasi perancangan sistem kartu RFID

sebagai *masterkey* di lingkungan kampus memberikan akurasi informasi yang lebih baik. Dilihat dari segi rancangan database, sistem ini memberikan efisiensi tabel dengan rancangan relasi yang tepat. Bagian akademik yang berkaitan dengan absensi mengalami perbaikan yang signifikan dalam hal akurasi data. Pada bagian akademik yang menitik beratkan pada absensi mahasiswa didapatkan hasil penurunan jumlah mahasiswa dengan pencapaian absensi di atas 80% [7].

Abdul Haqy Aji Prastian, Al Husain, Andre Ramadhan (2017) pada jurnal nasional yang berjudul : “Perancangan Sistem Absensi Online Menggunakan Android Guna Mempercepat Proses Kehadiran Karyawan Pada PT. Sintech Berkah Abadi”. Dalam studi ini mengusulkan sistem absensi online digunakan untuk mempercepat absen hanya melalui *smartphone android* yang dimiliki oleh masing-masing karyawan. Hal ini membutuhkan jaringan lokal yang berjarak hanya di dalam lingkungan perusahaan sehingga karyawan tidak dapat absen di luar perusahaan. Guna membuat sebuah laporan dengan metode sistem diatas, memerlukan metode pengumpulan data sistem yang berjalan, wawancara, observasi, analisa sistem yang diusulkan, metode prototipe dan testing sebagai pembentukan sistem usulan yang memadai sebagai alternative solusi terbaik dari permasalahan yang ada. Kekurangan dari sistem absensi online adalah apabila salah seorang karyawan mengalami kerusakan pada *smartphone android*-nya maka harus absen dengan memberitahukan pada pihak perusahaan dengan menggunakan surat yang mungkin sudah disediakan oleh perusahaan. Dan juga apabila kerusakan pada WLAN sehingga karyawan tidak dapat absen. Oleh sebab itu, diperlukan juga perawatan/*maintenance* terhadap performa dari jaringan WLAN dan juga database server [8].

Santoso, Wan Yuliyanti (2016) pada jurnal nasional yang berjudul : “Perencanaan dan Pembuatan Aplikasi Absensi Dosen Menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID) (Studi Kasus Politeknik Negeri Tanah Laut)”. Dalam studi ini mengusulkan aplikasi yang dibuat mampu menyimpan data mahasiswa, dosen dan matakuliah. Data tersimpan dalam sistem database, untuk mempermudah pelaporan aplikasi yang dibuat dapat memberi laporan dan dapat dicetak. Hasil dari pembacaan kartu RFID mempunyai persentase 98% waktu pembacaan  $\pm 2$  detik [9].

A. Mehmood, M. T. Mushtaq, H. Nawaz, M. S. Ehsan, H. B. Ahmad (2017) pada jurnal internasional yang berjudul : “*Simfree Communication Using Raspberry Pi+ Based Basestation for Disaster Mitigation*”. Dalam studi ini mengusulkan fasilitas telekomunikasi yang dapat digunakan di daerah yang dilanda banjir dan gempa bumi. Dengan memanfaatkan komunikasi *Subscriber Identity Module* (simfree) dan raspberry pi+ sebagai stasiun pangkalan, Perangkat dioperasikan pada frekuensi 2,4 GHz menggunakan ponsel android yang mendukung Wi-Fi. Perangkat android terhubung dengan BTS mini terpusat. Basis stasiun melakukan otentikasi pengguna untuk berkomunikasi antara dua perangkat dan untuk layanan panggilan konferensi. BTS menyediakan fasilitas untuk mengkomunikasikan teks, suara dan data video di antara ponsel android tanpa menggunakan

SIM apapun. Komunikasi dapat dilakukan untuk jarak 200m dengan bantuan perangkat wifi 200 watts [10].

Jayanand Jegatheesan, Cheah Wai Zhao, Son Chee Loon (2015) pada jurnal internasional yang berjudul : “*Exploring IoT Application Using Raspberry Pi*”. Dalam studi ini mengusulkan penggunaan Raspberry Pi untuk komunikasi *client-server* dalam berbagai skenario komunikasi nirkabel yaitu zigbee dan wi-fi. Raspberry Pi difungsikan sebagai server dan beberapa laptop terhubung untuk hapus file, menyimpan file dan menyalin file melalui jaringan [11].

L. Mainetti, L. Palano, L. Patrono, M. L. Stefanizzi, R. Vergall (2014) pada jurnal internasional yang berjudul : “*Integration of RFID and WSN Technologies in a Smart Parking System*”. Dalam studi ini mengusulkan Sistem Parkir Cerdas (SPC) berdasarkan gabungan penggunaan beberapa teknologi IoT inovatif, seperti WSN, RFID, NFC dan seluler. Sistem mengeksploitasi jaringan heterogen RFID UHF hibrida dan Perangkat WSN berbasis IEEE 802.15.4 yang bisa cepat dikerahkan di setiap parkir luar ruangan. Server pusat menerapkan teknik manajemen basis data canggih dan menjalankan aplikasi perangkat lunak RESTfull Java secara konstan memantau tempat parkir dan dalam hal penggunaan yang tidak sah ruang atau kadaluarsa dari biaya parkir, segera mengirimkan pemberitahuan ke aplikasi pintar yang dipasang di ponsel polisi lalu lintas telepon. Aplikasi seluler yang berbeda memungkinkan *driver* untuk menemukannya tempat parkir kosong dan membayar biaya parkir [12].

Dalam penerapannya IoT (*Internet of Things*) perlu diuji untuk menemukan kesalahan dan kekurangan pada sistem. Pengujian bermaksud untuk mengetahui sistem yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang sesuai dengan tujuan perancangan tersebut. Pengujian sistem ini menggunakan dua pengujian, yaitu pengujian *black box* dan *white box*. Pengujian *black box* berfokus pada kemampuan fungsional sistem. Sedangkan pengujian *white box* berfokus pada kemampuan fungsional sistem. *Quality of Service* (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik serta sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu servis [13].

Code 128 adalah barcode dengan kerapatan tinggi, dapat mengkodekan keseluruhan simbol ASCII (128 karakter) dalam luas yang paling minim dibandingkan dengan barcode jenis lain, hal ini disebabkan karena code 128 menggunakan 4 ketebalan elemen (bar atau spasi) yang berbeda (jenis yang lain kebanyakan menggunakan 2 ketebalan elemen yang berbeda) [14]. Nilai informasi ditentukan oleh 2 (dua) hal, yaitu manfaat dan biaya untuk mendapatkannya. Suatu informasi dikatakan bernilai bila manfaat lebih efektif dibandingkan dengan biaya mendapatkannya. Sebagian besar informasi tidak dapat persis ditafsir keuntungannya dengan suatu nilai uang, tetapi dapat ditafsir nilai efektivitasnya [15].

## II. METODE PENELITIAN

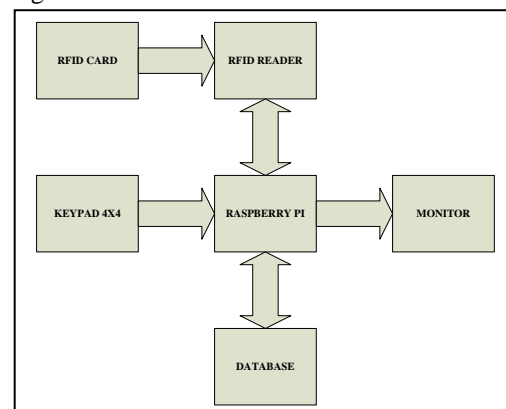
### A. Metode

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *Internet of Thing* (IoT). Dengan banyaknya manfaat dari *Internet of Things* maka membuat segala sesuatunya lebih mudah, dalam bidang pendidikan IoT sangat diperlukan untuk melakukan segala aktifitas dengan menggunakan sistem dan tertata serta sistem pengarsipan yang tepat [16]. Perkembangan *Internet of Things*, semua peralatan yang digunakan dalam kehidupan kita sehari-hari dapat dikendalikan dan dipantau menggunakan IoT. Mayoritas proses dilakukan dengan bantuan sensor di IoT. Sensor yang dipasang dan sensor ini mengkonversi data fisik mentah menjadi sinyal digital dan mengirimkan mereka ke pusat kontrol. Dengan cara ini dapat dimonitor perubahan lingkungan jarak jauh dari setiap bagian dari dunia melalui internet [17].

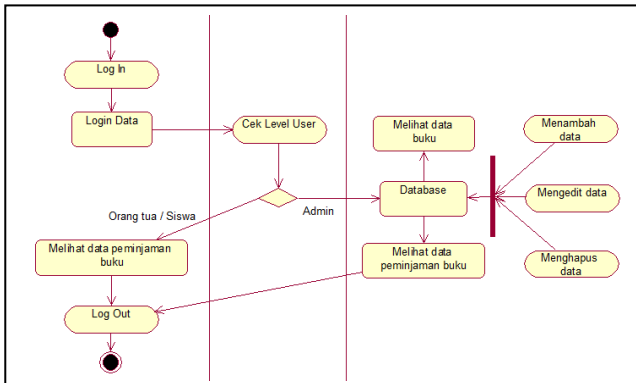
Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yang pertama adalah Identifikasi kebutuhan sistem dalam hal ini merupakan proses pengidentifikasian yang akan diselesaikan dan diteliti pada penelitian ini. Kemudian dilakukan Perancangan sistem berdasarkan pengkajian serta ujicoba yang dilakukan terhadap semua teori serta metode yang berhubungan dengan topik penelitian ini. Kajian tersebut terkait dengan : (1) arsitektur sistem mikrokontroler, (2) perancangan sistem *Internet of Things* (3) pembuatan program, dan (4) peralatan yang digunakan dalam perancangan. Setelah semua pilihan tersebut ditentukan, maka dilakukan kompilasi dan upload program [18].

### B. Gambar dan Tabel

Terdapatnya perangkat keras dalam sistem informasi perpustakaan berfungsi sebagai pengenalan dan pengolahan informasi. Sistem komunikasi perangkat keras dan diagram aktifitas user pada sistem informasi perpustakaan dapat dilihat pada gambar 1 dan 2 :



Gambar 1. Blok diagram koneksi perangkat keras



Gambar 2. Diagram aktifitas user

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa admin dapat melakukan segala aktifitas dalam pengolahan data. Siswa dan orang tua terdapat pembatasan pengolahan data terutama pengeditan dan penghapusan data, sedangkan siswa hanya dapat menambahkan data melalui perangkat raspberry pi yang sudah terpasang RFID reader dan terkoneksi dengan server. Ketika siswa telah melakukan peminjaman maka orang tua mendapatkan notifikasi pemberitahuan peminjaman buku. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Aktifitas user sistem perpustakaan

No	Aktifitas	User		
		Admin	Siswa	Wali
1	Log In	√	√	√
2	Log Out	√	√	√
3	Menambah data peminjaman	√	√	
4	Melihat data peminjaman	√	√	√
5	Mengedit data peminjaman	√		
6	Menghapus data peminjaman	√		
7	Mendapat notifikasi			√

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pengujian dilakukan pada bagian software dan hardware alat yang digunakan untuk sistem informasi perpustakaan berbasis *internet of thing*. Pengujian sistem dilakukan di SMPN 1 KAMAL selama satu minggu.

Konsep identifikasi dalam sistem RFID selalu menggunakan transponder atau yang lazim disebut tag (penanda) yang dipasang pada suatu obyek yang dikehendaki untuk dikenali, tag tersebut memiliki memori internal yang dibaca saja atau ditulis ulang tergantung kebutuhan aplikasi [19]. Kode tersebut akan digunakan pada perangkat raspberry pi yang disertai dengan kelengkapan-kelengkapannya, yang digunakan dalam proses pengambilan data. Raspberry pi

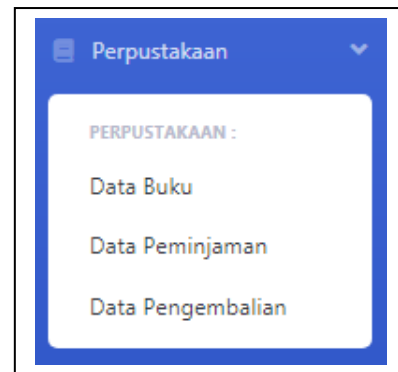
beserta kelengkapannya dapat dilihat pada gambar 3 beserta penjelasannya di bawah ini :



Gambar 3. Peralatan penunjang beserta kelengkapannya

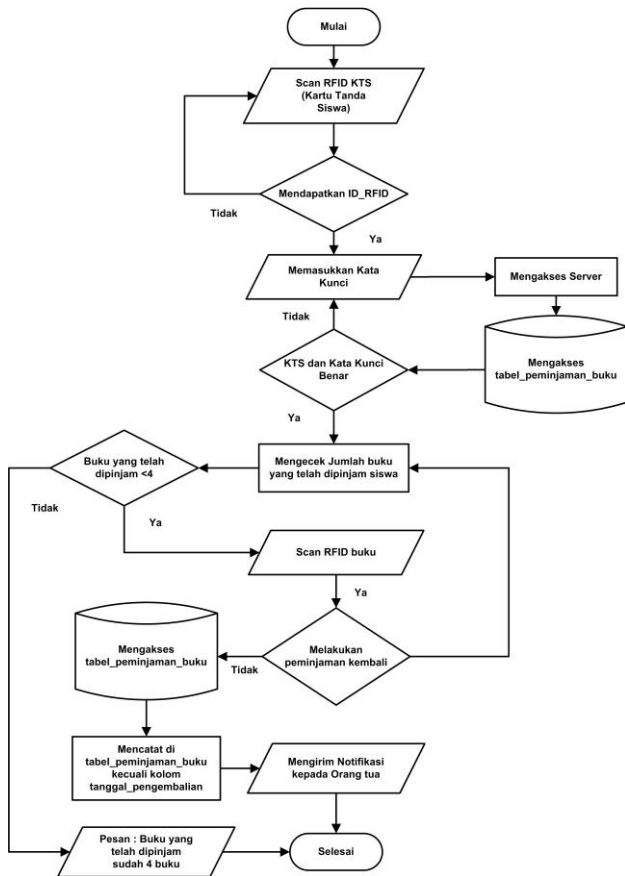
1. Keypad 4x4 terpasang.
2. RFID reader
3. Tempat keluaran port USB pada raspberry pi dengan ukuran 25 mm x 60 mm.
4. Tempat masukkan kabel suply, port HDMI yang terhubung dengan monitor serta jack audio dari raspberry pi ukuran 60 mm x 25 mm.

Keypad 4x4 berfungsi untuk memasukkan *password* yang digunakan siswa dan RFID reader berfungsi untuk men-*scan* kartu RFID yang ada pada buku serta digunakan sebagai kartu pelajar.



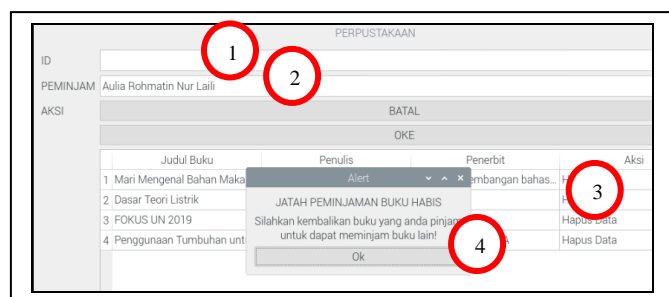
Gambar 4. Menu pada sistem informasi perpustakaan

Pada gambar 4 diatas merupakan menu-menu yang terdapat pada sistem informasi perpustakaan pada halaman web server, yang digunakan untuk mempermudah *monitoring* data buku, kegiatan peminjaman dan pengembalian buku. Meliputi halaman data buku yang menyimpan data buku-buku yang terdapat dalam sistem, data peminjaman merupakan menu yang menampilkan buku-buku yang sedang dipinjam sekarang dan belum dikembalikan dan data pengembalian buku meliputi data-data buku yang telah dipinjam oleh siswa dari perpustakaan sekolah yang telah menggunakan sistem informasi perpustakaan.



Gambar 5. Flowchart Sistem Peminjaman Buku

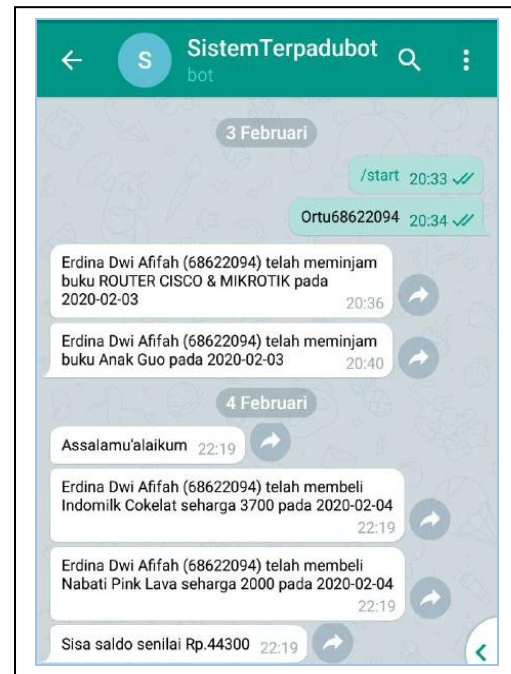
Flowchart pada gambar 5 menunjukkan alur proses siswa ketika sedang meminjam buku pada sistem informasi perpustakaan. Ketika meminjam siswa harus menggunakan kartu RFID dan buku yang akan dipinjam serta memerlukan *password* sebagai kode keamanan kartu tersebut. Alur serta proses peminjaman dapat dilihat pada gambar 6 berikut :



Gambar 6. percobaan peminjaman buku di perpustakaan

1. Siswa menggunakan Kartu Tanda Siswa (KTS) yang sudah menggunakan kartu RFID, sehingga dapat dibaca oleh RFID reader dan telah terdaftar di database webserver. Dan menampilkan data id RFID kartu siswa
2. Berikutnya akan menampilkan nama siswa yang akan meminjam buku, serta akan muncul menu *input*

3. Selanjutnya ketika siswa telah memasukkan *password* dengan benar, maka siswa dapat men-*scan* buku-buku yang akan dipinjam.
4. Terdapat pembatasan banyaknya buku yang dipinjam siswa, yaitu maksimal 4. Ketika sudah meminjam, siswa dapat menekan tombol “OKE” untuk melakukan peminjaman serta data transaksi peminjaman ini dikirim ke server dan orang tua akan menerima notifikasi.



Gambar 7. pesan notifikasi bot pada aplikasi telegram

Pada gambar 7 merupakan hasil pengujian notifikasi yang diterima orang tua siswa, terlihat bahwa pesan notifikasi ini berisi kegiatan peminjaman buku siswa yang ada di sekolah. Mulai dari judul buku dan tanggal peminjaman, serta banyaknya buku yang dipinjam. Setiap pesan yang masuk dalam kategori layanan akademik dan keuangan akan melalui proses autentikasi berdasarkan ID Telegram yang digunakan oleh siswa. Jika ID tersebut belum teregistrasi, maka orang tua akan diminta untuk registrasi terlebih dahulu. Beberapa layanan yang disediakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Terdapat 2 sifat interaksi, yaitu multi dan satu pesan. Sifat layanan yang multi pesan adalah layanan yang memerlukan pesan lanjutan dari siswa setelah server merespon pesan sebelumnya. Komunikasi ini akan terus berlangsung secara interaktif hingga hasil server telah memiliki informasi yang cukup untuk memberikan respon final, atau jika siswa membatalkan interaksi dengan cara meminta layanan baru. Sifat layanan yang satu pesan adalah layanan yang hanya memerlukan satu pesan saja untuk mendapatkan respon dari server [20].

Notifikasi yang digunakan pada skripsi ini menggunakan platform telegram, pada telegram telah ada fitur bot (robot) yang mampu berjalan secara awan (*cloud*) karna berupa *Application Programming Interface* (API) yang menggunakan server telegram langsung. Setelah buku dipinjam maka server akan mengirim data dan perintah pada server telegram, dan orang tua akan menerima notifikasi.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada sistem yang telah dirancang bangun, sistem yang dibuat telah berhasil. Hal ini ditunjukkan dengan sistem yang mampu mendeteksi nomor ID kartu dan menyatakan siswa dan buku dapat diidentifikasi, data peminjaman bisa terkirim ke website sehingga orang tua siswa secara berkala dapat memonitoring kegiatan belajar dan membaca siswa di sekolah.

1. Desain perangkat keras dari sistem ini yang berupa perangkat pengenalan dan pengolah data RFID berupa raspberry pi dapat menjalankan sistem dengan sangat baik, serta dengan penempatan komponen pendukung seperti wadah, RFID *reader*, supply, HDMI port dan keypad sudah sangat efisien.
2. Untuk desain sistem perangkat lunak yang sudah dibuat diantaranya perangkat pengolah pada raspberry pi yang berfungsi untuk menerima sinyal radio dari kartu dan membedakan antara kartu siswa atau buku, serta mengirim data tersebut pada server yang ada di internet sudah sangat baik.
3. Implementasi sistem perpustakaan sekolah terintegrasi sudah sangat baik karna dapat memudahkan guru maupun orang tua dalam memantau kegiatan belajar mengajar disekolah, utamanya pada kegiatan baca buku siswa.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Susanto, A. Ananta, A. Santoso, and M. Trianto, "METODE," no. 9, pp. 67–74.
- [2] P. T. S. Pancasurya, "DESAIN APLIKASI SISTEM INFORMASI ABSENSI KARYAWAN DENGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION ( RFID ) PADA," pp. 6–8, 2015.
- [3] B. Aji *et al.*, "Sistem Informasi Akuntansi Dan Sistem Transaksi Menggunakan RFID Dengan Sistem Saldo Pada Pembeli Untuk Toko Pintar Tanpa Kasir Accounting Information System And Transaction System Using RFID With Balance System on Buyer For Cashierless Smartshop," vol. 2, no. 2, pp. 3540–3546, 2015.
- [4] D. A. N. Mikrokontroller, A. Atmega, and D. A. N. Penilaian, "ABSENSI MAHASISWA MENGGUNAKAN SENSOR RFID UNTUK PERHITUNGAN KOMPENSASI KEHADIRAN," pp. 113–116, 2016.
- [5] A. Z. Hasibuan, H. Harahap, Z. Sarumaha, U. Harapan, P. Studi, and T. Informatika, "Penerapan Teknologi RFID Untuk Pengendalian Ruang Kelas Berbasis Mikrokontroler," vol. 1, no. April 2018, pp. 71–76, 2019.
- [6] R. M. Syafii, M. Ikhwanus, and M. Jannah, "Desain Dan Implementasi Sistem Keamanan Locker Menggunakan E-Ktp Berbasis Arduino Pro Mini," *J. Energi Elektr.*, vol. 7, no. 2, p. 24, 2018.
- [7] P. Surya, R. A. Ardi, L. Listiyoko, and S. Informasi, "INTEGRATED FUNCTIONAL MEMBER CARD MENGGUNAKAN RFID DI," pp. 157–162, 2018.
- [8] P. Pt and S. Berkah, "Perancangan Sistem Absensi Online Menggunakan Android Guna Mempercepat Proses Kehadiran Karyawan," vol. 2, no. 1, pp. 105–116, 2017.
- [9] Santoso and W. Yuliyanti, "Perencanaan Dan Pembuatan Aplikasi Absensi Dosen Menggunakan Radio Frequency Identification ( RFID ) ( Studi Kasus Politeknik Negeri Tanah Laut )," *Perenc. Dan Pembuatan Apl. Absensi Dosen Menggunakan Radio Freq. Identif. (Studi Kasus Politek. Negeri Tanah Laut) Santoso1,\**, pp. 332–337, 2016.
- [10] S. Communication, R. Pi, B. Base-station, D. Mitigation, and C. Science, "S u r j s s," vol. 49, no. 1, pp. 195–200, 2017.
- [11] C. W. Zhao, "Exploring IOT Application Using Raspberry Pi," vol. 2, no. 1, pp. 27–34, 2015.
- [12] L. Mainetti, L. Palano, L. Patrono, M. L. Stefanizzi, and R. Vergallo, "Integration of RFID and WSN technologies in a Smart Parking System," *2014 22nd Int. Conf. Software, Telecommun. Comput. Networks, SoftCOM 2014*, pp. 104–110, 2014.
- [13] R. Wulandari, "ANALISIS QoS ( QUALITY OF SERVICE ) PADA JARINGAN INTERNET ( STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI )," vol. 2, pp. 162–172, 2016.
- [14] N. Pohan, "Implementasi Barcode untuk Sistem Informasi Absensi pada PT . Coca Cola Distribution Indonesia Pekanbaru," vol. 2, no. 2, pp. 87–102, 2016.
- [15] L. Pkl, P. Devisi, and H. Pt, "(2) 1,2," vol. 2, no. 2, pp. 12–26, 2018.
- [16] O. K. Sulaiman and A. Widarma, "SISTEM INTERNET OF THINGS ( I O T ) BERBASIS CLOUD COMPUTING DALAM CAMPUS AREA NETWORK Oris.ks@ft.uisu.ac.id."
- [17] A. Junaidi, "INTERNET OF THINGS , SEJARAH , TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA : REVIEW," vol. I, no. 3, pp. 62–66, 2015.

- [18] D. Prihatmoko, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS ( IoT ) DALAM PEMBELAJARAN DI UNISNU JEPARA," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 2, p. 567, 2016.
- [19] A. Huda, "Perancangan dan Penerapan RFID untuk Monitoring Penggunaan BBG pada Kendaraan Umum," *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 6, no. 1, p. 69, 2017.
- [20] G. Sastrawangsa, "Pemanfaatan Telegram Bot Untuk Automatisasi Layanan Dan Informasi Mahasiswa Dalam Konsep Smart Campus," *Konf. Nas. Sist. Inform.*, pp. 772–776, 2017.

## Pendeteksi Dan Pengontrol Kadar Gas CO Dalam Kabin Mobil Dilengkapi Dengan GPS

<sup>1</sup> Eric Tri Prasetyawan, <sup>2</sup> Anang Widiatoro

<sup>12</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya

<sup>1</sup>erictri@gmail.com, <sup>2</sup>anang\_widiatoro@yahoo.com

**Abstract** - One of the dangerous ingredients in vehicle exhaust emission is CO (Carbon Monoxide) gas. There are some cases of CO gas poisoning in the car cabin. In order to prevent it, a CO gas level detector and controller were designed in the car cabin. The tool design used MQ-7 Gas Sensor components, Arduino Mega2560 Microcontroller, GSM SIM-900A module, and UBLOX-NEO6M GPS module. The MQ-7 sensor is as an input microcontroller to detect CO gas. The GPS module functions to get coordinate point data. The GSM module become a media liaison to make phone calls and send short messages. Other components are the buzzer, the relay to shutdown engine and power window mover. The MQ-7 gas sensor calibration method was by conditioning the space given a 50 ppm Calibration Gas CO and sensor readings compared to Portable Gas Detector Dragger type X-AM 7, obtained an average error with percentage of 7.3%. For the coordinates deviation of location obtained from the GPS module UBLOX-NEO6M when compared to the actual location point is an average of 9.5 meters. The results of this study was obtained that the tool was able to detect CO gas levels in the car cabin. If the CO gas value in the car cabin was  $\geq 50$  ppm, the microcontroller activated a buzzer, opened car window, shutoff engine and gave a warning in the form of a call to a particular cell phone and sent a short message containing a warning and the coordinates of the car location.

**Keywords** - CO Gas, GPS, Car Cabin, MQ-7, Arduino MEGA

**Abstrak** - Salah satu kandungan berbahaya dalam gas buang kendaraan adalah gas CO (Karbon Monoksida). Beberapa terdapat kasus / kejadian keracunan gas CO di dalam kabin mobil. Untuk mencegah hal ini, maka dirancang alat pendeteksi dan pengontrol kadar gas CO dalam kabin mobil. Perancangan alat menggunakan komponen Sensor Gas MQ-7, Microcontroller Arduino Mega2560, GSM module SIM-900A dan GPS module UBLOX-NEO6M. Sensor MQ-7 berfungsi sebagai input Mikrokontroler untuk mendeteksi gas CO. GPS modul berfungsi untuk mendapatkan data titik koordinat. GSM modul berfungsi sebagai media penghubung melakukan panggilan telepon dan mengirim pesan singkat. Komponen lainnya adalah buzzer, relay pemutus jalur bahan bakar mesin dan relay penggerak kaca pintu mobil. Metode kalibrasi sensor gas MQ-7 dilakukan dengan cara pengkondisian ruang yang diberi Calibration Gas CO sebesar 50 ppm dan pembacaan sensor dibandingkan dengan Portable Gas Detector merk Dragger type X-AM 7, didapatkan nilai prosentase kesalahan rata – rata sebesar 7,3 %. Untuk tingkat penyimpangan titik koordinat lokasi yang didapatkan dari GPS modul UBLOX-NEO6M jika dibandingkan dengan titik lokasi yang sebenarnya adalah rata – rata sebesar 9,5 meter. Hasil dari penelitian ini alat

mampu mendeteksi kadar gas CO dalam kabin mobil. Jika nilai kadar gas CO dalam kabin mobil  $\geq 50$  ppm, maka Mikrokontroler mengaktifkan buzzer, relay penggerak kaca pintu mobil dan mengaktifkan relay untuk mematikan mesin mobil, memberikan peringatan berupa panggilan ke telepon seluler tertentu serta mengirimkan pesan singkat berisi peringatan dan titik koordinat lokasi mobil.

**Kata Kunci** - Gas CO, GPS, Kabin Mobil, MQ-7, Arduino MEGA)

### I. PENDAHULUAN

Salah satu kandungan dari gas buang mesin kendaraan bermotor yang cukup membahayakan bagi manusia adalah gas CO (karbon monoksida). Jika terhirup ke dalam sistem pernafasan, bisa berakibat buruk bagi sistem tubuh manusia, mulai dari pusing, mual, muntah, detak jantung meningkat, kesukaran bernafas, kelemahan otot-otot, pingsan hingga bisa mengakibatkan meninggal dunia [7], Mukono, H. J. "Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernapasan.", 2008.

Keracunan gas CO dapat menyebabkan turunnya kapasitas transportasi oksigen dalam darah oleh hemoglobin dan penggunaan oksigen di tingkat seluler. Karbon monoksida mempengaruhi organ yang mengkonsumsi oksigen dalam jumlah besar, seperti otak dan jantung [4], Eugene N. Bruce "A multicompartiment model of carboxyhemoglobin and carboxymyoglobin responses to inhalation of carbon monoxide", 2003.

Dari permasalahan diatas, peneliti membuat alat pendeteksi dan pengontrol kadar gas CO dalam kabin mobil yang dilengkapi dengan layar LCD yang menampilkan kadar nilai gas CO yang terdeteksi. Alat ini akan memberikan peringatan bagi pengendara jika nilai gas CO yang terdeteksi menyentuh ambang batas yang diijinkan yaitu dengan mengaktifkan buzzer, membuka kaca pintu dan mematikan mesin mobil sehingga kadar CO dalam kabin mobil bisa berkurang. Alat ini juga akan menghubungi nomor telepon tertentu dan mengirimkan penanda lokasi dengan tujuan memberikan informasi bahwa sedang ada kondisi darurat yang terjadi dan membutuhkan pertolongan segera.

Penelitian terdahulu oleh Anggit Perdana (2013) tentang purwarupa sistem pemantau dan peringatan kadar gas CO

pada kabin mobil berbasis mikrokontroler atmega8 dengan sistem kerja memberikan informasi kadar gas CO pada layar LCD beserta tulisan status aman atau berbahaya sesuai kadar yang terdeteksi dan memberikan peringatan berupa buzzer dan motor getar jika kadar gas melampaui ambang batas.

Penelitian selanjutnya dari M Nur Aziz (2016) tentang sistem monitoring kadar gas CO dan HC pada kabin mobil menggunakan sensor TGS2201 berbasis arduino dengan sistem kerja memberikan informasi kadar CO pada layar LCD sesuai yang terdeteksi dan jika kadar gas melampaui ambang batas akan mengaktifkan buzzer dan menggerakkan motor servo yang mewakili power window mobil.

Sedangkan penelitian oleh Gunawan Kunto Bhasworo (2017) tentang sistem pemantauan gas dan peringatan pada ruangan melalui jaringan nirkabel serta penelitian oleh Dominico Argo Wikan Adhi Sasono (2017) tentang sistem pemantauan tingkat gas CO pada suatu ruangan tertutup menggunakan esp8266 menjelaskan sistem kerjanya selain memberikan informasi kadar CO pada layar LCD juga menjelaskan bahwa data pemantauan kadar CO yang terdeteksi oleh sensor bisa di akses melalui jaringan internet.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

#### 2.1 Identifikasi Masalah

Langkah awal sebelum melakukan penelitian adalah mengidentifikasi masalah atau perumusan masalah yang akan diteliti dengan terlebih dahulu melakukan survey di salah satu bengkel resmi mobil yang ada di surabaya.

#### 2.2 Waktu Penelitian dan Tempat Penelitian

Waktu Penelitian : September 2018 – Desember 2019  
Tempat Penelitian : Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surabaya

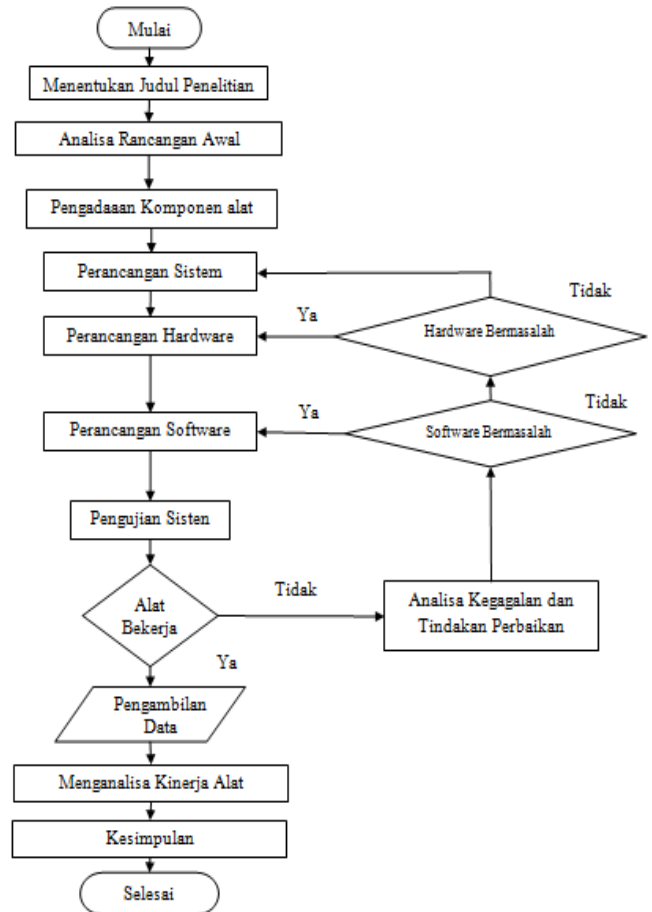
#### 2.3 Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan sebagai berikut:

1. Studi literatur  
Studi literatur ini bertujuan untuk mendapatkan teori-teori yang dapat dijadikan pedoman dalam penyusunan makalah ini. Literatur dapat berupa buku, jurnal maupun artikel yang berhubungan dengan penulisan skripsi ini.
2. Observasi  
Observasi digunakan untuk mengumpulkan data dengan cara mengamati tentang hal-hal tertentu. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan dengan menganalisa berita tentang keracunan gas CO yang pernah terjadi, memahami dampak gas CO pada tubuh manusia serta cara mencegah keracunan gas CO dalam kabin mobil.
3. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data berupa data yang ada bengkel maupun data-data spesifikasi peralatan saat melakukan pengamatan.

#### 2.4 Diagram Alur Penyelesaian Masalah



Gambar 1. Diagram Penyelesaian Masalah

Penjelasan Diagram Alur Penyelesaian Masalah :

1. Mulai mencari judul dan menetapkan judul
2. Melakukan study literatur dan mencari literatur antara lain buku-buku makalah akhir, datasheet, buku-buku ilmiah yang sesuai dengan permasalahan yang terdapat pada sistem deteksi gas CO.
3. Melakukan Pengambilan data-data tentang permasalahan yang ada baik di internet maupun di literature yang berkaitan dengan penelitian
4. Jika data yang didapat sesuai dengan perancangan alat maka akan dilakukan untuk proses selanjutnya, jika tidak maka akan mengkaji ulang studi literatur
5. Memulai untuk pendesainan alat
6. Memulai untuk mengambar sketch alat yang akan digunakan.
7. Melakukan pembuatan alat.



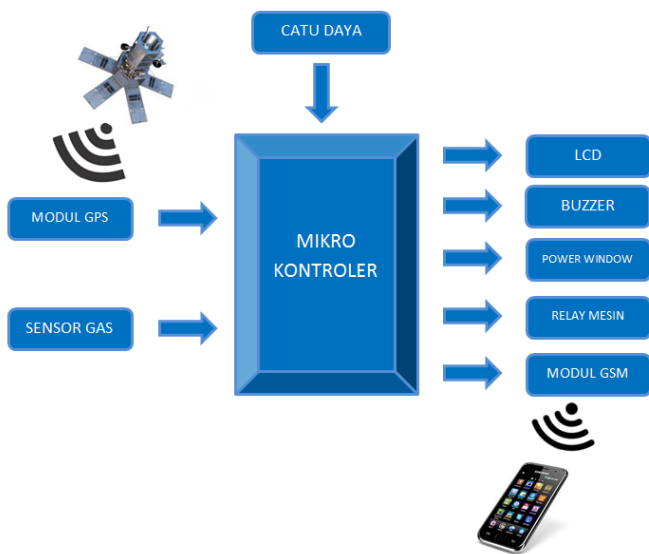
8. Melakukan uji coba terhadap alat yang digunakan
9. Jika data yang didapat sesuai dengan dilapangan berarti alat berjalan dengan baik
10. Jika data yang diperoleh tidak sesuai maka akan dilakukan perbaikan terhadap hardware dan software
11. Menyimpulkan bahwa alat yang dibuat sesuai
12. Selesai

### 2.5 Sistematika Perancangan Alat

Metode yang digunakan peneliti dalam merancang alat dalam makalah ini adalah sebagai berikut :

#### 2.5.1 Menentukan rancangan awal sistem alat

Penentuan rancangan awal sistem kerja dari alat untuk mengetahui persiapan peralatan dan komponen yang dibutuhkan. Untuk diagram blok rancangan sistem alat, dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Rancangan Sistem Alat

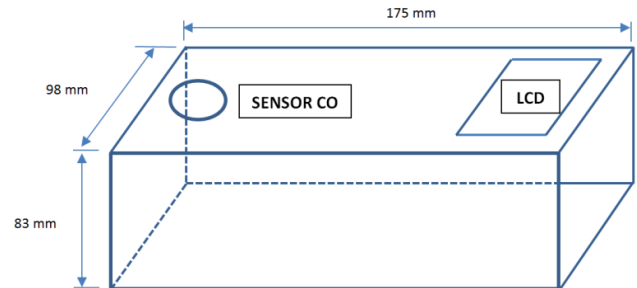
Pada perancangan ini membutuhkan catu daya yang merupakan sumber arus listrik yang menyokong semua komponen yang ada. Sensor gas dan GPS modul merupakan Input yang berfungsi untuk mendeteksi gas CO dan memberikan input mengenai koordinat lokasi yang diterima dari satelit. Setelah diproses oleh *Mikrokontroler*, selanjutnya di teruskan ke output ke *LCD* berupa informasi kadar *ppm* dari gas *CO* yang terdeteksi.

Jika nilai yang terdeteksi melebihi nilai *setpoint* maka output selanjutnya yang aktif adalah *buzzer* dan *relay* penggerak *electric power window* diikuti dengan panggilan telepon ke nomer telepon seluler tertentu disertai pesan singkat yang berisi koordinat lokasi *GPS*. Kedua output tersebut merupakan makalah dari *GSM* modul.

#### 2.5.2 Perancangan Hardware

Casing alat deteksi dan pengontrol gas CO tersebut terbuat dari mika acrylic yang di bentuk menjadi bangun ruang persegi panjang dan di rakit serta di beri lem perekat supaya kuat, dengan ukuran:

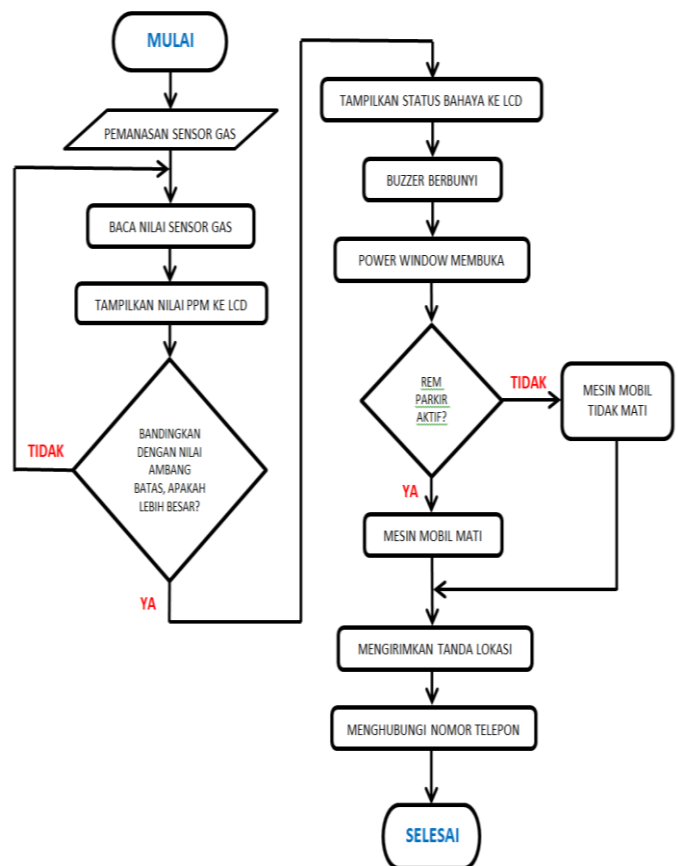
- a. Panjang 175 mm
- b. Lebar 98 mm
- c. Tinggi 83 mm



Gambar 3. Rancangan Dimensi Casing Alat

#### 2.5.4 Perancangan Software

Rancangan *software* alat berdasarkan kepada *Flowchart*



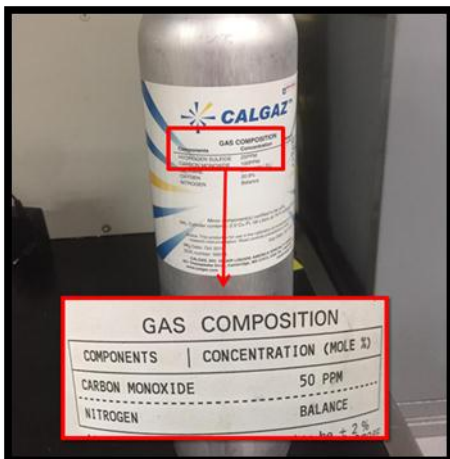
Gambar 4. Rancangan Flowchart Diagram Sistem Alat  
 Penjelasan Flow Chart sebagai berikut :

1. Ketika alat dinyalakan, langkah awal adalah pemanasan sensor gas kemudian tegangan keluaran sensor dikonversikan oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada LCD menjadi nilai ppm.
2. Mikrokontroler akan membandingkan nilai ppm gas CO yang terdeteksi oleh sensor dengan nilai ambang batas (NAB) yang sudah ditentukan, jika nilai yang terdeteksi adalah sama atau lebih kecil dari NAB maka langkah selanjutnya adalah kembali ke langkah membaca keluaran sensor dan menampilkan nilai ppm pada LCD.
3. Namun jika nilai ppm yang terdeteksi oleh sensor lebih besar dari NAB, maka LCD akan menampilkan status "BAHAYA" dan segera mengaktifkan sistem peringatan berupa buzzer dan membuka kaca pintu mobil untuk mengurangi kadar gas CO dalam kabin.
4. Langkah selanjutnya mikrokontroler akan menghentikan mesin mobil, dengan sebelumnya melihat status parking brake atau hand rem terlebih dahulu. Jika parking brake aktif maka mesin segera dihentikan, namun jika parking brake tidak aktif maka mobil diasumsikan sedang dalam kondisi bergerak dan mesin tidak dimatikan, hal ini bertujuan untuk menjaga keselamatan pengendara di jalan.
5. Langkah selanjutnya, mikrokontroler segera mengirimkan koordinat lokasi mobil dan menghubungi nomor telepon selular tertentu dengan tujuan supaya segera dilakukan pertolongan secepatnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kalibrasi Sensor Gas

Kalibrasi sensor dilakukan dengan metode pengkondisian ruang yang mengandung gas CO kadar 50 ppm, dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Calibration Gas CO kadar 50 ppm



Gambar 6. Proses Kalibrasi Sensor

Gambar 6 menunjukkan proses kalibrasi sensor dilakukan dengan ditematkannya juga *Portable Gas Detector* yang terkalibrasi di dalam ruang yang di beri gas CO kadar 50 ppm tersebut. Setelah dilakukan proses kalibrasi, nilai variable yang mempengaruhi pembacaan kadar ppm yaitu dalam hal ini nilai RO dimasukkan ke *Source Code* yang ada.

Tabel 1. Data Kalibrasi Sensor

Pengujian	Nilai ADC	VRL (Volt DC)	RS (Ohm)	Kadar Gas CO (ppm)
1	46	0.22	21260	0
2	217	1.06	3718	50
3	45	0.22	21750	0
4	218	1.06	3697	50
5	46	0.22	21265	0
6	217	1.06	3720	50
7	45	0.22	21755	0

3.2 Pengujian dengan *Portable Gas Detector*

Pengujian dilakukan dengan cara dibandingkan dengan pembacaan *Portable Gas Detector DRAGER type X-AM 7000* bertujuan untuk mengetahui nilai error dari pembacaan alat rancangan setelah dilakukan kalibrasi. Mesin yang di ukur gas buangnya adalah mesin diesel penggerak kompresor angin (*ATLAS COPCO*)

*Industrial Air Compressor type XHATS-75*. Pengambilan data dilakukan dengan merubah putaran mesin secara bertahap untuk mendapatkan nilai kadar gas CO yang berbeda – beda.



Gambar 7. Portable Gas Detector DRAGER type X-AM 7000



Gambar 8. Pengujian dan Perbandingan Pembacaan dengan Portable Gas Detector

Tabel 2. Perbandingan Pembacaan antara Alat Rancangan dengan Portable Gas Detector

Pengujian	Portable Gas Detector	Alat Rancangan	Kesalahan / Error (%)
1	32	36	12
2	55	60	9
3	104	112	7
4	153	165	7
5	205	217	5
6	157	150	4
7	108	110	2
8	54	59	9
9	35	31	11
Rata - rata error (%)			7,3

### 3.3 Pengujian pada Mobil


Pengujian ini dilakukan untuk memastikan alat berfungsi sesuai dengan *flowchart* cara kerja alat yang telah dirancang. Pada pengujian ini, nilai ambang batas (NAB) yang di tentukan adalah sebesar 50 ppm. Pengujian dilakukan dengan memberikan paparan langsung dengan gas buang kendaraan pada sensor gas dari alat rancangan. Alat rancangan dihubungkan dengan sistem kelistrikan mesin dan *power window* kendaraan, dalam hal ini Suzuki Ertiga Tahun 2013.


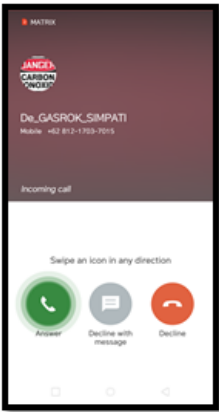





Gambar 9. Alat Rancangan dihubungkan ke Sistem Kelistrikan Mobil dan Sensor alat rancangan diberi paparan gas buang

Tabel 3. Pengujian Alat Rancangan Pada Mobil

No.	Pengujian	Respon Alat Rancangan
1	Kunci Kontak pada posisi "ON"	<p>a. Tampilan pembuka</p>
		<p>b. Pemanasan sensor gas dan inisiasi komponen lain</p>
		<p>c. Menampilkan pembacaan kadar gas dan kondisi aman</p>

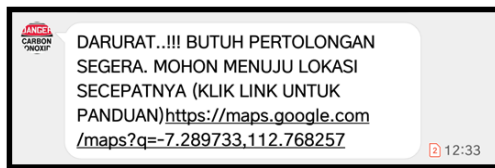
2	Mesin dinyalakan, namun <i>Parking Brake</i> tidak aktif	 <p>a. Menampilkan kadar gas dan kondisi aman</p>
3	Mesin masih menyala, Sensor gas diberi paparan gas buang mobil	 <p>a. Ketika menyentuh NAB, buzzer berbunyi dan menampilkan kondisi berbahaya</p>  <p>b. Membuka kaca pintu</p>

		 <p>c. Mengirim pesan singkat berisi peringatan dan tautan titik koordinat lokasi</p>
		 <p>d. Melakukan panggilan telepon</p>

4	Sensor Gas dijauhkan dari paparan gas buang mobil	 <p>a. Buzzer berhenti berbunyi, menampilkan kadar gas dan kondisi aman</p>
5	Mesin masih menyala, <i>Parking Brake</i> diaktifkan, Sensor gas diberi paparan gas buang mobil	 <p>a. Ketika menyentuh NAB, buzzer berbunyi dan menampilkan kondisi berbahaya</p>  <p>b. Membuka kaca pintu</p>

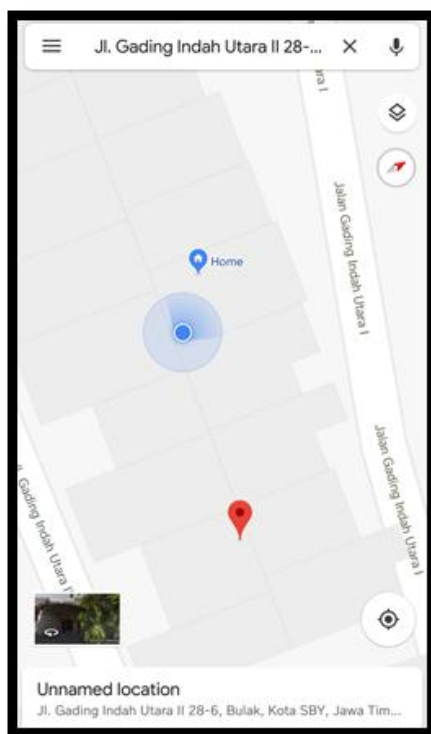
		 <p>c. Menghentikan mesin</p>
		 <p>c. Mengirim pesan singkat berisi peringatan dan tautan titik koordinat lokasi</p>
		 <p>e. Melakukan panggilan telepon</p>

Selanjutnya untuk mengetahui tingkat akurasi dari data koordinat lokasi yang didapatkan dari GPS module, terlebih dahulu pilih tautan yang tersedia pada pesan singkat yang diterima.



Gambar 10. Pesan Singkat Berisi Peringatan dan Tautan ke Aplikasi MAPS

Secara otomatis aplikasi MAPS segera terbuka dan menunjukkan 2 titik koordinat (warna biru dan warna merah). Titik warna biru menunjukkan lokasi Smartphone, sedangkan titik warna merah merupakan titik koordinat yang didapatkan dari GPS modul.



Gambar 11. Penyimpangan 2 Titik Koordinat Pada Aplikasi MAPS

Untuk diketahui, posisi alat rancangan dan Smartphone ketika pengujian dilakukan berada pada lokasi yang sama sehingga seharusnya secara aktual tidak ada jarak atau tidak ada perbedaan antara posisi alat rancangan dan Smartphone, namun pada aplikasi MAPS terlihat ada perbedaan atau jarak antar kedua titik tersebut. Untuk mengetahui perbedaan antar 2 titik koordinat tersebut maka di lakukan pengukuran jarak.

Tabel 4. Jarak Penyimpangan Titik Koordinat

Pengujian	Jarak antara 2 titik (meter)
1	7
2	10
3	8
4	5
5	15
6	12
<b>Rata - rata penyimpangan (meter)</b>	<b>9.5</b>

### 3.4 Analisa dan Pembahasan Keseluruhan

Pada kalibrasi sensor diketahui bahwa semakin kecil kadar gas CO yang terdeteksi maka semakin besar nilai Rs yang terukur, begitu pula sebaliknya jika semakin besar kadar gas CO yang terdeteksi maka semakin kecil nilai Rs yang terukur, namun ada beberapa nilai Rs ketika diberikan kadar gas CO yang sama menunjukkan angka yang berbeda, hal ini disebabkan oleh karakteristik dari sensor gas itu sendiri. Nilai Rs yang sudah didapatkan pada proses kalibrasi sensor, diperlukan sebagai nilai acuan yang dimasukkan pada formula program sehingga mempengaruhi tingkat akurasi dalam pendeteksian kadar gas CO.

Untuk pengujian dengan *Portable Gas Detector* dan pada mobil diketahui bahwa perbedaan dalam pembacaan kadar gas CO antara alat rancangan dengan *Portable Gas Detector* disebabkan oleh :

- Perbedaan sensitivitas sensor dari 2 alat
- Arah paparan gas buang yang menuju sensor.
- Arah dan kuat angin pada area pengujian
- Putaran mesin ketika pengujian dilakukan.

Sedangkan adanya perbedaan letak titik koordinat disebabkan oleh adanya toleransi dan tingkat akurasi dari *GPS module*.

## IV. KESIMPULAN

- Membuat alat pendeteksi gas CO dengan LCD berbasis mikrokontroler Arduino diperlukan beberapa komponen, antara lain Sensor gas MQ-7 yang berfungsi sebagai input pendeteksi gas CO, LCD yang berfungsi sebagai output yang menampilkan nilai kadar gas CO yang terdeteksi dan mikrokontroler yang berfungsi sebagai pemroses input dan meneruskan ke output yang ada. Untuk sensor gas MQ-7 telah

dikalibrasi menggunakan *Calibration Gas* dan *Portable Gas Detector* sehingga mampu mendeteksi kadar gas CO sebesar 0 ppm hingga 50 ppm dengan nilai prosentase kesalahan sebesar 7,3 %.

Republik Indonesia Nomor Per.13/Men/X/2011

2. Membuat pengontrol kadar gas CO dalam kabin mobil yang dilengkapi dengan penanda lokasi dibutuhkan komponen tambahan berupa GPS modul UBLOX-NEO6M yang berfungsi untuk mendapatkan data titik koordinat dari satelit dan GSM modul SIM-900A yang berfungsi sebagai media penghubung untuk melakukan panggilan telepon dan mengirim pesan singkat. Sedangkan komponen yang berfungsi sebagai pengontrol kadar gas CO dalam kabin mobil adalah *relay* yang berfungsi sebagai pemutus jalur bahan bakar mesin dan penggerak kaca pintu mobil. Jadi ketika nilai kadar gas CO dalam kabin mobil menyentuh Nilai Ambang Batas (NAB) sebesar 50 ppm maka mikrokontroller memerintahkan relay untuk membuka kaca pintu mobil, menghentikan mesin mobil dan menghubungi telepon seluler tertentu serta mengirim pesan singkat yang berisi peringatan dan titik koordinat lokasi mobil, dengan tingkat penyimpangan titik koordinat lokasi sebesar rata – rata 9,5 meter.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abidin, Hasanuddin, "Penentuan Posisi Dengan GPS Dan Aplikasinya," 2000.
- [2] Agarwal, S.K. "Pollution Management Vol. II Air Pollution", 2009.
- [3] Agusnar, H., "Kimia Lingkungan", 2007.
- [4] Eugene N.Bruce "A multicompartment model of carboxyhemoglobin and carboxymyoglobin responses to inhalation of carbon monoxide", 2003
- [5] Kadir, Abdul. "Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroller Dan Pemrogramannya menggunakan Arduino", 2013.
- [6] Mukono, H. J. "Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernapasan.", 2008.
- [7] Rappaport, Theodore S. "Wireless Communications.", 2001.
- [10] Setiawan, Sulhan. "Teknik Pemrograman dan Multithreading pada Mikrokontroller.", 2016.
- [11] Sitepoe, Mangku, dr. drh. "Usaha Mencegah Pencemaran Udara.", 1997.
- [12] Syam, Rafiuddin. "Dasar Dasar Teknik Sensor.", 2013.
- [13] Ward, Jeremy P.T. "At a Glance Sistem Respirasi", 2008.
- [14] Keputusan Kepala Bapedal Nomor : Kep-107/Bapedal/11/1997 Tentang : Teknis Perhitungan Dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara.
- [15] Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi

# SISTEM NOTIFIKASI DAN MONITORING PENGGUNAAN ENERGI PADA KWH METER 1 FASA

<sup>1</sup>Alvin Suseno Widjaja, <sup>2</sup>Thiang

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Petra Surabaya  
<sup>1</sup>m23416014@john.petra.ac.id, <sup>2</sup>thiang@petra.ac.id

At the end of the month, PLN will assign their officers to check the energy usage of their users. However, when the officer checks sometimes the home of the user is empty so checking cannot be done. So that it needs a digital kWh meter that can send data on the user's accumulated energy to the server to be recorded.

The system will be made using two devices, where the first device is a Digital kWh Meter, and the second device is a Server. Digital kWh Meter will read the total usage of electrical energy, send the readings to the server, and display the energy accumulation data. On the server side, it will record the readings to the database, display the accumulated realtime graphs, and send notifications of energy use results at the end of each month via Telegram.

The system that has been created will produce a Digital kWh Meter which has 15% of reading error, and 12 Watt minimum power reading. Server will record the energy accumulation data into the database every second, hour and day, display a realtime graph on the Node - Red dashboard, send 2 notifications via Telegram at the end of the month.

**Keywords :** kWh Meter, Raspberry Pi, Node – Red, Modbus TCP / IP, WeMos D1 R1, Data Logger, Notification, Telegram

Setiap akhir bulan PLN akan menugaskan petugasnya untuk melakukan pengecekan penggunaan energi penggunanya. Namun, saat petugas melakukan pengecekan terkadang rumah dari pengguna kosong sehingga pengecekan tidak dapat dilakukan. Sehingga dibutuhkan kWh meter digital yang dapat mengirimkan data akumulasi energi penggunanya ke server untuk dicatat.

Sistem akan dibuat menggunakan dua perangkat, dimana perangkat pertama adalah kWh Meter Digital, dan perangkat kedua adalah Server. kWh Meter Digital nantinya melakukan pembacaan total penggunaan energi listrik, mengirimkan hasil pembacaan ke server, dan menampilkan data hasil akumulasi energi. Pada sisi server akan mencatat hasil pembacaan ke database, menampilkan grafik realtime hasil akumulasi, dan mengirimkan notifikasi hasil penggunaan energi setiap akhir bulan melalui Telegram.

Sistem yang telah dibuat akan menghasilkan kWh Meter Digital yang memiliki error pembacaan sebesar 15%, dan minimal pembacaan daya sebesar 12 Watt. Server akan melakukan pencatatan data akumulasi energi kedalam database tiap detik, jam, dan hari, menampilkan grafik realtime pada dashboard Node - Red, mengirimkan 2 notifikasi melalui aplikasi Telegram setiap akhir bulan.

**Kata Kunci :** kWh Meter; Raspberry Pi; Node – Red; Modbus TCP / IP; WeMos D1 R1; Data Logger; Notification; Telegram

## I. PENDAHULUAN

kWh Meter merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur atau menghitung besar energi yang digunakan oleh konsumen. Energi yang digunakan tersebut dihitung dalam persatuan jam [1]. PLN adalah lembaga yang menangani bidang pengolahan tenaga listrik. kWh meter digunakan oleh PLN untuk menghitung besar pemakaian daya dari konsumen. Terdapat 2 jenis kWh meter yaitu kWh meter analog dan digital [2].

kWh meter analog biasanya memiliki komponen utama yaitu *voltage coil*, *current coil*, *permanent magnet*, piringan, *register*. Selama ini pencatatan meter listrik di rumah-rumah selalu menggunakan petugas PLN yang memantau setiap rumah yang menggunakan listrik. Terkadang apabila rumah yang dikunjungi tersebut kosong atau tidak ada penghuninya maka para petugas ini terpaksa datang kembali di hari-hari selanjutnya hanya untuk mengetahui berapa besar beban yang dipakai pada rumah tersebut[3].

kWh meter analog memiliki prinsip kerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Kemudian putaran piringan tersebut akan menggerakkan counter digit dan menampilkan jumlah KWHnya. kWh meter analog terdiri dari beberapa komponen utama yakni alat penyetel, kumparan tegangan, magnet pemanen, piringan, terminal, dan beberapa komponen elektronika kecil[4]. Namun, seiring majunya perkembangan teknologi kWh meter yang dulunya berbentuk analog mulai berkembang menjadi kWh meter digital.

kWh meter digital merupakan suatu alat pengukuran yang memiliki fungsi mengukur jumlah pemakaian energi atau Jumlah pemakaian daya dalam satuan waktu dan bekerja berdasarkan program yang dirancang pada mikroprosesor yang terdapat di dalam piranti kWh meter digital[5]. kWh meter analog hanya bisa membaca daya aktif, namun dengan kWh meter digital dapat membaca daya aktif dan reaktif dengan baik[6].

Pada tahun 2001, David Tandrian dari Teknik Elektro Universitas Kristen Petra dengan judul tugas akhir “KWH meter digital berbasis *microcontroller* AT89C51”. Pada tugas

akhir beliau dengan menggunakan *microcontroller* AT89C51 hasil pembacaan terdapat *error* pembacaan sebesar 13,8%[7].

Pada tahun 2006, Heru Suwito dari Teknik Elektro Universitas Kristen Petra dengan judul tugas akhir “Sistem Pembacaan kWh Meter dengan Metode *Bluetooth*”. Pada tugas akhir beliau menggunakan *microcontroller* AT89C2051 dan metode pengiriman melalui *bluetooth*. Dari penelitian ini memiliki kekurangan pada metode pengiriman data dengan *bluetooth* memiliki frekuensi yang rendah sehingga saat terdapat penghalang pengiriman data dapat terganggu[8].

Pada tahun 2019, Jonathan Teng dari Teknik Elektro Universitas Kristen Petra dengan judul penelitian “Sistem Pembacaan Data *Power Meter* dengan Komunikasi Modbus Terpusat”. Pada penelitian beliau menggunakan *power meter*. Sehingga yang membedakan adalah *power meter* tidak sama dengan kWh meter[9].

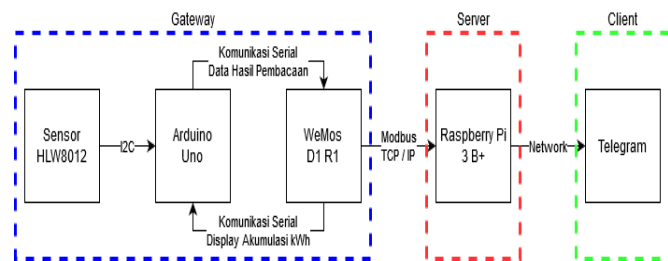
Permasalahan yang diambil pada penelitian ini adalah untuk mempermudah pendataan penggunaan daya dengan *wireless data logger* tiap bulan dari kWh digital ke sebuah *Server* yang dapat diakses oleh PLN, dan sistem pengiriman notifikasi kepada pengguna sehingga pengguna juga dapat mengetahui penggunaan daya tiap bulan.

## II. PERENCANAAN SISTEM

Proyek ini berfokus pada pembuatan kWh meter *digital* yang dapat menghitung penggunaan energi lalu saat telah mencapai kurun waktu tertentu data hasil perhitungan dapat ditulis pada *Server* dan pengguna.

### A. Desain Sistem

Dapat di lihat pada Gambar 1 adalah diagram sistem secara keseluruhan. Desain sistem terbagi menjadi 3 bagian yaitu *Gateway*, *Server*, dan *Client*. *Gateway* adalah bagian untuk mengambil data energi dari sensor lalu diakumulasi, ditampilkan dan dikirimkan ke *Server*. Pada bagian *Server* akan menerima data akumulasi energi, mencatat data akumulasi ke dalam *database*, dan mengirimkan hasil akumulasi setelah 1 bulan ke *Client* melalui Telegram.



Gambar 1 Desain Sistem Keseluruhan

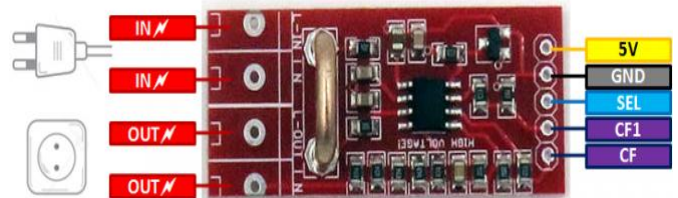
### B. Desain Gateway

Desain Gateway terdiri dari 3 bagian. Bagian pertama adalah dimana Sensor HLW8012 yang dihubungkan ke Arduino Uno. Bagian kedua adalah dimana Arduino Uno dan

WeMos D1 R1 yang dihubungkan dengan komunikasi *Serial*. Bagian ketiga adalah Raspberry Pi 3 B+.

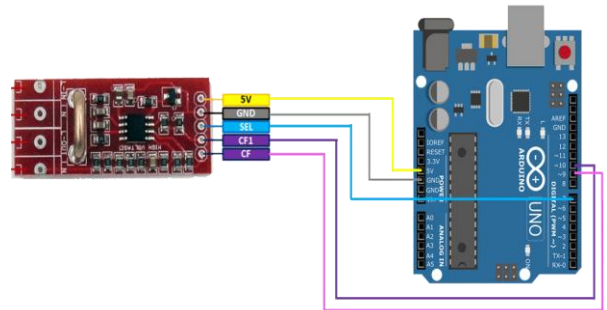
#### 1. Sensor HLW8012 dengan Arduino Uno

Dapat di lihat pada Gambar 2 *Line In* dan *Netral* pada sumber dihubungkan pada L – *In* dan N, lalu beban akan dihubungkan pada L – *Out* dan N. Pada saat menghubungkan *Line In* dan *Netral* pada sumber sebaiknya dihubungkan dengan benar, bila terbalik akan merusak perangkat yang terhubung.



Gambar 2 Pinout HLW8012

Setelah beban dan sumber telah terhubung dengan benar, selanjutnya dapat di lihat pada Gambar 3 untuk menghubungkan 5 pin pada HLW8012 ke Arduino Uno.

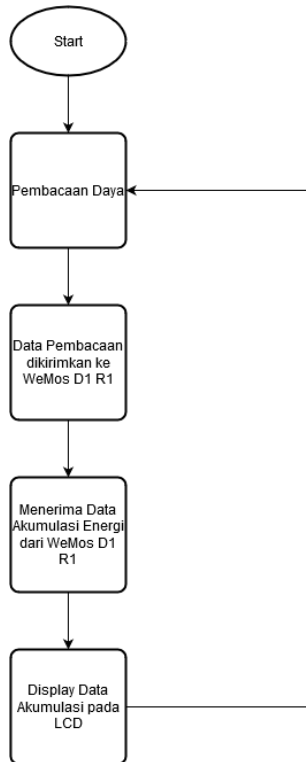


Gambar 3 Koneksi HLW8012 ke Arduino Uno

#### 2. Program pada Arduino Uno

Dapat di lihat pada Gambar 4 adalah *flowchart* program pada Arduino Uno. Dimana setelah Arduino Uno aktif, maka akan melakukan pembacaan daya. Lalu data hasil pembacaan tersebut akan dikirimkan ke WeMos D1 R1 dengan komunikasi *serial*. Selanjutnya Arduino Uno akan menerima data akumulasi energi dari WeMos D1 R1 yang dikirimkan dengan komunikasi *serial*, data tersebut akan ditampilkan pada LCD 16x2, dan sistem akan kembali ke pembacaan daya.

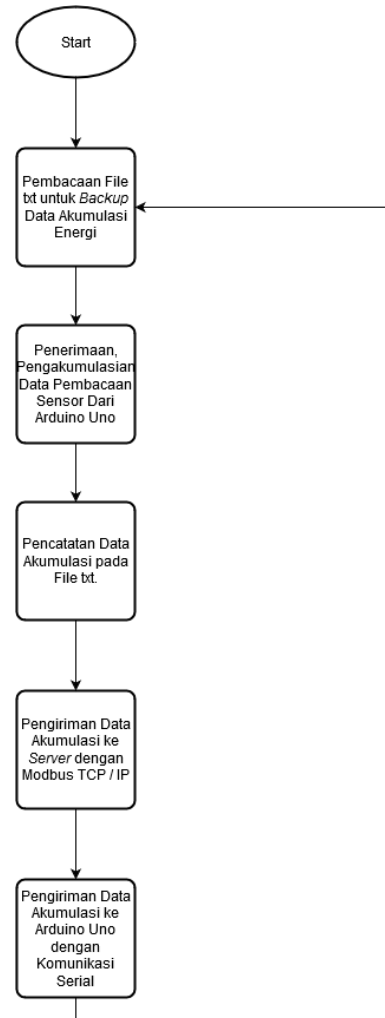




Gambar 4 Flowchart Program pada Arduino Uno

### 3. Program pada WeMos D1 R1

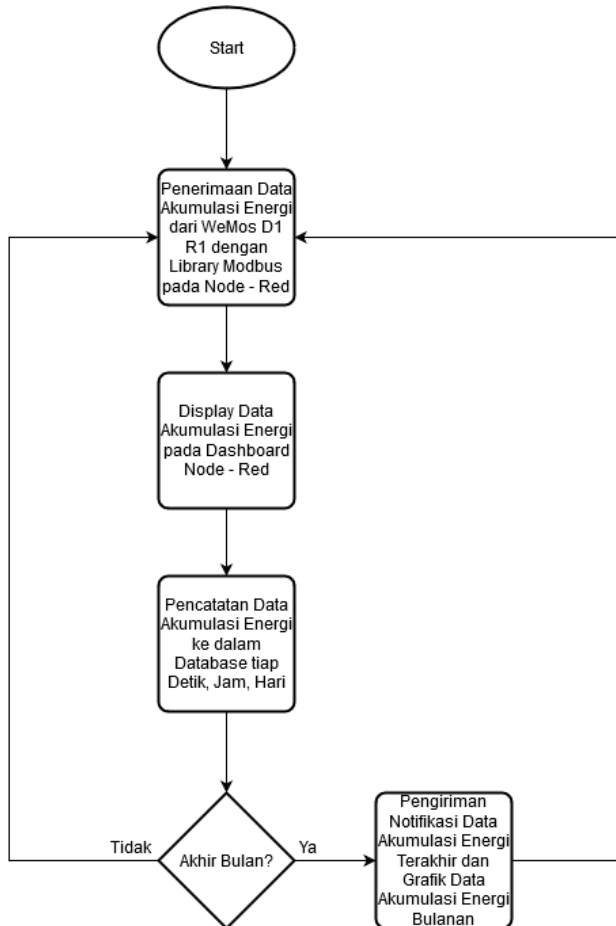
Dapat di lihat pada Gambar 5 adalah *flowchart* program pada WeMos D1 R1. Dimana saat WeMos D1 R1 aktif maka akan melakukan pembacaan data akumulasi pada *file backup txt*, lalu menerima dan mengakumulasi data pembacaan sensor yang dikirimkan oleh Arduino Uno dengan komunikasi *serial*, setelah itu data akumulasi tersebut dikirimkan ke *Server* dengan Modbus TCP / IP, dilanjutkan untuk pengiriman data akumulasi ke Arduino Uno dengan komunikasi *serial*.



Gambar 5 Flowchart Program pada WeMos D1 R1

### 4. Raspberry Pi 3 B+ (Server)

Dapat di lihat pada Gambar 6 adalah *flowchart* pada Raspberry Pi 3 B+. Dimana Raspberry Pi 3 B+ telah terinstal Node – Red. Pada Node – Red telah terinstal *library* Modbus, Telegram, *Database*. Setelah sistem aktif data akumulasi energi yang dikirimkan oleh WeMos D1 R1 akan diterima pada Node – Red dengan *library* Modbus, lalu data yang diterima tersebut ditampilkan pada *dashboard* Node – Red dalam bentuk grafik *realtime*, setelah itu data akumulasi akan dicatat pada *database* tiap detik, jam, dan hari. Bila telah mencapai akhir bulan maka akan mengirimkan 2 notifikasi pada aplikasi Telegram. Notifikasi pertama dalam bentuk pesan berisi data akumulasi penggunaan energi dan kedua dalam bentuk grafik data akumulasi penggunaan dalam 1 bulan. Bila belum mencapai akhir bulan maka sistem akan kembali menerima data dari WeMos D1 R1.



Gambar 6 Flowchart Program Raspberry Pi 3 B+

### III. PENGUJIAN SISTEM

Dilakukan pengujian pada sistem yang meliputi pengujian pembacaan sensor HLW8012, pengujian pengiriman data dari Arduino Uno ke WeMos D1 R1, pengujian pengiriman data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+, pengujian penulisan data dari Modbus ke *Database*, dan pengujian pengiriman notifikasi ke Telegram.

#### A. Pengujian Pembacaan Sensor HLW8012

Pengujian ini bertujuan untuk menguji sensor HLW8012 dapat membaca penggunaan daya dan seberapa presisi hasil pembacaannya.

Pengujian dilakukan dengan metode menggunakan beban yang terpasang adalah sebuah lampu Chiyoda 5 Watt, lampu Baris 3 Watt, lampu Philips 10 Watt, lampu Masko 23 Watt, dan Charger Samsung 15 Watt. Sensor HLW8012 akan dihubungkan dengan Arduino Uno, lalu data hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada *serial monitor* pada Arduino IDE.

Dapat di lihat pada Tabel 1 adalah hasil pembacaan dan perhitungan *error* pada pengujian ini. Angka *error* ini didapat

dengan cara mengurangi hasil pembacaan dengan besaran sesungguhnya lalu dikali dengan 100% dan selanjutnya dari %*error* akan dirata – rata sehingga menghasilkan perkiraan *error* dari sensor HLW8012 sebesar 15% . Selain itu *error* bisa terjadi dikarenakan pin CF HLW8012 ini memiliki nilai keluaran minimal sebesar 12 Watt untuk pulsa 1 Hz[10].

Tabel 1 Hasil Pembacaan dan Perhitungan Error Sensor HLW8012

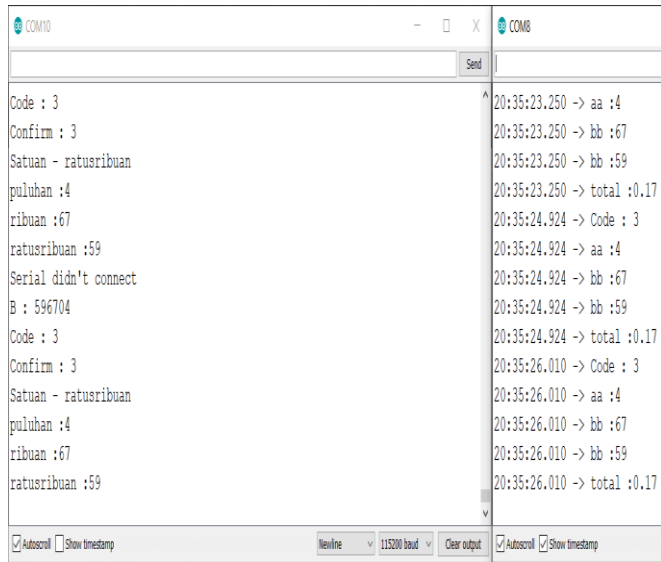
Real	Sensor	%Error
3 Watt	0 Watt	-100%
10 Watt	9,81 Watt	-2%
5 Watt	12,7 Watt	154%
23 Watt	25,98 Watt	13%
15 Watt	16,17 Watt	8%
	Error	15%

#### B. Pengujian Pengiriman Data dari Arduino Uno ke WeMos D1 R1

Pengujian ini bertujuan untuk menguji komunikasi *serial* antara Arduino Uno dan WeMos D1 R1 untuk saling mengirim data.

Pengujian akan dilakukan dimana data hasil pembacaan sensor HLW8012 dari Arduino Uno akan dikirimkan ke WeMos D1 R1. Lalu Arduino Uno akan menerima data akumulasi dari WeMos D1 R1 dan menampilkan data tersebut pada LCD 16x2.

Dapat di lihat pada Gambar 7 adalah 2 *serial monitor* dari Arduino Uno dan WeMos D1 R1 yang sedang mengirimkan dan menerima data. WeMos D1 R1 mengirimkan *code* 3 yang ke Arduino Uno dan menerima kembali *code* yang sama dari Arduino Uno lalu WeMos D1 R1 mengirimkan data akumulasi energi (596704) ke Arduino Uno dan terima oleh Arduino Uno (596704).



Gambar 7 Serial Monitor Arduino Uno (Kanan) & WeMos D1 R1 (Kiri)

Dapat di lihat pada Gambar 8 adalah hasil pengujian komunikasi *serial* antara Arduino Uno dan WeMos D1 R1 untuk menampilkan data pada LCD 16x2.



Gambar 8 Display Data Akumulasi pada LCD 16x2

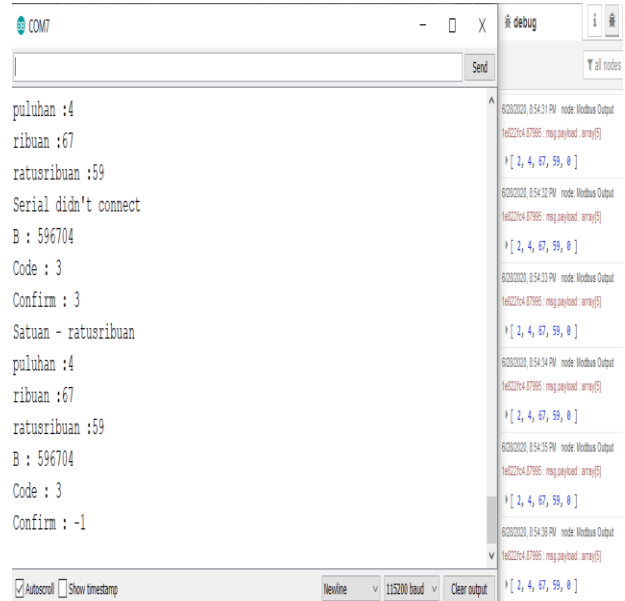
### C. Pengujian Pengiriman Data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+

Pengujian ini bertujuan untuk menguji WeMos D1 R1 mengirimkan data ke Node – Red Raspberry Pi dengan komunikasi Modbus TCP / IP.

Pengujian ini dilakukan dengan mengirimkan data akumulasi energi ke Node – Red pada Raspberry Pi dengan komunikasi Modbus TCP / IP. Dimana WeMos D1 R1 akan mengirimkan 5 data ke *ip address* 192.168.0.103 untuk kWh 1 dan 192.168.0.104 untuk kWh 2. Lalu pada Raspberry Pi 3 B+ data yang diterima berupa *house id*, dan 4 pecahan data akumulasi energi. 4 data pecahan tersebut akan di total untuk mendapatkan data sebenarnya lalu akan dikonversikan ke satuan kWh. Setelah itu data hasil konversi akan ditampilkan pada *dashboard* Node – Red dalam bentuk grafik *realtime*.

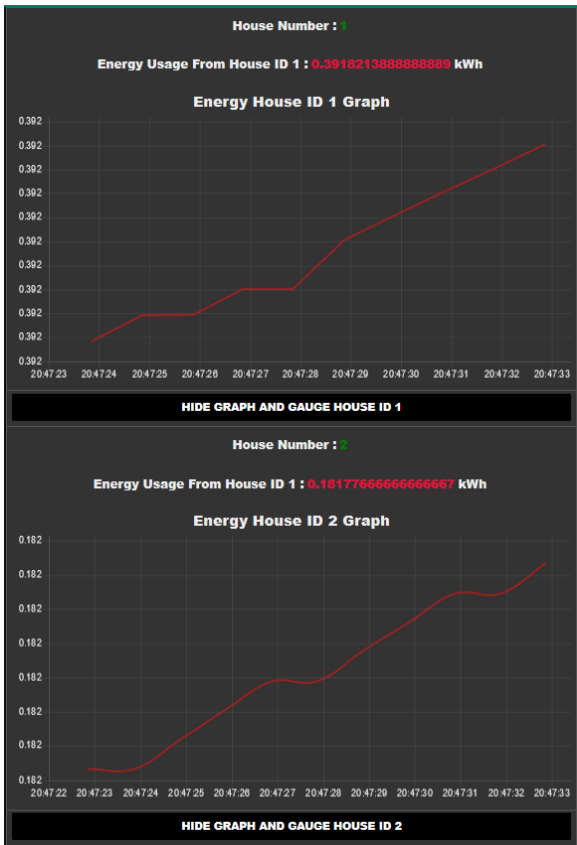
Dapat di lihat pada Gambar 9 adalah hasil pengujian pengiriman data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+.

Dimana pada sisi kanan adalah bagian *debug* dari Node - Red yang menampilkan 5 data yang dikirimkan oleh WeMos D1 R1. Sisi kiri adalah *serial monitor* dari WeMos D1 R1 yang mengirimkan *house id* dan 4 data pecahan dari data akumulasi energi.



Gambar 9 Hasil Pengujian Pengiriman Data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+

Dapat di lihat pada Gambar 10 adalah tampilan grafik *realtime* pada *dashboard* Node – Red. Pada grafik bagian atas adalah tampilan grafik *realtime* kWh Meter ke 1, dan grafik bagian bawah adalah tampilan grafik *realtime* kWh Meter ke 2. Data yang ditampilkan adalah data yang diterima dari WeMos D1 R1 melalui Modbus.



Gambar 10 Grafik *Realtime* pada *dashboard* Node – Red

D. Pengujian Penulisan Data dari Modbus ke *Database*

Pengujian ini bertujuan untuk menguji data yang diterima dari WeMos D1 R1 melalui Modbus TCP / IP dapat dicatat ke dalam *database*.

1) Pengujian Memasukkan Data ke Tabel Menit tiap Detik

Pengujian ini dilakukan dengan cara kWh meter sedang aktif mengirimkan data ke *Server* lalu data yang diterima dimasukkan kedalam tabel menit tiap detik.

Dapat di lihat pada Gambar 11 adalah hasil pengujiannya dimana data yang diterima pada Modbus dapat dicatat kedalam *database*. Dari 2 data pada Gambar 11 dapat disimulasikan bahwa data yang diterima dari Modbus tiap detik dapat dicatat kedalam *database*.

```
6/28/2020, 9:58:07 PM node: d043649d.38d428
INSERT INTO `28/6/2020` values(NULL,'28/6/2020','21:58:8','1','0.3899944444444444'); :
msg.topic : string[91]

"INSERT INTO `28/6/2020`
21:58:0` values(NULL, '28/6/2020', '21:58:8', '1', '0.3899944444444444

6/28/2020, 9:58:08 PM node: d043649d.38d428
INSERT INTO `28/6/2020` values(NULL,'28/6/2020','21:58:9','1','0.3899944444444444'); :
msg.topic : string[91]

"INSERT INTO `28/6/2020`
21:58:0` values(NULL, '28/6/2020', '21:58:9', '1', '0.3899944444444444
```

Gambar 11 Hasil Pengujian Memasukkan Data kedalam Tabel Menit

2) Pengujian Memasukkan Data ke Tabel Harian dari Tabel Menit

Pengujian ini adalah pengujian selanjutnya dari memasukkan data ke tabel menit lalu dimasukkan ke tabel harian. Perpindahan data dari tabel menit ke tabel harian dilakukan tiap menit atau detik ke 57.

Dapat di lihat pada Gambar 12 adalah hasil perpindahan data dari tabel menit ke tabel harian. Terlihat pada detik ke 57 data dari tabel menit dipindahkan ke tabel harian.

Dapat di lihat pada Gambar 13 adalah isi dari tabel harian setelah menerima data tiap detik ke 57 dari tabel menit.

```
6/28/2020, 9:50:57 PM node: 532b50ab.abb04
INSERT INTO `28/6/2020` values(NULL,'28/6/2020`
21:50:0','0.3899944444444444'); : msg.topic : string[77]

"INSERT INTO
`28/6/2020` values(NULL, '28/6/2020`
21:50:0', '0.3899944444444444');"
```

Gambar 12 Hasil Pengujian Perpindahan Data dari Tabel Menit Ke Tabel Harian

ID	Waktu	Energy
1296	28/6/2020 21:39:0	0.3899944444444444
1297	28/6/2020 21:40:0	0.3899944444444444
1298	28/6/2020 21:41:0	0.3899944444444444
1299	28/6/2020 21:42:0	0.3899944444444444
1300	28/6/2020 21:43:0	0.3899944444444444
1301	28/6/2020 21:44:0	0.3899944444444444
1302	28/6/2020 21:45:0	0.3899944444444444
1303	28/6/2020 21:46:0	0.3899944444444444
1304	28/6/2020 21:47:0	0.3899944444444444
1305	28/6/2020 21:48:0	0.3899944444444444
1306	28/6/2020 21:49:0	0.3899944444444444
1307	28/6/2020 21:50:0	0.3899944444444444

Gambar 13 Isi Tabel Harian

3) Pengujian Memasukkan Data ke Tabel Bulanan dari Tabel Harian

Pengujian ini adalah pengujian untuk memasukkan data dari tabel harian ke tabel bulan. Dimana dalam keadaan normal proses perpindahan data akan dilakukan pada tiap jam 23:59:57.

Dapat di lihat pada Gambar 14 adalah hasil pengujian pemindahan data tabel menit ke tabel harian. Terlihat saat waktu mencapai 23:59:57 data dari tabel menit dipindahkan ke tabel bulanan.

```
6/28/2020, 11:59:57 PM node: d237f7eb.f229f8
INSERT INTO `6/2020`values(Null,'28
/6/2020','0.38999555555555554'); : msg.topic :
string[67]

"INSERT INTO `6/2020`values(Null,'28
/6/2020','0.38999555555555554');"

6/28/2020, 11:59:58 PM node: 14655e4e.8001f2
Drop table `28/6/2020`; : msg.topic : string[23]

"Drop table `28/6/2020`;"
```

Gambar 14 Hasil Pengujian Pemindahan Data dari Tabel Harian ke Tabel Bulanan

Dapat di lihat pada Gambar 15 adalah isi dari tabel harian setelah menerima data dari tabel menit.

```
SELECT * FROM `6/2020` ORDER BY `ID` ASC
```

ID	Tanggal	Energy
27	26/6/2020	0.38997194444444444
28	27/6/2020	0.38997194444444444
29	28/6/2020	0.38999555555555554

Gambar 15 Isi Tabel Bulanan

E. Pengujian Pengiriman Notifikasi ke Telegram

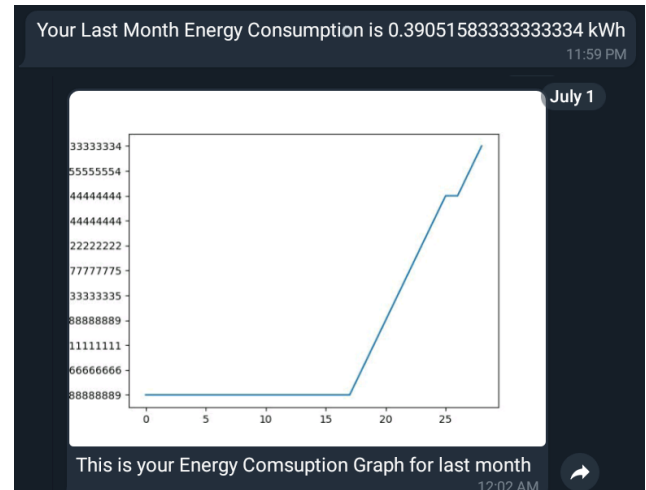
Pengujian ini bertujuan untuk menguji pengiriman notifikasi ke pengguna saat telah mencapai waktu 1 bulan.

Pengujian ini dilakukan pada saat 30 Juni 2020 adalah hari terakhir pada bulan Juni. Nantinya pesan akan dikirimkan oleh Node – Red ke pengguna Telegram. Pesan yang

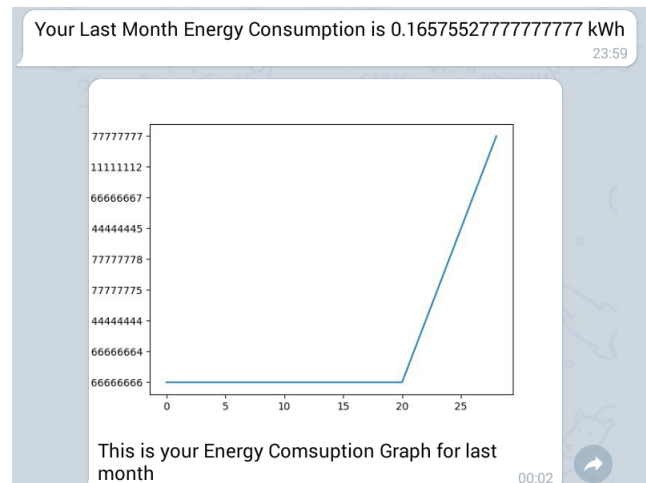
dikirimkan akan berupa 2 bentuk yaitu pesan penggunaan energi, dan grafik penggunaan energi selama 1 bulan.

Dapat di lihat pada Gambar 16 adalah hasil notifikasi yang diterima oleh pengguna 1. Data akumulasi energi yang dikirimkan adalah data akumulasi energi dari kWh meter 1 yang telah dicatat pada *database*.

Dapat di lihat pada Gambar 17 adalah hasil notifikasi yang diterima oleh pengguna 2. Data akumulasi energi yang dikirimkan adalah data akumulasi energi dari kWh meter 2 yang telah dicatat pada *database*.



Gambar 16 Hasil Notifikasi pada Telegram Pengguna 1 / kWh 1



Gambar 17 Hasil Notifikasi pada Telegram Pengguna 2 / kWh 2

IV. KESIMPULAN

Dari perencanaan sistem, pembuatan alat dan pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Sensor HLW8012 dapat membaca penggunaan daya, namun ada ketidakpresisian hasil pembacaan dikarenakan kemampuan sensor

untuk membaca daya minimal hanya 12 Watt untuk 1 Hz. Sensor HLW8012 memiliki *error* sebesar 15% setelah dilakukan pengujian.

2. Pengiriman data dari Arduino Uno ke WeMos D1 R1 menggunakan komunikasi *serial*, data yang dikirim dan diterima oleh kedua perangkat. Namun terkadang terjadi *error* dikarena perbedaan kecepatan pengiriman dan penerimaan data sekitar 1 detik.
3. Pengiriman data dari WeMos D1 R1 ke Raspberry Pi 3 B+ dengan komunikasi Modbus TCP / IP, dikirimkan dan diterima tiap 1 detik.
4. Penulisan data ke dalam *database* tiap 1 detik ke dalam tabel menit. Tiap detik ke 57 data dari tabel menit dipindahkan ke tabel harian, tiap pukul 23.59.57 data dari table harian akan dipindahkan ke table bulanan.
5. Pengiriman notifikasi ke pengguna melalui Telegram dikirimkan tiap akhir bulan dengan 2 bentuk pesan yaitu grafik dan pesan total akumulasi energi.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. S. Sebayang and S. Masykur, "Perbandingan Kilowatthour Meter Analog Dengan Kilowatthour Meter Digital," *Jurnal Singuda Ensikom*, vol. 6, pp. 7–12, 2014.
- [2] M. P. Panuntun, "Pengujian Ketelitian Kwh Meter Analog Dan Kwh Meter," *Electronic Thesis and Disserttion*, 2018.
- [3] K. Handry, F. Pasila, D. Limaran, "Wireless Data Logger with Microcontroller MCS-51" *Jurnal Teknik Elektro* vol 4 no 1. 2004.
- [4] Maspur, "Perbedaan Kwh meter analog dan digital - ppobnusantara," 2020. [Online]. Available: <https://ppobnusantara.com/perbedaan-kwh-meter-analog-dan-digital/>. [Accessed: 20-Aug-2020].
- [5] I. Kartika F, "SISTEM KWH METER ANALOG, DIGITAL DAN PRABAYAR," *Jurnal Ampere*, vol. 1, no. 1, pp. 68–82, Jun. 2016.
- [6] B. S. Wibisana, "Analisis Perbandingan Pembacaan Kwh Meter Analog Dengan Kwh Meter Digital Pada Ketidakseimbangan Beban," *Skripsi UI*, 2008.
- [7] T. David, "KWH meter digital berbasis microcontroller AT89C51," *Scientific Repository UK Petra*, p. 157, 2001. <http://repository.petra.ac.id/6259/>
- [8] H. Suwito, "Sistem pembacaan kwh meter dengan metode bluetooth," *Tugas Akhir Teknik Elektro UK Petra*, p. 175, 2006. <http://repository.petra.ac.id/8975/>
- [9] J. Teng, J. S. Setiadi, and R. Lim, "Sistem Pembacaan Data Power Meter dengan Komunikasi Modbus Secara Terpusat," *Ejournal Fortei7* vol. 2 no 1. 2019
- [10] L. Code, "The HLW8012 IC in the New Sonoff POW - Tinkerman," 8 November 2016, 2016. [Online]. Available: <https://tinkerman.cat/post/hlw8012-ic-new-sonoff-pow/>. [Accessed: 25-May-2020].

# IMPLEMENTASI JARINGAN SENSOR NIRKABEL DALAM MENENTUKAN POSISI SUARA MENGGUNAKAN METODE TDOA

<sup>1</sup> **Mohammad Faizin Zaini**, <sup>2</sup> **Riza Alfita**, <sup>3</sup> **Achmad Fiqhi Ibadillah**

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan.

<sup>1</sup> [150431100084@student.trunojoyo.ac.id](mailto:150431100084@student.trunojoyo.ac.id), <sup>2</sup> [riza.alfita@trunojoyo.ac.id](mailto:riza.alfita@trunojoyo.ac.id) <sup>3</sup> [fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id](mailto:fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id),

Abstract - Wireless sensor network technology is developing rapidly. One development can detect the position of an object. One technology to determine the position that is often used is GPS. However, GPS technology must be installed first to the target, so it is difficult to detect objects whose positions are unknown. So to find the position of the object can use the object parameters such as sound. Using the Time Difference Of Arrival (TDOA) method to determine the sound position, the Generalized Cross Correlation - Phase Transform algorithm can be used to find the difference in receive time from each sensor node.

This research goes through several stages to detect the sound position including the sound recording stage carried out by 4 sensor nodes. Stage of sending voice recordings to a laptop which is then processed by TDOA calculation using the Generalized Cross Correlation - Phase Transform algorithm and the last stage displays the estimated position.

The results of testing the system with WSN design using 4 sensor nodes at noise conditions below 10 dB, the estimated results of sound positions using the GCC-PHAT algorithm obtained an error value of 6.86 cm which in percentage became 3.4%. From these results the GCC-PHAT algorithm is almost close to the original position estimate.

**Keywords — WSN, TDOA, GCC PHAT, Sensor Node, GPS**

Abstrak - Teknologi jaringan sensor nirkabel berkembang dengan pesat. Salah satu perkembangannya dapat mendeteksi posisi suatu objek. Salah satu teknologi untuk menentukan posisi yang sering digunakan adalah GPS. Namun Teknologi GPS harus dipasang terlebih dahulu ke target, sehingga sulit untuk mendeteksi objek yang belum diketahui posisinya. Sehingga untuk mencari posisi objek tersebut dapat menggunakan parameter objek tersebut seperti suara. Penggunaan metode *Time Difference Of Arrival* (TDOA) untuk menentukan posisi suara dapat digunakan *algoritma Generalized Cross Correlation - Phase Transform* dalam mencari perbedaan waktu terima dari setiap sensor node.

Penelitian ini melewati beberapa tahapan untuk mendeteksi posisi suara diantaranya adalah tahap perekaman suara yang dilakukan oleh 4 sensor node. Tahap pengiriman rekaman suara ke laptop yang kemudian diolah dengan perhitungan TDOA dengan menggunakan *algoritma Generalized Cross Correlation - Phase Transform* serta tahap terakhir menampilkan estimasi posisi.

Hasil pengujian sistem dengan desain JSN menggunakan 4 *sensor node* pada kondisi *noise* dibawah 10 dB, didapatkan hasil estimasi posisi suara dengan menggunakan algoritme GCC-PHAT mendapatkan nilai *error* 6,86 cm yang dalam persentase menjadi

3,4%. Dari hasil tersebut algoritme GCC-PHAT hampir mendekati dengan estimasi posisi asli.

**Kata Kunci— JSN, TDOA, GCC PHAT, Sensor Node, GPS**

## I. PENDAHULUAN

Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) merupakan teknologi yang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Sensor – sensor yang digunakan sangat beragam, biasanya sensor tersebut digunakan untuk mendeteksi objek tertentu seperti kelembapan, suhu, suara, dan beberapa aplikasi lainnya. JSN terbentuk dari kumpulan node yang sangat banyak dan tersebar tidak beraturan dalam suatu area yang disebut *sensor field* [1]. Node – node dapat diletakkan secara beraturan (diatur terlebih dahulu) maupun disusun secara acak. Penempatan node akan mempengaruhi berbagai hal seperti routing jaringan, protocol, dan daya yang dikonsumsi. Implementasi dari Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) digunakan untuk mencari posisi.

Dalam menentukan posisi suatu objek, umumnya digunakan infrastruktur/alat seperti *Global Positioning System* (GPS). GPS merupakan suatu sistem navigasi yang menggunakan satelit yang didesain agar dapat menyediakan posisi secara instan, cepat, dan dapat informasi waktu di hampir seluruh tempat di muka bumi ini, setiap saat dalam kondisi cuaca apapun. GPS menggunakan satelit – satelit untuk menentukan posisi pada luar ruangan. Teknik penentuan posisi pada GPS harus dipasang pada target. Oleh karena itu, sangat sulit untuk memasang GPS pada target yang belum diketahui keberadaannya seperti tempat terjadinya ledakan. Oleh karena itu, untuk mengetahui posisi target dapat menggunakan parameter lain dari target. Parameter lain yang digunakan adalah suara.

Penentuan posisi berdasarkan suara yang di pancarkan oleh target dapat menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN). Penggunaan ini untuk menentukan posisi suara dengan menggunakan mikrofon sebagai alat pengindraan suara pada setiap *sensor node* untuk mengenali target. Salah satu metode untuk menentukan mencari posisi suara adalah *Interval Time Differences* (ITD). Metode ini (ITD) terinspirasi oleh sistem pendengaran manusia. ITD menggunakan perbedaan waktu untuk mengetahui posisi sebuah suara [2]. Untuk memperkirakan posisi sumber berdasarkan perbedaan waktu terima dari masing – masing *sensor node* dapat menggunakan metode ITD berbasis *Time Differences Of Arrival* (TDOA) sehingga dalam pengaplikasiannya sangat mudah dan sederhana. Hal yang sangat penting pada metode ini adalah hubungan antara *sensor node* satu dengan yang lainnya dan informasi tentang posisinya. Dalam

tingkatan analisis yang cukup berperan adalah informasi posisi *sensor node*.

Permasalahan – permasalahan seperti pengaruh *noise*, akurasi estimasi posisi, dan komputasi paling sering ditemui pada sistem penentuan posisi. Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan oleh (Hirano dkk., 2016), penelitian tersebut membuat sebuah sistem deteksi posisi suara kata jepang. Pada penelitian ini untuk mencari nilai TDOA, digunakanlah algoritma *Cross-Correlation*. Nilai error yang didapat dari posisi asli sejauh 10,1 – 46,1 cm. penelitian tersebut menyimpulkan bahwa akurasi estimasi posisi pada sistem penentuan posisi suara dapat dipengaruhi oleh *hardware* yang digunakan, jumlah node, dan sinkronisasi waktu setiap node [3]. Sedangkan menurut penelitian (Chaudhary dkk., 2014) dapat bekerja sangat baik di lingkungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang tinggi dipilih algoritma GCC-PHAT untuk menentukan nilai TDOA [4]. Oleh karena itu, penggunaan algoritma GCC-PHAT dalam menentukan nilai TDOA diharapkan dapat meminimalisir kesalahan dalam menentukan posisi sumber suara.

Berikut ini merupakan penelitian terdahulu tentang deteksi posisi suara dengan berbagai metode yang dijadikan acuan penulis bisa dilihat di tabel 1.

Tabel 1. Tinjauan Pustaka

No	Peneliti	Metode	Keterangan
1	(Kachhoria dkk., 2014) [5]	TDOA dan algoritme SSL Heuristic	Simulasi penentuan posisi suara dengan menggunakan metode TDOA dan algoritme SSL Heuristic menggunakan software matlab, dan desain sistem terdiri 4 <i>sensor node</i> terdapat mikrofon di setiap node, serta sebuah posisi suara yang belum diketahui.
2	(Chaudhary dkk., 2014) [4]	TDOA dan GCC – PHAT	penelitian mengenai solusi penentuan posisi suara dalam ruang 2D dengan menggunakan 3 mikrofon sebagai posisi acuan dan sebuah suara yang akan dicari. Metode yang digunakan <i>Time Difference Estimation</i> yang merupakan hasil improvisasi dari GCC-PHAT pada TDOA.
3	(Dong dan Yu, 2015) [6]	TDOA, Parameter Identification dan Cross-Correlation	Melakukan perbandingan metode <i>Cross-Correlation</i> dengan metode <i>Parameter Identification</i> pada TDOA untuk penentuan posisi suara berdasarkan mikrofon array akustik.
4	Hirano dkk., 2016) [3]	TDOA dan CC	penentuan posisi sumber suara kata jepang yang frekuensinya 2000Hz menggunakan metode TDOA – algoritme CC pada jaringan sensor nirkabel dengan desain sistem menggunakan 4 buah <i>sensor node</i> . Setiap node berjarak 1,8 meter membentuk kotak persegi. Estimasi posisi suara didapat menggunakan algoritme <i>hyperbolic</i> .

## II. METODE PENELITIAN

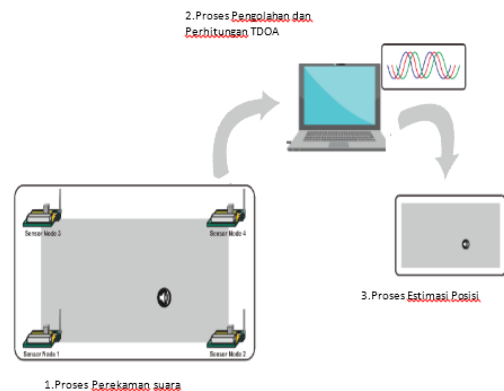
Untuk menghasilkan sistem deteksi posisi suara yang maksimal, penelitian ini menggunakan 4 sensor node dengan menggunakan metode TDOA (*Time Difference Of Arrival*). Untuk menghitung TDOA digunakan Algoritma GCC-PHAT (*Generalized Cross Correlation Phase Transform*). Tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

1. *Analisis Kebutuhan Sistem*  
 Pada tahap ini akan dijelaskan tahapan proses dalam mendeteksi posisi estimasi suara.
2. *Peralatan Penelitian*  
 Tahap ini akan dilakukan identifikasi kebutuhan – kebutuhan yang diperlukan untuk membangun sistem yang berpatokan pada analisis sistem.
3. *Rancangan Sistem Keseluruhan*  
 Tahap ini akan dijelaskan desain sistem dan flowchart alur sistem demi terciptanya sistem deteksi posisi suara yang optimal.
4. *Rancangan Pengujian Sistem.*  
 Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan metode TDOA dalam mendeteksi posisi suara.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

1. *Analisis Kebutuhan Sistem*  
 Pada penelitian ini menggunakan 4 *sensor node*. Sistem penentuan estimasi posisi suara ini secara umum mempunyai beberapa proses yang terdiri dari tiga tahapan proses yakni perekaman suara, proses pengolahan dan perhitungan TDOA, dan proses estimasi posisi. Proses perekaman hingga pengiriman data dilakukan oleh setiap *sensor node*. Data hasil perekaman tersebut dikirimkan ke laptop kemudian diolah untuk dilakukan proses perhitungan nilai TDOA menggunakan algoritme GCC-PHAT. Hasil dari perhitungan TDOA digunakan untuk menentukan estimasi posisi dari sumber suara. Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem.



Gambar. 1 Blok Diagram Sistem

2. *Peralatan Penelitian.*  
 Berdasarkan analisis kebutuhan sistem, pada penelitian sistem deteksi sumber suara ini diperlukan beberapa peralatan yang menunjang terbentuknya sistem yang diinginkan. Peralatan yang digunakan ini sudah mencakup untuk keperluan perekaman suara, pengiriman data, serta untuk pengolahan data. Daftar peralatan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2

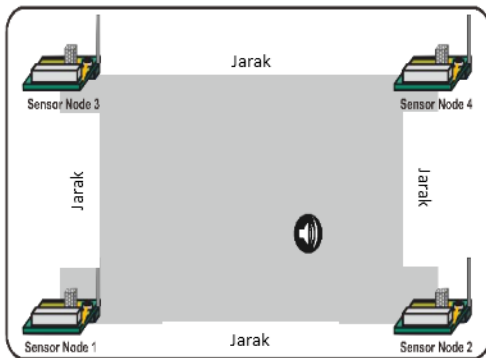


Tabel 2 Peralatan Penelitian

No.	Peralatan	Kegunaan
1.	Laptop (Sudah Terinstall <i>Software</i> )	Sebagai media pemroses dan pengolahan data sensor dan media yang menampilkan visualisasi estimasi posisi suara.
2.	Wemos D1 Mini	Sebagai alat yang digunakan untuk melakukan proses sistem
3.	Modul ESP 8266	Sebagai alat jalur komunikasi antar node
4.	Sensor Max9814	Sebagai alat yang melakukan pengindraan suara
5.	Power bank	Sebagai penyuplai tegangan ke komponen
6.	Speaker	Sebagai media sumber suara

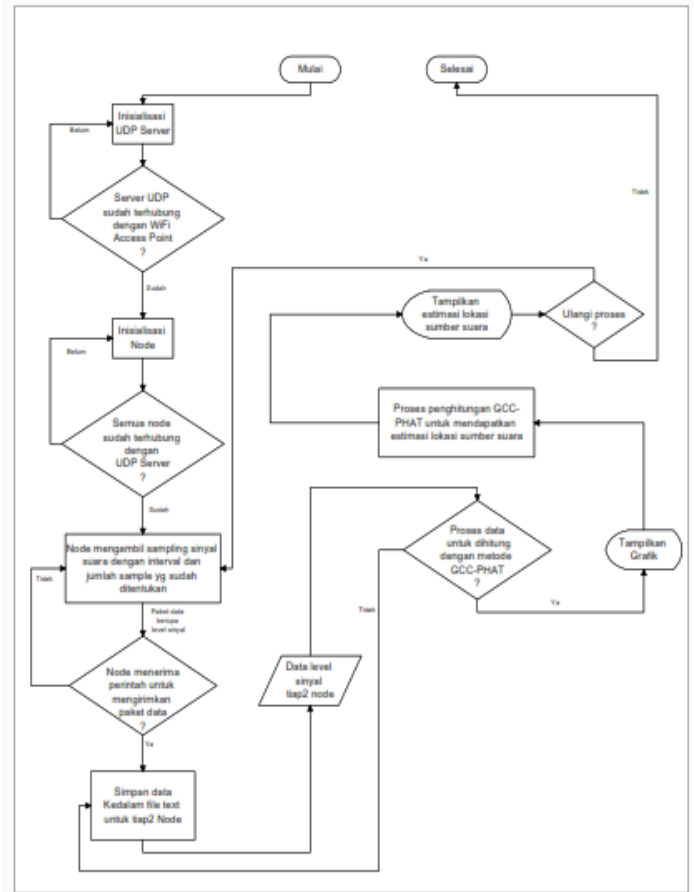
3. Rancangan Sistem Keseluruhan

Penempatan posisi dari semua node ditentukan terlebih dahulu dengan beberapa pertimbangan seperti jangkauan sensor suara dan jangkauan modul komunikasi. Gambar 2 menunjukan desain jaringan sensor nirkabel. Pada sistem ini, *processing unit* yang digunakan untuk setiap node adalah Wemos. *processing unit* pada *sensor node* digunakan untuk memproses nilai input dari sensor suara, mengatur waktu perekaman, penyimpanan file hasil pembacaan sensor suara dan mengatur waktu pengiriman data yang akan dikirim melalui *communication unit* yaitu modul esp8266. *Sensing unit* yang digunakan untuk setiap *sensor node* adalah modul sensor MAX9814. Modul sensor MAX9814 dapat merekam suara dengan hasil *noise* yang kecil. Data hasil *sensing* kemudian dikirim ke laptop untuk diolah.



Gambar 2. Desain Jaringan Sensor Nirkabel

Untuk alur jalannya sistem secara keseluruhan dapat dilihat melalui flowchart yang terdapat pada gambar 3



Gambar 3. Flowchart Alur Sistem

4. Rancangan Pengujian Sistem

Dalam pengujian sistem deteksi posisi suara ini setidaknya ada 3 tahapan pengujian. Tahapan pertama adalah tahapan pengiriman variasi data. Tahap kedua adalah tahap pengujian jarak mjangkau. Tahap ketiga adalah tahap pengujian estimasi posisi. tabel pengujian sistem bisa dilihat di tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sistem

No.	Pengujian	Parameter Keberhasilan
1.	Pengujian variasi pengiriman data.	Didapatkan jumlah optimal pengiriman data yang akan dikirimkan sensor node ke laptop
2.	Pengujian jarak jangkau modul esp8266.	Didapatkan jarak jangkau maksimum dari modul komunikasi esp8266 yang berhasil mengirimkan data keseluruhan.
3.	Pengujian penentuan estimasi posisi sumber suara	Didapatkan informasi posisi sumber suara yang dicari dan nilai error dari metode yang digunakan.

a. Pengujian Variasi Pengiriman Data

Pengujian variasi pengiriman data dilakukan untuk mengetahui jumlah data yang optimal untuk satu kali pengiriman dari *sensor node* ke laptop sehingga meminimalisir kegagalan dalam pengiriman data. Pengujian pengiriman data

dilakukan dengan mengirim data dari *sensor node* ke *laptop* dengan karakter.

Tabel 4. Hasil Pengujian Variasi Pengiriman Data

No	Jumlah karakter	Jumlah data optimal
1	1 Karakter	128
2	2 Karakter	78
3	3 Karakter	51

Hasil pengujian variasi pengiriman menunjukkan bahwa Esp8266 dapat mengirimkan data yang berisi 1 karakter dengan pengiriman sebanyak 128 data dalam satu kali pengiriman, sehingga karakter yang dikirimkan dalam satu kali pengiriman sebanyak 256 karakter. Sedangkan apabila data berisi 2 karakter Esp8266 dapat mengirimkan data sebanyak 78 data dalam satu kali pengiriman, sehingga karakter yang dikirimkan dalam satu

kali pengiriman sebanyak 234 karakter. Sedangkan apabila data berisi 3 karakter Esp8266 dapat mengirimkan data sebanyak 51 *array* dalam satu kali pengiriman, sehingga karakter yang dikirimkan dalam satu kali pengiriman sebanyak 204 karakter. Hasil pengujian tersebut digunakan untuk proses pengiriman data, Satu data hasil rekaman suara berisi 2-3 karakter sehingga sesuai dengan hasil pengujian yang telah dilakukan maka data yang dikirimkan adalah 51 data dalam sekali pengiriman. Jumlah data yang harus dikirimkan oleh *sensor node* adalah 15300, maka pengiriman esp8266 dilakukan sebanyak 300 kali.

b. Pengujian Jarak Jangkauan ESP8266

Pengujian jarak jangkauan pada modul esp8266 dilakukan untuk mengetahui jarak jangkauan maksimal dari modul esp8266 yang digunakan dan hasil pengujian ini digunakan untuk mendesain area dari jaringan sensor nirkabel. Pengujian jarak jangkauan modul Esp8266 dilakukan dengan *sensor node* mengirimkan data sejumlah data hasil pengujian variasi pengiriman ke laptop. Jarak antara *sensor node* dan laptop divariasikan hingga memperoleh jarak jangkauan maksimum antar node sudah tidak dapat saling menerima semua data. Variasi jarak jangkauan dibatasi sampai 5 meter. Pada penelitian tersebut jangkauan esp8266 dapat berkomunikasi sejauh 5 meter. Variasi jarak terdiri dari 1 meter, 2 meter, 3 meter, 4 meter, dan 5 meter. Jarak tersebut merupakan jarak antara *sensor node* dan laptop. Gambar 4. menunjukkan pengujian jarak jangkauan esp8266.



Gambar 4. Pengujian jarak jangkauan esp8266

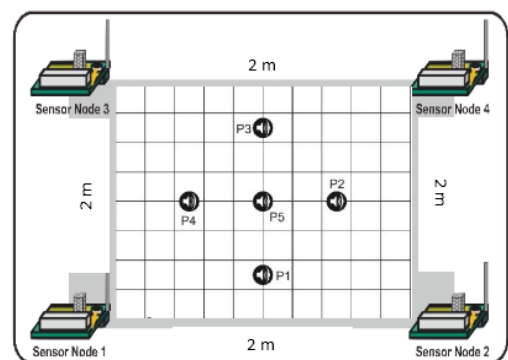
Pengujian jarak jangkauan esp8266 dilakukan dengan tujuan untuk mencari jangkauan maksimal dari esp8266 yang digunakan dalam melakukan proses pengiriman dan penerimaan

data. Esp 8266 dapat berkomunikasi hingga 5 meter.. Kemudian *laptop* akan mengirimkan data perintah untuk memulai mengirimkan data ke *laptop*. *Sensor node* akan mengirimkan data berjumlah 15300 data, dari hasil pengujian variasi pengiriman data maka *sensor node* mengirimkan data berjumlah 51 data dalam satu kali pengiriman. Sehingga terdapat 300 kali pengiriman data. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali dalam setiap jarak yang kemudian dicari nilai rata-rata dari setiap jaraknya untuk semua *sensor node*. Hasil pengujian jarak jangkauan ditunjukkan oleh tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Jarak Jangkauan

Jarak (m)	Node 1 (%)	Node 2 (%)	Node 3 (%)	Node 4 (%)
5	99,6	99,6	95,3	94,7
4	99,8	99,8	96,2	96
3	100	100	99,5	97,7
2	100	100	100	100
1	100	100	100	100

Hasil pengujian jarak jangkauan menunjukkan bahwa esp8266 yang digunakan oleh semua *sensor node* dapat berkomunikasi dengan data terkirim semua pada jarak 2 meter. Salah satu penyebab jarak jangkauan setiap *sensor node* berbeda-beda adalah antenna esp8266 dan kondisi dari esp8266 tersebut. Hasil pengujian ini digunakan untuk penempatan posisi dari setiap *sensor node* agar meminimalisir kesalahan saat pengiriman data dari *sensor node* ke laptop. Sehingga penempatan posisi antar *sensor node* ditunjukkan oleh Gambar .5



Gambar 5 Peletakan Sensor Final

c. Pengujian Estimasi Posisi Suara

Pengujian estimasi posisi suara dilakukan pada kondisi minim *noise* yang dilakukan pada *noise* dibawah 10 dB. Untuk menghitung nilai *noise* menggunakan aplikasi *sound meter* pada *smartphone*. Suara bom dibunyikan menggunakan *speaker* yang terhubung dengan *smartphone* dan posisi *speaker* berada didalam area jaringan sensor nirkabel. Pengujian dilakukan dengan dengan beberapa proses dan diulang sebanyak 3 kali

setiap posisi. Proses awal yaitu menghidupkan semua node dan kemudian mengatur ulang semua node. Kemudian melakukan perekaman suara, kemudian pengiriman data suara yang dilakukan secara berurutan dari *sensor node 1*, *sensor node 2*, *sensor node 3*, dan *sensor node 4* ke laptop. Kemudian data yang diterima tadi dilakukan pengolahan data pada software. Gambar 6 menunjukkan pengujian estimasi posisi.

Koordinat posisi setiap *sensor node* ditentukan terlebih dahulu berdasarkan desain yang dibuat berdasarkan jarak jangkauan xbee. Posisi sumber suara dilakuakn variasi posisi. Posisi suara akan divariasikan sebanyak 5 posisi, posisi tersebut terdiri dari P1, P2, P3, P4, dan P5. Gambar 4.6 menunjukkan variasi posisi sumber suara. Pada pengujian estimasi posisi ini dilakukan dengan menggunakan algoritme GCC-PHAT untuk kemudian dibandingkan dengan estimasi posisi asli. Hasil antara estimasi posisi dari algoritma GCC-PHAT dengan posisi sebenarnya digunakan untuk memperoleh akurasi penentuan posisi dalam bentuk nilai *error* yang dihasilkan. Pengecekan *error* dilakukan dengan cara membandingkan koordinat (x,y) estimasi posisi dengan koordinat (x,y) sebenarnya.



Gambar 6 Pengujian Estimasi Posisi Suara

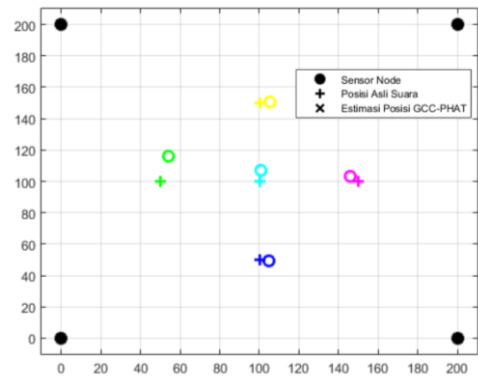
Hasil pengujian estimasi posisi ini ditunjukkan oleh Tabel 6 Hasil tersebut merupakan hasil terbaik dari setiap titik pengujian. Penggunaan algoritme GCC-PHAT mendapatkan nilai *error* terkecil didapat pada titik P1 dan *error* terbesar didapat pada titik P4. Nilai *error* didapatkan dengan cara membandingkan koordinat (x,y) estimasi posisi dengan koordinat (x,y) sebenarnya.

Tabel 6 Hasil Pengujian Estimasi Posisi Suara

Pengujian Estimasi Posisi			GCC-PHAT		
No	Titik	Posisi	Estimasi posisi (cm)	Error (cm)	Error (%)
1	P1	(100, 50)	(104.6, 49.6)	4.6	2,3
2	P2	(150, 100)	(145.9, 103.5)	5.3	2,7
3	P3	(100, 150)	(105.5, 150.6)	6.3	3,1
4	P4	(50, 100)	(54.2, 116.2)	10.7	5,3
5	P5	(100, 100)	(101.0, 107.3)	7.4	3,7

Simbol ‘O’ pada Gambar 7 menunjukkan posisi estimasi menggunakan algoritme GCC-PHAT, Sedangkan simbol ‘+’ menunjukkan posisi asli sumber suara. Warna mewakili titik

variasi estimasi posisi suara. Warna biru mewakili titik P1, warna magenta mewakili titik P2, warna kuning mewakili titik P3, warna hijau mewakili titik P4, dan warna cyan mewakili titik P5.



Gambar 7 Hasil estimasi posisi menggunakan algoritme GCC-PHAT

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa Akurasi estimasi posisi suara dengan menggunakan algoritme GCC-PHAT mendapatkan nilai rata-rata *error* 3,4% perbedaan posisi estimasi dengan posisi asli suara sejauh 6,8 cm. Sehingga akurasi estimasi posisi dengan menggunakan GCC-PHAT sebesar 96,6%.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Alasiry, A. Suhariyanto, A. Husein, and E. S. Ningrum, “Penentuan Posisi Node Jaringan Sensor Dengan Menggunakan Metode Trilaterasi Berdasarkan Kekuatan Sinyal Radio,” no. February, 2016, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/277034413>.
- [2] M. C. Catalbas and S. Dobrisek, “3D moving sound source localization via conventional microphones,” *Elektron. ir Elektrotehnika*, 2017, doi: 10.5755/j01.eie.23.4.18724.
- [3] Y. Hirano, T. Iwai, D. Kominami, I. Aihara, and M. Murata, “Implementation of a sound-source localization method for calling frog in an outdoor environment using a wireless sensor network,” 2016, doi: 10.1109/WiSPNET.2016.7566585.
- [4] N. K. Chaudhary, S. Verma, and A. Aditya, “Sound Source Localization using GCC-PHAT with TDOA Estimation,” *Number*, vol. 1, no. 11, pp. 54–58, 2014, [Online]. Available: <http://www.krishisanskriti.org/jbaer.html>.
- [5] R. Kachhoria, P. Gupta, S. Varma, and R. Maringanti, “Sound source localization in large area wireless sensor networks - A heuristic approach,” *11th IEEE India Conf. Emerg. Trends Innov. Technol. INDICON 2014*, Feb. 2015, doi: 10.1109/INDICON.2014.7030558.
- [6] D. Zhe and Y. Ming, “Research on TDOA based microphone array acoustic localization,” 2016, doi: 10.1109/ICEMI.2015.7494388.

## Web Based Monitoring Tegangan Baterai Kontrol Untuk Genset Pada Kereta Pembangkit Menggunakan Arduino

<sup>1</sup>Anggoro Dwi Prakoso, <sup>2</sup>Edy Kurniawan<sup>3</sup>Desriyanti

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Ponorogo

<sup>1</sup>[anggoro.dwi.p@gmail.com](mailto:anggoro.dwi.p@gmail.com), <sup>2</sup>[edy@umpo.ac.id](mailto:edy@umpo.ac.id), <sup>3</sup>[yunandes@gmail.com](mailto:yunandes@gmail.com)

*Abstract* — A Power Car is a train equipped with a Generator Set (genset) as an electricity source that can be used to turn on the electrical components in the train's electrical system. If there is a failure in the generator function on the power car, it can be ascertained that the electricity source for the other train is disturbed, one of the parameters that needs to be considered is the battery voltage. The way to monitor the average battery voltage is only by observing the voltage meter on the panel, which can only observe the battery voltage at that time without being able to show the trend of fluctuating voltage at the previous time. This web based battery voltage monitoring aims to monitor the performance of the generator control battery voltage when the train is operated. A tool designed to monitor the performance of the battery voltage is equipped with a warning over voltage and under voltage feature. While the media for monitoring is to use a website, where battery voltage monitoring is displayed using a line graph so that it can display the trend of battery voltage fluctuation. The working principle of this tool is to measure battery voltage and then the measurement value will be stored in the database. Equipped with a notification feature for the connection status of the device with the database on the device side and on the website, as well as a warning over voltage and under voltage in the form of a buzzer sound. Measurement data stored in the database are then displayed in a GUI (Graphical User Interface) in the form of a website. The result of this design is that the system is able to measure battery voltage with an error percentage of 0.51%. The results of battery voltage measurements are successfully stored in the database and can be displayed using the website with a graphic display. The connection status notification feature and over-voltage and under-voltage warnings are functioning properly.

**Keywords:** Monitoring, train, voltage, battery, Arduino, website, database.

*Abstract* — Kereta Pembangkit merupakan kereta yang dilengkapi dengan Generator Set (genset) sebagai sumber kelistrikan yang dapat digunakan untuk menghidupkan komponen-komponen elektrik dalam sistem kelistrikan kereta. Jika terjadi kegagalan pada fungsi genset pada kereta pembangkit dapat dipastikan bahwa sumber kelistrikan untuk kereta yang lain terganggu, salah satu parameter yang perlu diperhatikan adalah tegangan baterai. Cara monitoring tegangan baterai rata-rata hanya dengan mengamati *voltage meter* pada panel, dimana hanya dapat mengamati tegangan baterai pada saat itu saja tanpa mampu menunjukkan kecenderungan naik turunnya tegangan pada waktu sebelumnya. *Web based* monitoring tegangan baterai ini bertujuan untuk melakukan pemantauan terhadap performa tegangan baterai kontrol genset ketika kereta dioperasikan.

Alat yang dirancang akan memantau kinerja tegangan baterai dengan dilengkapi fitur *warning over voltage* dan *under voltage*. Sedangkan media untuk pemantauan adalah menggunakan *website*, dimana pemantauan tegangan baterai ditampilkan dengan menggunakan grafik garis sehingga dapat menampilkan kecenderungan naik turunnya tegangan baterai. Prinsip kerja alat ini yaitu melakukan pengukuran tegangan baterai kemudian nilai pengukuran akan disimpan pada *database*. Dilengkapi dengan fitur notifikasi status koneksi alat dengan *database* pada sisi alat maupun pada *website*, serta *warning over voltage* dan *under voltage* berupa suara *buzzer*. Data hasil pengukuran yang disimpan dalam *database* kemudian ditampilkan dalam sebuah *GUI* (Graphical User Interface) berupa *website*. Hasil dari perancangan ini adalah sistem mampu melakukan pengukuran tegangan baterai dengan persentase error sebesar 0,51 %. Hasil pengukuran tegangan baterai berhasil disimpan pada *database* dan dapat ditampilkan menggunakan *website* dengan tampilan berupa grafik. Fitur notifikasi status koneksi dan *warning over voltage* dan *under voltage* berfungsi dengan baik.

**Kata kunci :** Monitoring, kereta, tegangan, baterai, arduino, website, database.

### I. PENDAHULUAN

Baterai merupakan salah satu komponen dalam pembuatan kereta, tentunya baterai akan digunakan pada sistem kelistrikan pada kereta. Salah satu pengaplikasian baterai adalah dapat digunakan sebagai baterai *control* untuk genset pada kereta pembangkit. Baterai *lead-acid* atau baterai timbal merupakan perangkat kimia untuk menyimpan energi listrik yang banyak digunakan oleh masyarakat<sup>[9]</sup>. Pemantauan atau monitor yang tepat dan real-time juga merupakan hal yang penting agar optimalisasi fungsi baterai tercapai serta penggunaan energi dapat dikonsumsi secara efektif dan efisien. Kegagalan fungsi baterai dalam sistem kelistrikan kereta pembangkit memiliki dampak yang sangat besar pada operasional kereta secara keseluruhan. Kegagalan baterai tersebut dapat berakibat pada matinya genset pada kereta pembangkit yang menjadi sumber kelistrikan utama. Monitoring yang tepat dari tegangan baterai dapat menghindari gangguan sistem yang tidak terduga dan mencegah baterai dari *over-voltage* maupun *low-voltage*, yang dapat menyebabkan kerusakan permanen pada struktur internal baterai, maupun berdampak pada operasional kereta secara keseluruhan. Kegagalan fungsi genset pada kereta pembangkit salah satunya dapat disebabkan dari kinerja

baterai yakni berupa turunnya nilai tegangan pada baterai kontrol. Kegagalan fungsi baterai kontrol pada kereta pembangkit produk PT INKA termasuk dalam kategori 2 (dua) besar gangguan elektrikal pada kereta pembangkit yang terjadi selama operasional kereta periode tahun 2019<sup>[3]</sup>. Sarana memegang peranan penting karena sarana kereta api merupakan alat angkut dan alat penggerak dalam pengoperasian kereta api. Dengan melihat kedudukannya yang penting tersebut, maka kondisi dari sarana harus baik dari segi interior (pendingin udara, kursi dan bagasi). Apabila kondisi dari sarana mengalami kerusakan atau gangguan maka secara langsung akan mempengaruhi pelayanan kereta api dan perlu adanya perawatan<sup>[7]</sup>.

Monitoring dapat diartikan sebagai kegiatan mengamati dan mempengaruhi kegiatan pokok dan hasil pekerjaan. Monitoring akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang diselesaikan berulang dari waktu ke waktu, pemantauan umumnya dilakukan untuk tujuan tertentu, untuk memeriksa terhadap proses berikut objek atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas efek tindakan dari beberapa jenis antara lain tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan<sup>[2]</sup>. Sistem monitoring merupakan suatu proses untuk mengumpulkan data dari berbagai sumberdaya. Biasanya data yang dikumpulkan merupakan data yang real time, sehingga memudahkan untuk mendapatkan posisi dan data di dalam suatu alat. Penerapan monitoring kinerja alat-alat elektronik menjadi salah satu hal penting saat ini, sehingga terdapat beberapa penelitian dan perancangan terkait monitoring alat-alat elektronik. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan sehubungan dengan penelitian ini dan dapat digunakan oleh penulis sebagai bahan rujukan antara lain:

Penelitian pengukuran tegangan dan suhu baterai. Arduino sebagai *microcontroller* akan terintegrasi dengan sensor-sensor akan membaca pengukuran sensor dan akan ditampilkan pada layar LCD. Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring tegangan, dan suhu baterai berbasis mikrokontroler yang telah dibuat mampu untuk melakukan pengamatan data tegangan, arus, dan suhu baterai untuk kemudian ditampilkan melalui tampilan layar LCD<sup>[1]</sup>.

Penelitian kapasitas baterai pada perangkat embedded. Pengukuran kapasitas meliputi pengukuran tegangan dan arus baterai. Pembacaan pengukuran sensor dan akan ditampilkan pada layar LCD. Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring kapasitas baterai pada perangkat embedded dapat melakukan pengukuran kapasitas baterai dengan tingkat akurasi 94,56 %. Namun dalam penelitian tersebut terdapat saran pengembangan lebih lanjut terkait dengan sistem monitoring untuk dikembangkan agar dapat diakses dari jarak yang jauh melalui media internet<sup>[4]</sup>.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penulis bermaksud membuat sistem monitoring tegangan baterai pada kereta pembangkit. Sistem monitoring baterai

yang akan dibuat direncanakan dapat menampilkan pengukuran tegangan baterai melalui Graphical User Interface (GUI) dengan media *website*, dan hasil data pengukuran tegangan disimpan pada *database*, sehingga informasi yang akan diberikan dapat tersampaikan secara efektif, efisien, dan akurat. Dengan diketahuinya karakteristik dan performa baterai tersebut diharapkan tenaga perawatan dapat menentukan langkah-langkah yang tepat guna melakukan tindakan preventif dan corrective action pada baterai untuk menunjang kinerja kereta pembangkit yang handal saat beroperasi.

*Website* merupakan sekumpulan dokumen yang dipublikasikan melalui jaringan internet maupun intranet sehingga dapat diakses oleh user melalui web browser<sup>[8]</sup>. Website dinamis adalah sebuah website yang isi kontennya dapat berubah mengikuti dari isi database. Seseorang tidak perlu mengganti pemrograman website melainkan cukup melakukan pembaharuan pada database yang digunakan<sup>[6]</sup>. Website akan digunakan untuk mengakses database pengukuran. Database yang digunakan adalah MySQL. MySQL adalah salah satu program yang dapat digunakan sebagai database, dan merupakan salah satu software untuk database server yang banyak digunakan. MySQL bersifat open source dan menggunakan SQL. MySQL bias dijalankan diberbagai platform misalnya Windows, Linux dan lain sebagainya<sup>[5]</sup>.

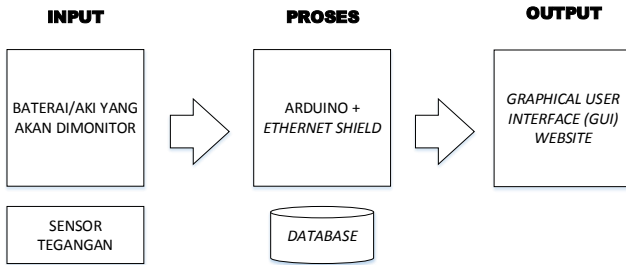
## II. METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan penelitian dan perancangan ini, penulis menyusun rencana jadwal perancangan. Adapun rencana tersebut ditampilkan dalam *Flowchart* pada Gambar 1 :



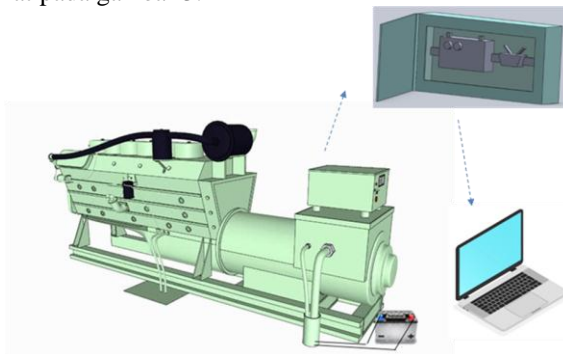
Gambar 1. *Flowchart* perancangan

Prinsip kerja dari sistem yang akan dirancang oleh penulis adalah sistem akan melakukan pengukuran tegangan baterai *control* genset pada kereta pembangkit, data hasil pengukuran akan disimpan pada suatu *database* dan akan ditampilkan melalui *GUI* berupa tampilan *website*. Perancangan alat disusun dalam *block diagram* sesuai pada gambar 2.



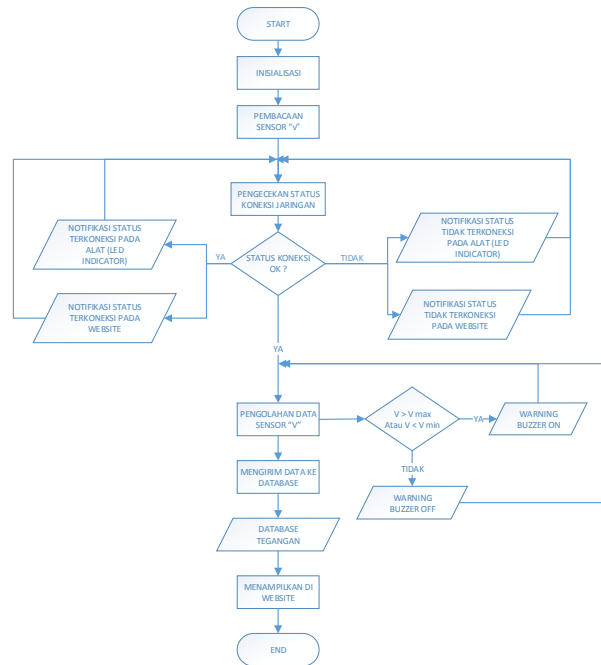
Gambar 2. *Block diagram* perancangan alat

Monitoring tegangan baterai *control* genset pada kereta pembangkit dirancang untuk memonitor tegangan yang dihasilkan oleh baterai. Proses awal sistem ini dimulai dari memasang alat pada beban yang akan dimonitoring. Setelah memasang alat, pengguna akan melakukan monitoring melalui PC dengan mengakses *website* sebagai *interfacenya*. Melalui *interface* tersebut dapat memonitor tegangan baterai dengan tampilan berupa grafik, dengan sumbu X vertikal menampilkan tampilan satuan waktu dan sumbu Y menampilkan satuan tegangan. Sehingga sistem diharapkan mampu menampilkan fluktuasi pengukuran tegangan baterai ketika kereta sedang beroperasi. Instalasi alat dirancang dapat dilihat pada gambar 3.



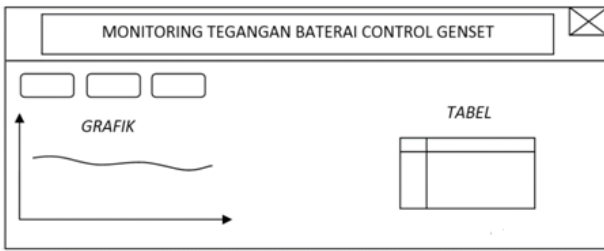
Gambar 3. Perancangan instalasi alat

Adapun *flowchart* keseluruhan sistem dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Flowchart* keseluruhan sistem

Proses awal adalah inisialisasi mikrokontroler, modul sensor, dan modul *ethernet shield*. Proses selanjutnya adalah pembacaan sensor tegangan, tegangan baterai akan diukur oleh sensor tegangan secara terus menerus. Tahapan selanjutnya adalah proses subrutin pengecekan koneksi jaringan. Dalam proses ini dilakukan pengecekan koneksi jaringan antara alat dengan *server database*. Status koneksi jaringan akan ditampilkan melalui notifikasi LED Indikator pada alat dan notifikasi pada *website*. Setelah melalui proses subrutin pengecekan koneksi jaringan data pembacaan tegangan akan dikirim ke *database* untuk disimpan. Kemudian proses selanjutnya masuk dalam tahapan subrutin pengolahan data tegangan. Sensor modul tegangan akan mengirimkan data secara terus menerus kepada modul mikrokontroler arduino. Modul mikrokontroler arduino akan mengolah data sensor tegangan sesuai dengan alur subrutin pengolahan data. Dalam proses ini dilakukan pengecekan nilai tegangan untuk kemudian dapat dikategorikan dalam kategori *over voltage* dan *under voltage*. Kategori nilai tegangan tersebut akan ditampilkan melalui *warning buzzer* pada alat dan penunjukan grafik garis pada *website*. Tahap terakhir adalah proses menampilkan data tegangan dari *database* tersebut yang akan ditampilkan oleh *website*. Perancangan tampilan grafik maupun tabel dapat dilihat pada gambar 5, dimana dapat menampilkan data pengukuran pada hari yang lalu hingga waktu sekarang. Sumbu X digunakan untuk menampilkan waktu, sedangkan sumbu Y menampilkan waktu pengukuran dan pembacaan.



Gambar 5. Rancangan desain tampilan antarmuka

pula untuk mengakses *website* yang akan menampilkan hasil pengukuran berupa tampilan grafik.

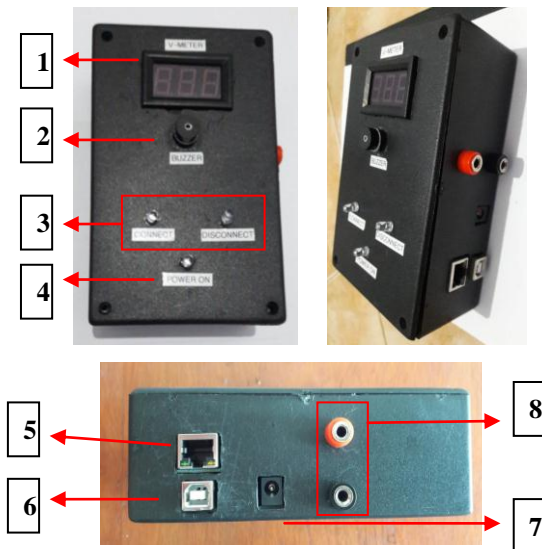


Gambar 7 Komponen utama

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. IMPLEMENTASI PERANGKAT KERAS/HARDWARE

Desain dimensi perangkat keras/hardware disesuaikan dengan banyaknya komponen-komponen penyusunnya. Nantinya alat ini akan diletakkan dalam sebuah panel kontrol. Hasil realisasi alat dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Modul alat

Terdapat beberapa komponen utama yang dapat dilihat pada gambar 7 yaitu sensor, mikrocontroller, serta router. Sensor tegangan merupakan perangkat yang melakukan pengukuran tegangan baterai/accu, sensor ini memiliki batas maksimal pembacaan sebesar 24 vdc. Mikrokontroller yang digunakan adalah arduino uno yang berfungsi untuk mengkoordinasikan sensor tegangan, pengolahan, dan pengiriman data. Mikroprocessor terdiri atas arduino uno dan *ethernet shield*. Untuk pengiriman data menuju *database* dilengkapi dengan perangkat router agar terhubung pada jaringan komputer. Laptop/komputer digunakan sebagai *server* lokal untuk menyimpan *database*. Selain itu digunakan

Tabel 1 berikut merupakan penjelasan dari komponen penyusun utama :

No	Keterangan
1.	Voltmeter digital
2.	Buzzer
3.	Indikator koneksi jaringan
4.	Router
5.	Port ethernet
6.	Port data arduino
7.	Port power supply arduino
8.	Port terminal V+ dan V - baterai
9.	Sensor tegangan
10.	Arduino Uno
11.	Ethernet shield
12.	Router
13.	Laptop/PC
14.	Web server / database

#### B. PENGUJIAN SENSOR TEGANGAN

Pengujian pembacaan sensor tegangan dilakukan dengan membandingkan antara hasil pembacaan sensor tegangan oleh alat dengan hasil pembacaan tegangan baterai langsung menggunakan alat multimeter. Pengujian alat dilakukan selama 5 hari. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian tegangan baterai

Pengujian hari ke-	Hari/tanggal	Rata-rata persentase error tiap pengujian
1	Selasa / 4 Agustus 2020	0,53 %
2	Rabu / 5 Agustus 2020	0,52 %
3	Kamis / 6 Agustus 2020	0,49 %
4	Jum'at / 7 Agustus 2020	0,50 %
5	Sabtu / 8 Agustus 2020	0,49 %
<b>Rata-rata persentase error</b>		<b>0,51 %</b>

Dalam pengujian alat ini dilakukan perhitungan nilai presentase error atau presentase kesalahan. Persentase error atau persentase kesalahan merupakan persentase perbedaan antara nilai perkiraan atau diukur dan nilai yang pasti atau dikenal. Dalam pengujian ini nilai perkiraan atau nilai yang diukur adalah nilai yang dibaca oleh sensor tegangan, sedangkan nilai pasti diperoleh dari pembacaan alat multimeter. Tujuan dari perhitungan persentase kesalahan adalah untuk mengukur seberapa dekat nilai yang diukur adalah nilai sebenarnya. Dalam pengujian ini akurasi presentase error terhadap pengukuran tegangan baterai adalah sebesar  $\pm 0,51\%$ .

Contoh perhitungan persentase error ( % error) dari pengujian hari pertama diatas adalah :

**Menghitung error,**

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \text{Hasil alat} - \text{hasil multimeter} \\ &= 13,53 - 13,47 \\ &= 0,06 \end{aligned}$$

dan seterusnya

**Menghitung persentase,**

$$\begin{aligned} \text{Persentase} &= \frac{\text{Hasil alat} - \text{hasil multimeter}}{\text{Hasil multimeter}} \times 100 \% \\ &= \frac{13,53 - 13,47}{13,47} \\ &= 0,45 \% \end{aligned}$$

dan seterusnya

**Menghitung rata-rata,**

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{\text{Total persentase}}{\text{Banyaknya data pengukuran}} \\ &= \frac{2,53}{5} \\ &= 0,51 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas untuk pengujian selama 5 hari, menunjukkan bahwa nilai persentase error pengukuran adalah sebesar 0,51%.

**C. PENGUJIAN WARNING OVER VOLTAGE DAN UNDER VOLTAGE.**

Selain melakukan pengolahan data pembacaan sensor tegangan, mikrokontroler juga melakukan pengolahan data *over voltage* atau *under voltage*. Sistem dirancang dengan menggunakan *warning* atau peringatan berupa suara *buzzer*, sehingga akan memberikan peringatan berupa suara kepada pengguna. Dalam perancangan sistem ini, batas atas atau batas *over voltage* berada pada nilai  $> 14,5$  vdc, sedangkan batas bawah atau *under voltage* berada pada nilai  $< 10$  vdc. Pada

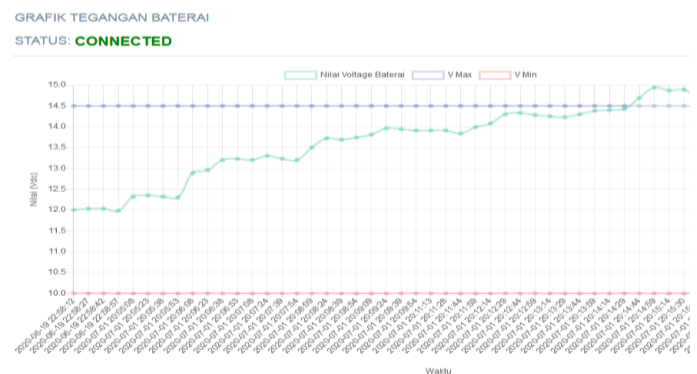
pengujian ini akan dilakukan pengujian terhadap kondisi *over voltage* dan *under voltage*. Hasil pengujian *warning over voltage* dapat dilihat pada tabel 3.

1. Pengujian *over voltage*

Tabel 3 Pengujian *warning over voltage*

No	Tegangan	Buzzer
1	14,2 vdc	Buzzer Off
2	14,6 vdc	Buzzer On
3	14,7 vdc	Buzzer On
4	14,4 vdc	Buzzer Off

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan simulasi menaikkan nilai tegangan hingga melebihi nilai 14,5 vdc. Setelah alat mendeteksi tegangan lebih dari 14,5 vdc *buzzer* berhasil berbunyi. Gambar 4.6 dibawah ini menunjukkan pembacaan tegangan terbaca 14.6 vdc, sehingga *buzzer* berbunyi. Sedangkan pada sisi *website*, pengukuran tegangan ditampilkan menggunakan grafik dengan sumbu Y menunjukkan nilai tegangan, semakin ke atas nilai tegangan semakin besar. Sumbu X menunjukkan waktu pembacaan tegangan, semakin ke kanan menunjukkan waktu terbaru. Pembacaan tegangan ditampilkan dengan menggunakan garis berwarna biru, batas *over voltage* ditampilkan dengan garis berwarna hijau, serta batas *under voltage* ditampilkan dengan garis berwarna merah. Berdasarkan pengujian yang dilakukan menunjukkan grafik tegangan yang diukur (warna hijau) melewati batas atas atau *over voltage* (warna biru), serta tampilan grafik mampu menunjukkan kecenderungan grafik garis yang menanjak dari waktu ke waktu. Pengujian *warning over voltage* yang tertampil pada *website* dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Grafik *over voltage*

2. Pengujian *warning under voltage*

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan simulasi menurunkan nilai tegangan hingga dibawah nilai 10 vdc. Setelah alat mendeteksi tegangan kurang dari 10 vdc *buzzer*



berhasil berbunyi. Hasil pengujian *warning under voltage* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Pengujian *warning under voltage*

No	Tegangan	Buzzer
1	10,2 vdc	Buzzer Off
2	9,36 vdc	Buzzer On
3	9,15 vdc	Buzzer On

Sedangkan pada sisi *website*, Berdasarkan pengujian yang dilakukan menunjukkan grafik tegangan yang diukur (warna hijau) melewati batas bawah atau *under voltage* (warna merah), serta tampilan grafik mampu menunjukkan kecenderungan grafik garis yang menurun dari waktu ke waktu. Pengujian *warning under voltage* yang tertampil pada *website* dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Grafik *under voltage*

**D. PENGUJIAN KOMUNIKASI JARINGAN KOMPUTER**

Pengecekan status koneksi jaringan sangat penting untuk memastikan data dapat terkirim dengan baik ke *server database*. Status koneksi jaringan akan ditampilkan dalam bentuk notifikasi, sehingga status koneksi jaringan dapat mudah dipantau oleh pengguna. Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian terhadap status koneksi jaringan. Hasil pengujian koneksi jaringan dapat dilihat pada tabel 5.

1. Pengujian koneksi jaringan terhubung.

Tabel 5 Pengujian koneksi jaringan

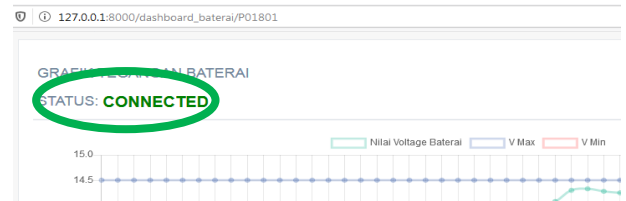
No	Kabel Jaringan	Indikator LED	Status di Website
1	Disambung	Menyala Hijau	Connected
2	Dilepas	Menyala Merah	Disconnected

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan simulasi menghubungkan sambungan kabel pada port ethernet pada modul alat. Sistem alat dirancang akan memberikan notifikasi jaringan terkoneksi jika alat dan *server database* terhubung. Pada sisi alat, notifikasi status koneksi berupa led indikator dengan warna hijau. Pengujian pada sisi alat dimana koneksi jaringan terhubung dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Indikator status *connected*

Sedangkan pada sisi *website* notifikasi berupa informasi berupa teks dengan tulisan “CONNECTED”. Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian koneksi jaringan terhubung pada sisi *website*.



Gambar 11 Status *connected* pada *website*

Jika status koneksi jaringan terhubung maka data pembacaan sensor tegangan akan dikirim dan dapat diterima oleh *server database* tegangan baterai.

2. Pengujian koneksi jaringan tidak terhubung.

Pengujian dilakukan dengan cara melakukan simulasi memutuskan sambungan kabel pada port ethernet pada modul alat. Sistem alat dirancang akan memberikan notifikasi jaringan tidak terkoneksi jika alat dan *server database* tidak terhubung. Pada sisi alat, notifikasi status koneksi berupa led indikator dengan warna merah. Pengujian pada sisi alat dimana koneksi jaringan tidak terhubung dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12 Indikator status *disconnected*

Sedangkan pada sisi *website* notifikasi berupa informasi berupa teks dengan tulisan “*NOT CONNECTED*” dan menampilkan waktu terakhir alat dan *database* terhubung. Gambar 13 menunjukkan hasil pengujian koneksi jaringan tidak terhubung pada sisi *website*.



Gambar 13 Status *disconnected* pada *website*

Jika status koneksi jaringan tidak terhubung maka data pembacaan sensor tegangan tidak akan dikirim ke *server database*. Data pembacaan sensor tegangan akan terkirim kembali jika sistem mendeteksi status koneksi jaringan terhubung.

Berdasarkan pengujian diatas, menunjukkan bahwa pada sub sistem komunikasi jaringan komputer ini dapat menjalankan fungsi dengan baik. *Ethernet shield* mampu menghubungkan arduino board dengan jaringan komputer dengan bantuan router. Sehingga data dikirim dapat diterima oleh *server database* dan kemudian ditampilkan melalui *website*. Integrasi alat dengan jaringan komputer dapat dilihat pada gambar 14.

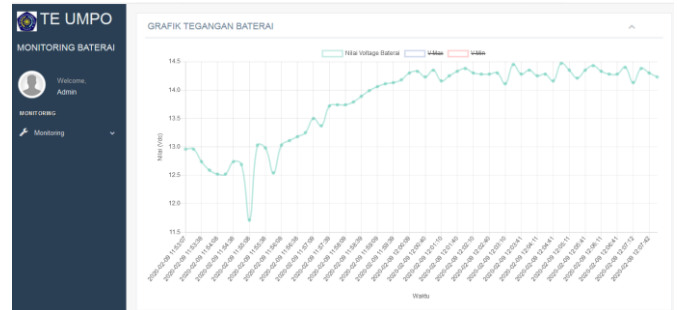


Gambar 14 Integrasi alat dengan jaringan komputer

**E. PENGUJIAN GUI WEBSITE**

Graphical User Interface (GUI) *website* merupakan tahapan akhir dari sistem ini, berisikan tampilan antar muka antara pengguna dengan modul alat. *GUI website* akan menampilkan data pembacaan modul alat yang sebelumnya disimpan pada *server database*. Tampilan pembacaan tegangan ditampilkan dalam tampilan grafik dan tabel. Pengukuran tegangan ditampilkan menggunakan grafik dengan sumbu Y menunjukkan nilai tegangan, semakin ke atas nilai tegangan semakin besar. Sumbu X menunjukkan waktu pembacaan tegangan, semakin ke kanan menunjukkan waktu terbaru. Dengan menggunakan tampilan grafik sistem mampu menunjukkan trend fluktuasi tegangan baterai, sehingga

kegiatan monitoring dapat memberikan informasi tentang status dan kecenderungan pengukuran tegangan baterai dan evaluasi berulang dari waktu ke waktu. Untuk mengakses tampilan *website* terlebih dahulu membuka aplikasi browser pada PC/laptop, ketikkan alamat : <http://127.0.0.1:8000/> pada browser untuk menampilkan *GUI* grafik pengukuran tegangan dan data-data pembacaan lainnya. Tampilan pada sisi *website* dengan *GUI* berupa grafik dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15 Grafik tegangan baterai

Selain tampilan berupa model grafik, pembacaan tegangan baterai dapat ditampilkan pula dengan model table yang dapat dilihat pada gambar 16.

ID	No Koneksi	Waktu	Nilai Volt
1	P01801	2020-07-01 06:37:07	13.23
2	P01801	2020-07-01 06:37:36	13.89
3	P01801	2020-07-01 06:37:53	13.82
4	P01801	2020-07-01 06:38:08	13.53
5	P01801	2020-07-01 06:38:36	12.3
6	P01801	2020-07-01 06:38:53	14.98
7	P01801	2020-07-01 06:39:08	14.42
8	P01801	2020-07-01 06:39:23	14.39
9	P01801	2020-07-01 06:39:38	16.73
10	P01801	2020-07-01 06:39:53	12.68
11	P01801		
12	P01801		

Gambar 16 Data tegangan baterai

Pada tampilan *interface* model grafik dan tabel dapat menjalankan fungsinya dengan baik. *GUI* dapat menampilkan data dengan tepat baik pada model grafik maupun model tabel. Pada model grafik dapat menunjukkan fungsi monitoring tegangan baterai dengan baik, mampu menunjukkan trend naik atau turunnya tegangan baterai yang diukur.

**F. RESUME PEMBAHASAN KINERJA ALAT**

Dari hasil pembuatan alat untuk monitoring tegangan baterai genset dengan menggunakan *website* sudah mampu bekerja dengan baik dan sesuai dengan harapan. Sensor tegangan mampu bekerja dengan baik untuk memonitor naik turunnya tegangan baterai. Berdasarkan hasil pengujian, pembacaan sensor tegangan pada alat ini memiliki persentase error sebesar ± 0,51%. Fitur *warning over voltage* dan *under voltage* yang dirancang pada alat ini mampu mendeteksi adanya tegangan baterai yang melebihi batas yang telah

ditentukan, *warning* yang diberikan berupa suara *buzzer* dan telah berfungsi dengan baik. Fitur notifikasi status koneksi alat dengan jaringan mampu mendeteksi adanya permasalahan pada koneksi jaringan. Notifikasi yang ditampilkan berupa indikator LED pada alat dan notifikasi teks pada tampilan *website*, sehingga mempermudah pengguna dalam melakukan monitoring status koneksi alat. Hasil pengukuran nilai tegangan oleh alat mampu dikirimkan ke *server database* dan diterima dengan baik untuk kemudian dilakukan penyimpanan data. Sistem monitoring ini dirancang dengan tampilan end user / pengguna berupa *website*. Data pengukuran tegangan yang disimpan pada *database* mampu ditampilkan secara realtime dengan tampilan berupa grafik dan tabel. Dengan model tampilan berupa grafik mampu mempermudah pengguna untuk melakukan monitoring kecenderungan naik – turunnya tegangan baterai.

#### IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, pembuatan, dan pengujian alat web based monitoring tegangan baterai genset, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem yang dirancang mampu melakukan pengukuran tegangan baterai, menyimpan data pengukuran pada suatu *database* dan kemudian menampilkan hasil pengukuran tegangan dalam model grafik melalui media *website*. Akurasi error pengukuran tegangan baterai oleh sistem sebesar  $\pm 0,51\%$ .
2. Sistem yang dibuat terhubung dalam suatu jaringan komputer, yang mampu menghubungkan antara alat dengan *database*. *Database* dapat menyimpan data hasil pengukuran tegangan baterai secaraurut berdasarkan urutan waktu.
3. Tampilan *GUI* berupa grafik pada *website* dapat menunjukkan fungsi monitoring trend atau kecenderungan naik turunnya tegangan baterai.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bayu , segara AP, dkk . (2013). Monitoring Kinerja Baterai Berbasis Timbal untuk Sistem Photovoltaic. Jurnal Teknik POMITS, 1(1), 1-6 [2] INKA. (2019). Laporan gangguan produk PT INKA Tahun 2019
- [2] Dipohusodo, Istimawan. (1996). Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid 1. Jogjakarta : Kanisius
- [3] INKA. (2019). Laporan gangguan produk PT INKA Tahun 2019
- [4] Kristinawati , Yohana, dkk . (2018). Implementasi Modul Monitoring Kapasitas baterai Pada Perangkat Embedded. Jurnal PTIIK Universitas Brawijaya, 2(10), 3210-3219.
- [5] Madcoms, Andi. (2011). Aplikasi Web *Database* dengan Dreamweaver dan PHP-MYSQL. Yogyakarta : Andi.
- [6] Rahman. (2013). Cara Gampang Bikin CMS PHP Tanpa Ngoding. Jakarta: PT. Transmedia
- [7] Samsudin, Boedi, dkk. (2015). Beban Daya Genzet Di Kereta K3 (Ekonomi) Atas Pemasangan Ac Split (Ac Rumah). Jurnal Puslitbang Perhubungan Darat dan Perkeretaapian.
- [8] Sardi, Irawan. (2004). Manajemen, Desain dan Pengembangan Situs Web dengan Macromedia Dreamweaver MX dan Adobe Photoshop 7.0. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- [9] Yuasa. (2019). Technical Manual : YUASA

# Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Menggunakan Sensor DHT11

<sup>1</sup>Mahput Rino Saputro, <sup>2</sup>Saidah

<sup>12</sup> Teknik Elektro, Universitas Bhayangkara, Surabaya

<sup>1</sup>rinosaputro06@gmail.com\_1, <sup>2</sup> saidah@ubhara.ac.id\_2

## Abstract

*This study aims to determine the temperature in the room using the LCD and sensors as automatic switches so that the temperature is stable. Researchers create a system of monitoring the temperature and humidity of a room (egg incubator) automatically using a DHT11 sensor. The DHT11 humidity and temperature sensor has many advantages which make it the right choice for this application. The choice of the microcontroller which is the brain of the controller falls on Arduino UNO. For heating the incubator 2 lamps are used with 75 watts of power. The incubator room is equipped with 1 fan for air circulation.*

*Circuit testing is done by turning on the power for the whole series and then the LCD display displays the temperature and humidity of the air that has been measured by DHT11 and sent serially. In this study the results obtained that a stable room temperature, which is 38 °C.*

**Keywords:** *Arduino Microcontroller, DHT11 Sensor, Egg Hatching Machine, lcd 16x2, temperature.*

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu yang ada di dalam ruangan menggunakan LCD dan sensor sebagai saklar otomatis agar suhu stabil. Peneliti membuat suatu sistem monitoring suhu dan kelembaban suatu ruangan (mesin penetas telur) secara otomatis dengan menggunakan sensor DHT11. Sensor kelembaban dan temperatur DHT11 memiliki banyak kelebihan yang membuatnya menjadi pilihan yang tepat untuk aplikasi ini. Pemilihan mikrokontroler yang menjadi otak kontroler ini jatuh pada Arduino UNO. Untuk pemanas mesin tetas digunakan 2 buah lampu dengan daya 75 watt. Ruangan inkubator dilengkapi dengan 1 buah kipas untuk sirkulasi udara.

Pengujian rangkaian dilakukan dengan cara menghidupkan power untuk seluruh rangkaian dan kemudian display LCD menampilkan suhu dan kelembaban udara yang telah diukur oleh DHT11 dan dikirimkan secara serial. Dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa suhu ruang yang stabil, yaitu 38 °C.

**Kata Kunci:** *Mikrokontroler Arduino, Sensor DHT11, Mesin Penetas Telur, lcd 16x2, Suhu.*

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam instrumentasi berkembang dengan pesat. Berbagai jenis teknologi banyak diciptakan untuk dapat mempermudah manusia dalam melakukan pekerjaannya. Sebagai salah satu teknologi yang berkembang ialah teknologi di bidang pengukuran suhu dan kelembaban

udara. Apabila suhu dan kelembaban tidak stabil akan terjadi perubahan yang dapat menyebabkan kondisi ruangan berubah. Teknologi pengukuran suhu dan kelembaban udara dapat diterapkan dalam berbagai bidang salah satunya dalam dunia peternakan. Sehingga, dunia peternakan juga mengalami kemajuan teknologi pengukuran suhu dan kelembaban udara.

Peneliti sebelumnya banyak melakukan penelitian mesin penetas telur otomatis seperti peneliti [1]. Peneliti ini menggunakan thermostat sebagai pengukur suhu dan juga handle untuk pemutar rak. Peneliti [2]. Menggunakan Arduino sebagai kontrol sensor LM35. Peneliti [3]. Membuat mesin penetas telur sederhana menggunakan sensor LM35. Peneliti [4]. Menggunakan mikrokontroler Atmega16 sebagai pengendali sinyal dari sensor LM35. Sedangkan peneliti [5]. Menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pembaca suhu dari sensor LM35.

Dalam hal ini penulis ingin membuat suatu sistem monitoring suhu dan kelembaban suatu ruangan (mesin penetas telur) secara otomatis dengan menggunakan sensor DHT11. Dimana kelebihan dari sensor DHT11 adalah dapat mengukur suhu dan kelembaban yang ada didalam mesin penetas. Seluruh pengontrolan sistem dilakukan oleh mikrokontroler Arduino UNO. Seluruh aktivitas dari sistem tersebut dikontrol secara On-Off sudah bisa dianggap cukup untuk mengontrol suatu mesin penetas telur otomatis oleh mikrokontroler arduino UNO.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

Metodologi penelitian dalam pembuatan Tugas Akhir ini, dibutuhkan tahapan-tahapan sebagai berikut : Pada perancangan Tugas Akhir ini terdiri atas beberapa tahapan pelaksanaan, yaitu sebagai berikut:

1. Studi Literatur  
Mencari literatur serta mengumpulkan data yang berhubungan dengan dan komponen pendukung lainnya yang digunakan.
2. Pembuatan *Hardware* dan *Software*  
Merancang dan merakit komponen-komponen yang sudah ditentukan menjadi Modul agar tidak memakan banyak tempat pada Panel, dan membuat *software*.
3. Pengujian dan analisa alat  
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor untuk mengatur nyala dan mati dari lampu.
4. Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan yang dibuat meliputi evaluasi tahap akhir terhadap mesin penetas telur dan juga kestabilan suhu yang didapatkan.

#### 5. Penyusunan Laporan

Laporan dibuat berdasarkan dari seluruh kegiatan telah yang dilakukan, yaitu meliputi evaluasi tahap akhir terhadap pengujian mesin penetas telur secara otomatis.

### B. Dasar Teori

#### 2.1 Mesin Penetas

Mesin penetas telur adalah sebuah alat yang membantu untuk proses penetasan telur unggas. Cara kerja alat ini melalui proses pengeraman tanpa induk dengan menggunakan sebuah lampu pijar berdaya  $2 \times 75$  watt. mesin ini dilengkapi dengan sistem rak berputar yang berfungsi untuk meratakan proses pemanasan telur agar bisa menetas secara maksimal.

Penetasan telur ayam kampung menjadi populer di tingkat peternak kecil dan menengah bahkan di tingkat rumah tangga untuk dijadikan jenis petelur, pedaging atau untuk menghasilkan unggas-unggas yang cantik untuk dipelihara sebagai binatang peliharaan, karena ayam kampung dikenal sebagai ayam yang memiliki *resistensi* (ketahanan tubuh) yang lebih kuat daripada ayam ayam yang lain disamping itu rasa daging ayam kampung jauh lebih nikmat daripada ayam pedaging pada umumnya. Akan tetapi, para peternak sampai saat ini masih banyak yang menggantungkan untuk mendapatkan bibit ayam yang berkualitas dari hasil persilangan telur-telur galur unggul dan murni dari *breeder* (perusahaan penetas telur) besar. Dari semua tahap-tahap penetasan telur ada 5 poin utama yang harus diperhatikan pada mesin penetas telur, yaitu:

1. Suhu (Temperatur)
2. Kelembaban udara (*Humidity*)
3. Ventilasi
4. Pemutaran telur
5. Kebersihan [6].

Meski pada rentang suhu  $36^{\circ}\text{C}$  -  $42^{\circ}\text{C}$  telur dapat menetas, tetapi suhu optimal diupayakan pada  $38^{\circ}\text{C}$  -  $39^{\circ}\text{C}$ . sedangkan untuk kelembaban dapat dijaga pada kisaran 50% sampai 60% [7].

#### 2.2 Mikrokontroler Arduino

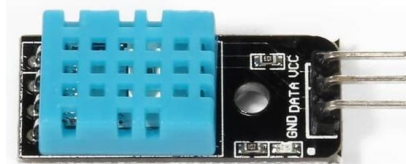
Arduino adalah sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata "platform" disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memori

mikrokontroler [8]. Ada banyak proyek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino.

Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Salah satu yang membuat arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya *open source*, baik untuk hardware maupun *software*-nya. Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah *microcontroller* 8 bit dengan merk Atmega yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan Atmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan Atmega2560.

#### 2.3 Sensor DHT11

Sensor dan kelembaban terkadang didesain terpisah, namun karena banyaknya peneliti memerlukan kedua sensor tersebut secara bersamaan maka beberapa produsen sensor memproduksi 1 buah alat sensor dan bisa mengukur kedua parameter tersebut. Sensor suhu dan kelembaban tersebut adalah DHT11. DHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban, ia memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Penampakan dari sensor DHT11 seperti ditunjukkan pada gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan gambar bagian depan dan kaki-kakinya yang terdiri dari Vcc, data pembacaan dan Ground. Sedangkan pada balik sensor berisi data maksimal pengerjaan tegangan yang dibutuhkan sensor juga kelembaban yang dapat digunakan sebagai indikator. Untuk mendeteksi kelembaban udara dan suhu udara digunakan sebuah sensor DHT11 yang dapat dikalibrasi langsung.



Gambar 1. Sensor DHT11

#### 2.4 LCD 16X2

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka atau

pun grafik .Material LCD (*Liquid Crystal Display*) LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang [10]. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamat dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan backlight.

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada bab ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram
4. Dapat dialamat dengan mode 4-bit dan 8-bit
5. Dilengkapi dengan backlight.
6. Tersedia VR untuk mengatur kontras.
7. Pilihan konfigurasi untuk operasi write only atau read/write.
8. Catu daya +5 Volt DC dan Kompatibel dengan DT-51 dan DT-AVR Low Cost Series serta sistem mikrokontroler/mikroprosesor lain.

### 2.7 Lampu

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Bentuk fisik dari lampu pijar dapat dilihat pada gambar 2. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.



Gambar 2. Lampu Pijar

Lampu pijar dipasarkan dalam berbagai macam bentuk dan tersedia untuk tegangan (voltase) kerja yang bervariasi dari

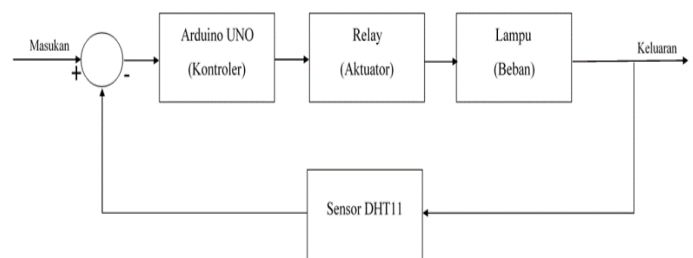
mulai 1,25 volt hingga 300 volt. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya seperti lampu pendar dan diode cahaya, maka secara bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi.

Di samping memanfaatkan cahaya yang dihasilkan, beberapa pengguna lampu pijar lebih memanfaatkan panas yang dihasilkan, contohnya adalah pemanas kandang ayam dan pemanas inframerah dalam proses pemanasan di bidang industri.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perancangan Sistem

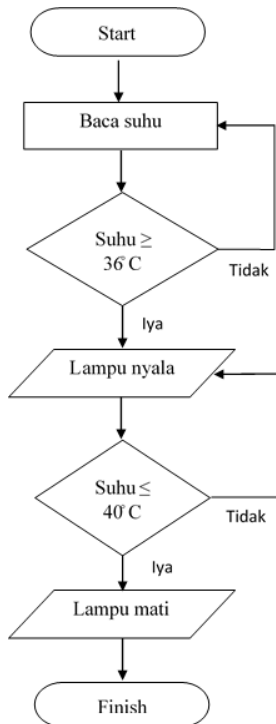
Blok diagram rancang bangun mesin penetas telur secara close loop menggunakan sensor DHT11 dapat dilihat pada gambar 3 :



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Mesin Penetas Telur

Pada blok diagram diberikan masukan set point suhu 38° C, dengan toleransi batas atas 40° C dan juga batas bawah 36° C. Dimana Arduino sebagai kontrol untuk mengatur kerja relay. Lampu digunakan untuk memberikan panas didalam ruangan mesin penetas. Sensor DHT11 digunakan untuk mengatur agar suhu keluaran sesuai dengan set point yang telah diberikan.

Dari sumber tegangan AC 220 volt masuk ke penyearah tegangan menjadi 9 volt DC sebagai power untuk arduino, kemudian relay dan sensor mendapatkan tegangan sebesar 5 volt DC dari output arduino uno. Lampu diberi tegangan 220 volt AC dari PLN.



Gambar 4. Flowchart Cara Kerja Mesin Penetas Telur

Gambar 4 adalah flowchart cara kerja mesin penetas telur, mulai dari proses pembacaan suhu oleh sensor DHT11, kemudian sensor memberi perintah pada relay untuk off apabila suhu pada ruangan mesin penetas telur telah mencapai 40°C sehingga lampu pada ruangan mesin penetas akan mati. Kemudian relay akan memberi perintah on apabila suhu dalam ruangan mesin penetas turun ke suhu 36°C sehingga lampu pada ruangan mesin penetas akan menyala kembali dan menaikkan suhu hingga batas yang ditentukan. Apabila suhu telah mencapai batas yang ditentukan maka relay kembali off dan lampu pada ruangan mesin penetas akan mati begitu seterusnya.

### 3.2 Pengujian Pengambilan Data

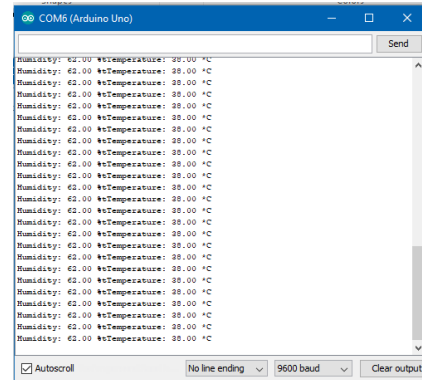
Pengujian pengambilan data ini dibagi menjadi dua, yaitu pengujian LCD dan pengambilan data sensor.

#### 1) Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan dengan mengupload program ke Arduino. Jika program tersebut berjalan lancar maka LCD akan menampilkan hasil pembacaan sensor suhu dan kelembaban (DHT11) seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Pada LCD 16x2



Gambar 6. Tampilan Pada Serial Monitor Arduino Uno

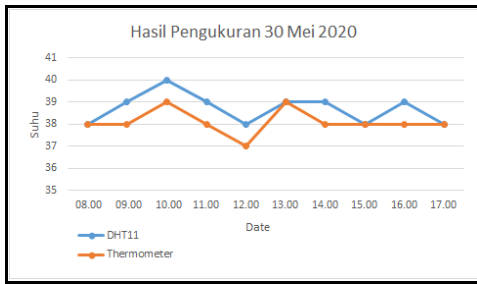
Gambar 6 merupakan tampilan serial monitor Arduino Uno suhu dan kelembaban sesuai dengan yang ditampilkan pada LCD 16x2.

#### 2) Pengujian Pengambilan Data Sensor

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 7 sampai gambar 12 dan juga tabel 1 sampai tabel 5 berikut :

Tabel 1. Pengambilan Data Suhu Pertama

No.	Date	DHT 11	Thermo meter	Lampu	Error
1.	30 Mei 2020, 08.00	38	38	On	0,0%
2.	30 Mei 2020, 09.00	39	38	On	2,6%
3.	30 Mei 2020, 10.00	40	39	On	2,5%
4.	30 Mei 2020, 11.00	39	38	On	2,6%
5.	30 Mei 2020, 12.00	38	37	On	2,7%
6.	30 Mei 2020, 13.00	39	39	Off	0,0%
7.	30 Mei 2020, 14.00	39	38	Off	0,0%
8.	30 Mei 2020, 15.00	38	38	Off	2,6%
9.	30 Mei 2020, 16.00	39	38	Off	0,0%
10.	30 Mei 2020, 17.00	38	38	On	0,0%
<b>Rata-Rata</b>		38,7	38,1		1,3%



Gambar 7. Grafik Pengambilan Data Suhu Pertama

Tabel 2. Pengambilan Data Kelembaban pertama

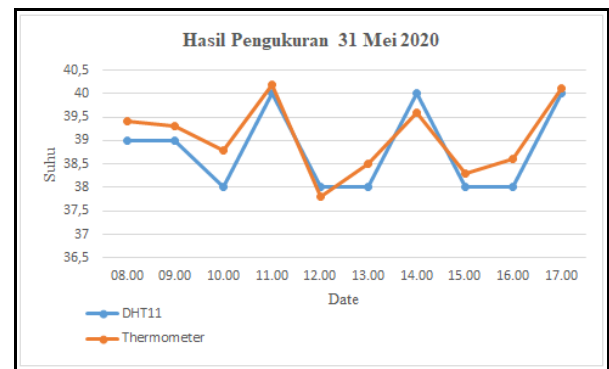
No.	Date	Kelembaban (%)
1.	30 Mei 2020, 08.00	57
2.	30 Mei 2020, 09.00	56
3.	30 Mei 2020, 10.00	56
4.	30 Mei 2020, 11.00	55
5.	30 Mei 2020, 12.00	54
6.	30 Mei 2020, 13.00	54
7.	30 Mei 2020, 14.00	55
8.	30 Mei 2020, 15.00	55
9.	30 Mei 2020, 16.00	55
10.	30 Mei 2020, 17.00	55
<b>Rata-Rata</b>		55,2



Gambar 8. Grafik Pengambilan Data Kelembaban Pertama

Tabel 3. Pengambilan Data Suhu Kedua

No.	Date	DHT 11	Thermo meter	Lampu	Error
1.	31 Mei 2020, 08.00	39	39,4	Off	1,01%
2.	31 Mei 2020, 09.00	39	39,3	Off	0,51%
3.	31 Mei 2020, 10.00	38	38,8	Off	2,06%
4.	31 Mei 2020, 11.00	40	40,2	Off	0,49%
5.	31 Mei 2020, 12.00	38	37,8	On	0,79%
6.	31 Mei 2020, 13.00	38	38,5	Off	1,29%
7.	31 Mei 2020, 14.00	40	39,6	On	1,01%
8.	31 Mei 2020, 15.00	38	38,3	Off	0,78%
9.	31 Mei 2020, 16.00	38	38,6	Off	1,55%
10.	31 Mei 2020, 17.00	40	40,1	Off	0,24%
<b>Rata - Rata</b>		38,8	39,06		0,97%



Gambar 9. Grafik Pengambilan Data Suhu Kedua



Tabel 4. Pengambilan Data Kelembaban Kedua

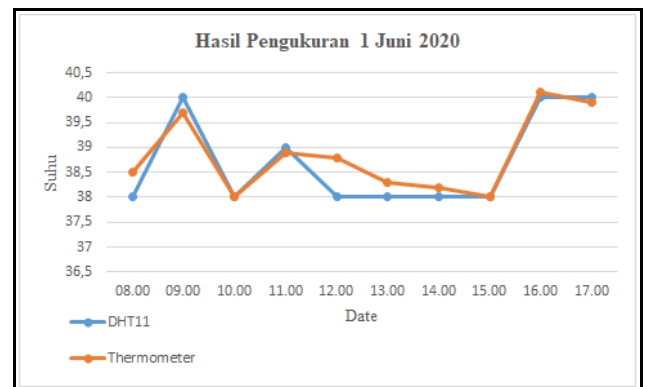
No.	Date	Kelembaban (%)
1.	31 Mei 2020, 08.00	56
2.	31 Mei 2020, 09.00	56
3.	31 Mei 2020, 10.00	55
4.	31 Mei 2020, 11.00	55
5.	31 Mei 2020, 12.00	55
6.	31 Mei 2020, 13.00	55
7.	31 Mei 2020, 14.00	54
8.	31 Mei 2020, 15.00	54
9.	31 Mei 2020, 16.00	55
10.	31 Mei 2020, 17.00	55
<b>Rata-Rata</b>		55



Gambar 10. Grafik Pengambilan Data Kelembaban Kedua

Tabel 5. Pengambilan Data Suhu Ketiga

No.	Date	DHT 11	Thermo meter	Lampu	Error
1.	1 Juni 2020, 08.00	38	38,5	Off	1,29%
2.	1 Juni 2020, 09.00	40	39,7	Off	0,75%
3.	1 Juni 2020, 10.00	38	38	On	0,00%
4.	1 Juni 2020, 11.00	39	38,9	On	0,25%
5.	1 Juni 2020, 12.00	38	38,8	Off	2,06%
6.	1 Juni 2020, 13.00	38	38,3	On	0,78%
7.	1 Juni 2020, 14.00	38	38,2	Off	0,52%
8.	1 Juni 2020, 15.00	38	38	On	0,00%
9.	1 Juni 2020, 16.00	40	40,1	Off	0,24%
10.	1 Juni 2020, 17.00	40	39,9	Off	0,25%
<b>Rata - Rata</b>		38,7	38,84		0,61%



Gambar 11. Grafik Pengambilan Data Suhu Ketiga

Tabel 6. Pengambilan Data Kelembaban Ketiga

No.	Date	Kelembaban (%)
1.	1 Juni 2020, 08.00	55
2.	1 Juni 2020, 09.00	55
3.	1 Juni 2020, 10.00	54
4.	1 Juni 2020, 11.00	55
5.	1 Juni 2020, 12.00	56
6.	1 Juni 2020, 13.00	55
7.	1 Juni 2020, 14.00	55
8.	1 Juni 2020, 15.00	54
9.	1 Juni 2020, 16.00	55
10.	1 Juni 2020, 17.00	55
<b>Rata-Rata</b>		54,9



Gambar 12. Grafik Pengambilan Data Kelembaban Ketiga

Hasil data error pada pengambilan data dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\% \text{ Error} = \left( \frac{\text{Nilai Standar} - \text{Nilai Uji}}{\text{Nilai Standar}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Pengujian Sensor DHT11 yang dilakukan selama 3 hari dengan jumlah pengukuran  $10 \times 1$  jam ini dilakukan untuk mencari nilai rata-rata suhu yang ada dalam ruangan. Sensor ini diletakan pada bagian atas rak geser yang nantinya sensor ini akan mengharapkan hasil nilai data berupa suhu pada ruangan mesin tetas.

Perbandingan Sensor DHT11 dan pada Termometer memiliki tingkat Error pada DHT11 yang mana pada pengukuran pertama, kedua dan ketiga memiliki rata-rata Error dari 10 kali percobaan sebesar 1,3 % untuk pengukuran pertama, 0,97% untuk pengukuran kedua, dan 0,61 % pada pengukuran ketiga.

Kelembaban yang didapat dari hasil pengukuran sensor DHT11 pada pengukuran pertama mendapatkan hasil rata-rata 55,2%, pengukuran kedua 55%, dan pengukuran ketiga 54,9%.

#### IV. KESIMPULAN

##### 1) Kesimpulan

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan pada makalah ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sensor DHT 11 merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang baik, serta ditambah dengan kemampuan mikrokontroler 8 bit seperti Arduino. Sistem ini mampu menjaga suhu di dalam mesin penetas dengan rata-rata nilai suhu sebesar  $38,73^{\circ}\text{C}$ , sedangkan untuk suhu rata-rata pada termometer sebesar  $38,66^{\circ}\text{C}$ . Untuk kelembaban pada ruang penetas didapatkan hasil rata-rata sebesar 55%.
2. Perbandingan hasil pengujian antara sensor DHT11 dan Thermometer dapat terlihat dalam hasil perhitungan di atas pada alat yang dirancang sudah mendekati linier dengan alat standar dengan rata-rata % error pada pengujian pertama sebesar 1,3%, rata-rata error pada pengujian kedua sebesar 0,97%, dan rata-rata error pada pengujian ketiga sebesar 0,61%.
3. Pengujian rangkaian dilakukan dengan cara menghidupkan power untuk seluruh rangkaian dan kemudian display LCD menampilkan suhu dan kelembaban udara yang telah diukur oleh DHT11 dan dikirimkan secara serial. Pada LCD akan ditampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara yang telah diukur. Hasil pengukuran suhu diperoleh dalam satuan Derajat Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan hasil pengukuran kelembaban diperoleh dalam satuan Persen (%). Setelah hasil pengukuran ditampilkan pada LCD berarti alat pengukur suhu dan kelembaban udara ini telah sukses menjalankan seluruh operasi di atas, dan dapat dinyatakan kalau rangkaian bekerja dengan baik.

##### 2) Saran

Untuk kelanjutan Riset yang akan datang, diharapkan adanya pengembangan pada Rancang Bangun Mesin penetas telur secara Closeloop Menggunakan Sensor DHT11 dengan menambahkan beberapa Fitur di dalamnya. Adapun masukan-masukan yang dapat diberikan untuk pengembangan Sistem ini ke depan adalah sebagai berikut :

1. Dengan menambah jenis sensor yang lain, dan juga menambah rancangan sistem lainnya maka pengaplikasian alat ukur ini dapat lebih dikembangkan.
2. Untuk meningkatkan sistem keandalan pengukuran suhu dan kelembaban dari kerja alat sensor DHT11, akan lebih

3. baik apabila melakukan perbandingan hasil pengukuran dengan alat ukur suhu dan kelembaban udara dengan sensor yang lain.
4. Disarankan untuk membuat rangkaian lebih baik dan program yang lebih spesifik sehingga dapat diaplikasikan ke penggunaan yang lain.
5. Untuk menambah panel surya sebagai sumber utama akan membuat alat ini lebih hemat energi listrik.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurhadi, I., & Puspita, E. (2009). Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8 Menggunakan Sensor SHT 11. Students' Creation in Eepis Final Project Competition.
- [2] Rahim, R. H., Rumagit, A. M., & Lumenta, A. S. (2015). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(1), 1-7.
- [3] Rahayuningtyas, A., Furqon, M., & Santoso, T. (2014). Rancang bangun alat penetas telur sederhana menggunakan sensor suhu dan penggerak rak otomatis. *Prosiding SNaPP: Sains, Teknologi*, 4(1), 245-252.
- [4] Fadhila, E., & Rachmat, H. H. (2014). Pengendalian Suhu Berbasis Mikrokontroler Pada Ruang Penetas Telur. *Jurnal Reka Elkomika*, 2(4), 275-284
- [5] Rofingi, A., Supradono, B., & Solichan, A. (2011). Aplikasi Atmega8535 Sebagai Pengontrol Alat Penetas Telur. *Media ElektriKa*, 4(2).
- [6] Shafiudin, S. (2017). Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis Pid. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(3).
- [7] Hasan, T. A., Indra, J., & . G. (2016). Prototipe Mesin Penetas Telor Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328 menggunakan Sensor DHT11. *Techno Xplore : Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 28-33.
- [8] Al, "Perencanaan Wireless Sensor Network ( WSN ) pada Sistem Monitoring Suhu," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 6, no. 1, pp. 9-19, 2017.
- [9] Saptadi, A. H. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *Jurnal Infotel*, 6(2), 49-56.
- [10] D. Dhanny Jufiril, Darwison, Budi Rahmadya, "Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Metoda Fuzzy Logic Control," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 1-6, 2015.

# RANCANG BANGUN ROBOT PENGANTAR BARANG PADA WAREHOUSE BERBASIS *RFID LOCALIZATION* DAN *OBSTACLE AVOIDANCE*

<sup>1</sup> Abd. Wahid Sholeh, <sup>2</sup> Riza Alfita, <sup>3</sup> Achmad Fiqhi Ibadillah.

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

<sup>1</sup> abd.wahid.sholeh@gmail.com, <sup>2</sup> riza.alfita@trunojoyo.ac.id, <sup>3</sup> fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id.

*Abstract— The process of moving goods by employees from the production room to the warehouse sometimes there are errors that result in errors in data collection. The aims of this study are to improve efficiency and accuracy in moving goods. Mobile delivery robot is a tool created to help employees in delivering goods from the production place to the storage shelves of goods in the warehouse. PN532 RFID sensor used to find robot located and destination shelves with the Tan Invers trigonometric method. . The matrix value (x, y) taken from 2 parameters namely PN532 sensor and Barcode Scanner. The Barcode Scanner is to read the barcode on the item so that the destination matrix (x, y) obtained. The use of the MPU-6050 sensor is used to navigate direct the robot with parameter values from the results of the Tan inverse formula so that the robot runs after the RFID Tag place with rotation per 90 degrees. The results obtained are Mobile Robots run automatically, which can deliver goods to the place independently. The results of testing the Mobile Robot with the Tan Invers method, the level of accuracy of the tool in the test obtained 99.6725% and the results of Mobile Robot is running well.*

*keyword— Tan Invers, Trigonometric, RFID, MPU-6050, Barcode Scanner.*

*Abstrak— Proses pemindahan barang oleh karyawan dari ruang produksi menuju warehouse terkadang terdapat kesalahan yang berakibat kesalahan dalam mendata barang. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini untuk meningkatkan efisiensi dan keakuratan dalam memindahkan barang. Mobile Robot pengantar barang merupakan alat yang diciptakan untuk membantu karyawan dalam mengantarkan barang dari lokasi produksi ke rak penyimpanan barang pada warehouse. Sensor RFID PN532 digunakan untuk menentukan lokasi robot serta rak tujuan dengan metode trigonometri Tan Invers. Nilai matriks (x,y) diambil dari 2 parameter yaitu dari sensor PN532 dan Barcode Scanner. Barcode Scanner tersebut untuk membaca kode barcode pada barang sehingga diperoleh nilai matriks(x,y) tujuan. Penggunaan sensor MPU-6050 digunakan untuk navigasi arah robot dengan nilai parameter dari hasil rumus Tan Invers tersebut sehingga robot berjalan mengikuti lokasi Tag RFID dengan rotasi per 90°. Hasil yang diperoleh adalah Mobile Robot*

yang dapat dijalankan otomatis, dimana dapat mengantar barang menuju lokasi dengan mandiri. Hasil pengujian terhadap Mobile Robot dengan metode Tan Invers besar tingkat akurasi alat pada ujicoba didapatkan hasil 99.6725% berhasil sehingga dapat dikatakan Mobile Robot ini berjalan dengan baik.

**Kata Kunci— Mobile Robot, Tan Invers, PID, RFID, MPU-6050, Barcode Scanner.**

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi untuk pengelolaan barang inventori sudah merupakan kecenderungan yang tidak dapat dihindarkan untuk modernisasi pengelolaan produk dan barang[1]. Dunia industri saat ini terus mengalami pertumbuhan yang cepat, terutama pada industri di bidang manufaktur[2]. perkembangan teknologi IT khususnya dalam bidang robotika yang menuntut otomatisasi pada segala bidang sehingga dapat meringankan pekerjaan manusia. Pembuatan robot dengan kemampuan khusus ini sangat berguna untuk kebutuhan dalam dunia industri. Sehingga dibutuhkan suatu teknologi yang mampu berfikir dan pengambilan keputusan seperti manusia atau dapat disebut dengan kecerdasan buatan, gudang penyimpanan barang (*warehouse*) merupakan gedung untuk menyimpan barang-barang yang dikirim dari ruang produksi untuk disimpan sampai barang-barang tersebut dikirim. Barang tersebut akan disimpan berdasarkan dengan tipe dan rasa dari produk tersebut. Dalam kenyataannya dalam beberapa waktu, terkadang karyawan salah memindahkan barang dari ruang produksi ke ruang penyimpanan barang. Untuk membantu kinerja karyawan dalam memindahkan barang dari ruang produksi menuju ruang gudang penyimpanan atau *warehouse*, perlu adanya suatu alat (*Mobile Robot*) beroda yang dapat membawa barang (box) dengan dimensi 32 cm x 20 cm x 23 cm dengan akurat Sehingga karyawan tidak perlu memindahkan barang secara manual.

*Barcode Scanner* merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mendeteksi atau membaca kode dalam bentuk *barcode*. Secara umum *barcode* digunakan sebagai UPC (*Universal Price Code*) atau untuk membaca harga pada barang secara otomatis, namun juga dipakai pada kode *box* barang dll [3]. *Barcode* memiliki simbol yakni *barcode linear* (1D), dan *barcode Matrix* (2D) yang dikenal dengan nama *QR-Code* [4]. Penentuan lokasi robot menggunakan sensor RFID/NFC *Reader*. RFID merupakan sistem yang dapat mentransmisikan dan menerima data menggunakan gelombang radio yang terdiri dari 2 bagian yaitu tag dan reader [5]. Protokol NFC mempunyai dua *mode* komunikasi yaitu mode komunikasi aktif dan mode komunikasi pasif[6]. Teknologi NFC lebih aman dibanding komunikasi lain seperti radio *frequency identification*, *infrared* dan *Bluetooth* karena NFC mempunyai jarak komunikasi yang pendek[7]. RFID/NFC *Reader* tersebut digunakan untuk membaca tag RFID pada lintasan. Metode fungsi trigonometri menghitung nilai koordinat kartesian menjadi koordinat polar. Untuk mendeteksi adanya penghalang atau objek di depan *mobile robot*, maka menggunakan sensor proximity. Sensor proximity adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek[8]

Penelitian ini, merancang sistem *Mobile Robot* yang dapat memecahkan masalah dalam latar belakang di atas, sehingga menjadikannya rujukan apa saja yang harus diselesaikan pada sistem yang dibangun. Untuk menjawab pertanyaan pada latar belakang berikut : dapatkah robot menentukan arah navigasi robot? mampukah robot mendeteksi produk yang akan dibawa? Dan dapatkah mikrokontroler STM32F103C8T6 melakukan semua proses sehingga mikrokontroler dapat mengendalikan robot supaya dapat bekerja dengan sebagaimana mestinya.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Trigonometri

Proses penyelesaian masalah pada penelitian ini manyadur fungsi trigonometri dan koordinat kartesian dari tag RFID untuk memastikan lokasi robot dan tujuan robot[9]. Terdapat 2 nilai parameter sebelum melakukan proses untuk menghasilkan besaran sudut koordinat tujuan, yaitu nilai matriks  $(x_1, y_1)$  posisi robot terkini yang di baca oleh sensor RFID/NFC dan  $(x_2, y_2)$  untuk tujuan barang. Nilai  $(x_2, y_2)$  dikurangi dengan  $(x_1, y_1)$  sehingga menghasilkan  $(x, y)$ . nilai  $(x, y)$  tersebut yang akan di proses dengan rumus

$$\text{Tan}^{-1} = (y/x) \times 180 / 3.14159265 \dots \dots \dots (1)$$

### B. Perancangan Sistem

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Analisa kebutuhan sistem  
 Pada tahapan ini akan menjelaskan tahapan proses dalam pemindahan barang dari ruang produksi menuju gedung *warehouse*.
2. Peralatan penelitian  
 Tahap ini akan menjelaskan identifikasi kebutuhan yang diperlukan untuk membangun sistem yang mengacu pada analisis sistem.
3. Rancangan sistem  
 Tahapan ini akan menjelaskan desain sistem, diagram blok *hardware*, dan *flowchart* alur sistem untuk menciptakan alat pengantar barang yang optimal.
4. Pengujian sistem  
 Tahap ini untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang dibangun dengan metode fungsi trigonometri dalam memindahkan barang pada lokasi tujuan barang.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

### 1. Analisis Kebutuhan Sistem

Sistem penentuan titik koordinat tujuan barang pada umumnya memiliki 3 tahapan proses yaitu proses pendeteksian sensor, proses perhitungan trigonometri, dan proses pergerakan menuju titik koordinat.

### 2. Peralatan Penelitian

Berdasarkan analisis kebutuhan sistem pada penelitian ini diperlukan beberapa *hardware* untuk menunjang terbentuknya sistem yang diciptakan. *Hardware* yang digunakan ini sudah mencakup semuanya yakni untuk proses pendeteksian sensor, pengiriman data, serta dalam pengolahan data. Daftar *hardware* dalam penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1 :

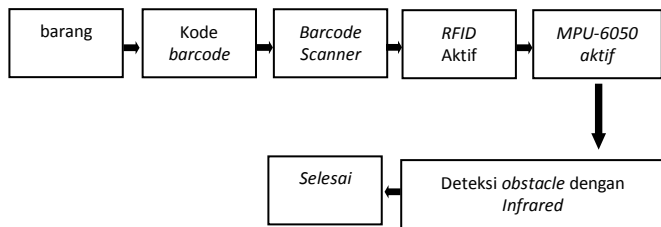
Tabel 1 daftar *hardware*

No	Hardware	Penggunaan
----	----------	------------

1	Laptop	Media untuk memproses keseluruhan sistem.
2	PN532	Sensor untuk mendeteksi Ntag213
3	Barcode Scanner	Sensor untuk mengidentifikasi kemasan produk
4	E18-D80NK	Sensor untuk pendeteksi halangan di hadapan robot.
5	MPU-6050	Sensor yang digunakan sebagai navigasi robot.
6	STM32F103C8T6	Alat untuk memproses sistem utama robot
7	Arduino Uno + USB Hostshield	Alat untuk mengirimkan hasil pembacaan barcode ke mikrokontroler sebagai Master.
8	IR Sensor optocoupler	Sensor untuk menghitung nilai PID pada pergerakan motor DC.

3. Rancang Bangun Sistem Keseluruhan

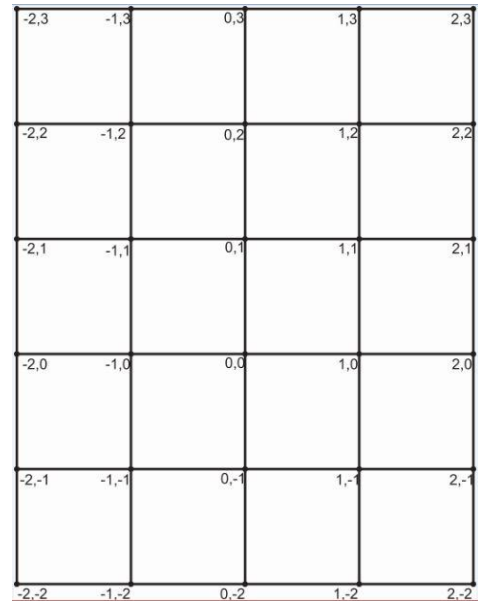
Berikut merupakan blok diagram dari perancangan sistem secara keseluruhan



Gambar 2. Diagram Blok Alur sistem

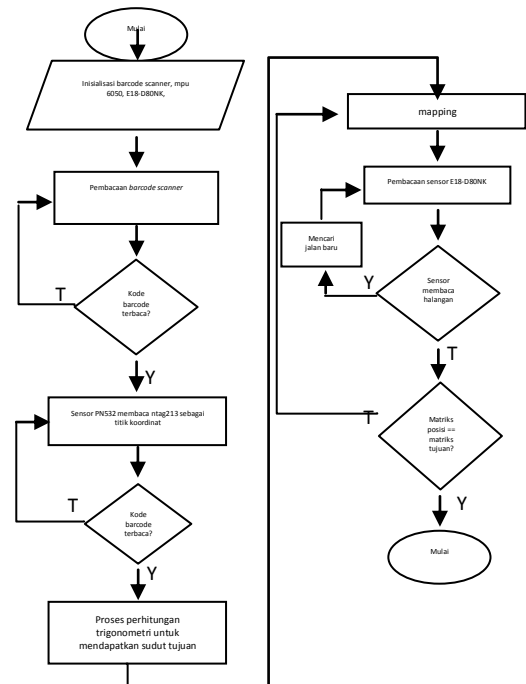
Gambar 2. diagram blok sistem menunjukkan bahwa dalam melakukan pengenalan barang menggunakan kode barcode. Setelah proses pemindaian kode barcode, didapatkan keluaran berupa koordinat posisi tujuan barang dengan format (x,y). Koordinat tersebut akan dikirim oleh Arduino sebagai Slave 2 ke STM32 sebagai master. PN532 akan mendeteksi Tag NFC/RFID untuk mengetahui posisi robot berupa nilai nilai matriks. nilai tersebut akan dikirim oleh STM32F103C8T6 sebagai Slave 1 ke STM32F103C8T6 sebagai Master. Master akan memproses data sensor dari Barcode Scanner dan PN532. Hasil dari proses tersebut berupa nilai koordinat polar dengan format sudut derajat. Motor akan aktif dan robot akan berjalan menuju posisi yang dituju dengan mendeteksi setiap Tag NFC/RFID. Setiap mendeteksi Tag NFC/RFID, proses akan terus di update. Jika telah sampai pada tujuan, maka robot akan otomatis berhenti.

Jika terdapat halangan atau halauan di hadapan robot, maka robot akan mundur dan mencari jalan baru. Berikut gambar 3 menunjukkan penempatan posisi titik koordinat Ntag213.



Gambar 3. Titik koordinat Ntag213

Untuk alur jalannya sistem secara keseluruhan dapat dilihat melalui flowchart yang terdapat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4 Flowchart system

4. Rancangan Pengujian Sistem

Dalam pengujian sistem ini terdapat 3 tahapan pengujian. Berikut tabel pengujian sistem dapat dilihat di tabel 2.

Tabel 2. Pengujian sistem

No	Pengujian	Nilai Parameter Keberhasilan
1	Pengujian otentikasi data sensor PN532 dan <i>Barcode Scanner</i> .	Hasil pembacaan sensor sesuai dengan program yang diinginkan.
2	Pengujian jarak pembacaan sensor PN532, <i>Barcode Scanner</i> , dan E18-D80NK.	Didapatkan jarak jangkauan maksimum dari pembacaan sensor yang berhasil di deteksi
3	Pengujian mapping robot	Tingkat keberhasilan. Robot mencapai titik koordinat tujuan.

a. Pengujian otentikasi data sensor

1) *Pengujian otentikasi PN532*

Otentikasi kode matriks dilakukan dengan memberikan kata kunci pada unique identifier NFC dengan kode yang digunakan berupa nilai matrik X,Y. . setiap ID tag NFC akan dirubah dalam bentuk kode matriks X,Y yang digunakan untuk menentukan lokasi terkini robot serta sebagai lokasi tujuan barang.

Tabel 3. Hasil otentikasi PN532

No.	Kode Tag	Kode Matrik		Keterangan
		X	Y	
1	2688303170	-2	-2	Berhasil
2	1614561346	-1	-2	Berhasil
3	540819522	0	-2	Berhasil
4	268582978	1	-2	Berhasil
5	3489808450	2	-2	Berhasil
6	3762192450	-2	-1	Berhasil
7	2688450626	-1	-1	Berhasil
8	1614708802	0	-1	Berhasil
9	1346125890	1	-1	Berhasil
10	1077657690	2	-1	Berhasil
11	272384066	-2	0	Berhasil
12	3493609538	-1	0	Berhasil
13	2419867714	0	0	Berhasil
14	272384090	1	0	Berhasil
15	1346109530	2	0	Berhasil
16	268599362	-2	1	Berhasil
17	3489824834	-1	1	Berhasil
18	2416083010	0	1	Berhasil
19	3493560410	1	1	Berhasil
20	1346142298	2	1	Berhasil
21	1077248186	-2	2	Berhasil
22	3506362	-1	2	Berhasil
23	1612890314	0	2	Berhasil
24	2150990010	1	2	Berhasil
25	808812730	2	2	Berhasil
26	3761602746	-2	3	Berhasil
27	2687860922	-1	3	Berhasil
28	1614119098	0	3	Berhasil
29	540377274	1	3	Berhasil
30	3224731834	2	3	Berhasil

Berdasarkan hasil pembacaan sensor NFC PN532 pada tabel 3 menunjukkan bahwa Sensor RFID/NFC dapat bekerja dengan baik. Tingkat keberhasilan 100%

2) *Pengujian otentikasi Barcode Scanner*

Otentikasi *Barcode Scanner* dilakukan dengan mengenalkan kode *barcode* sebagai titik koordinat kartesius (x,y). sehingga kode *barcode* yang tidak terdaftar tidak akan terdeteksi sebagai titik koordinat. Berikut merupakan tabel hasil pengujian *Barcode Scanner*

Tabel 4. Hasil dari *Barcode Scanner*

No.	Kode <i>barcode</i>	Kode matriks		Keterangan
		X	Y	
1	08992020010010	1	2	Berhasil
2	08992020020026	0	3	Berhasil
3	08992020030032	1	-2	Berhasil
4	08992020040048	-1	-2	Berhasil
5	08992020050054	-1	2	Berhasil

b. Pengujian jarak pembacaan

Pengujian jarak pembacaan ini dilakukan 3 macam pengujian yakni sensor PN532, *Barcode Scanner*, dan sensor E18D80NK. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui jarak ideal pembacaan sensor.

1) Pengujian jarak Pembacaan PN532

Pengujian jarak jangkauan pembacaan sensor RFID/NFC PN532 dilakukan untuk mengetahui maksimal jarak pembacaan sensor tersebut yang hasil pengujian ini digunakan untuk mendesain jarak penempatan Sensor dengan lintasan. Jarak antara Sensor dengan Ntag213 maksimal pembacaan 8 cm[10]. Pengujian divariasikan hingga memperoleh jarak maksimum pembacaan sensor. berikut hasil pembacaan sensor dengan variasi jarak dijelaskan pada tabel 5.

Tabel 5. Pembacaan sensor PN532 dengan jarak

No.	Kode Tag NFC	Jarak	Keterangan
1	2419867714	1 cm	Terbaca
		2 cm	Terbaca
		3 cm	Terbaca
		4 cm	Tidak Terbaca
		5 cm	Tidak Terbaca
		6 cm	Tidak Terbaca
		7 cm	Tidak Terbaca
		8 cm	Tidak Terbaca

Berdasarkan hasil pembacaan sensor RFID/NFC PN532 dengan variasi jarak, dari 8x pengujian, didapatkan hasil bahwa sensor RFID/NFC PN532 dapat membaca Ntag213 dengan jarak maksimum 3cm. Pembacaan lebih cepat dan akurat antara jarak 1- 3cm. sehingga penempatan sensor pada robot akan ditempatkan dibawah *body* robot dengan jarak 2cm dengan lintasan.

2) Pengujian jarak pembacaan *Barcode Scanner*

Pengujian jarak jangkauan pembacaan sensor *Barcode Scanner* dilakukan untuk mendesain jarak penempatan Sensor dengan produk. Variasi jarak jangkauan dibatasi sejauh 5 cm. berikut hasil pembacaan sensor dengan variasi jarak dijelaskan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil pembacaan *Barcode Scanner*

No	Kode <i>Barcode</i>	Jarak (cm)	Keterangan
1	08992020010010	1 cm	Tidak Terbaca
		2 cm	Tidak Terbaca
		3 cm	Tidak Terbaca
		4 cm	Terbaca
		5 cm	Terbaca

Berdasarkan hasil pembacaan sensor *Barcode Scanner* tersebut, didapatkan hasil bahwa *Barcode Scanner* dapat membaca kode *barcode* diatas jarak 4cm.

3) Pengujian jarak pembacaan E18-D80NK

Pengujian jarak jangkauan pembacaan sensor E18-D80NK dilakukan untuk mengatur jarak pembacaan terhadap penghalang. Jarak pembacaan diberi batas maksimal 20 Cm. berikut hasil pembacaan sensor dengan variasi jarak dijelaskan pada tabel 7.

Tabel 7. Pembacaan sensor PN532 dengan jarak

No.	Jarak (cm)	Keterangan
1	5 cm	Terbaca
2	10 cm	Terbaca
3	15 cm	Terbaca
4	20 cm	Terbaca
5	25 cm	Tidak Terbaca
6	30 cm	Tidak Terbaca

Berdasarkan hasil pengujian diatas, didapatkan hasil bahwa dengan jarak pembacaan 20 cm sensor E18-D80NK dapat membaca objek didepan dengan tegak lurus. Ini sesuai dengan pengaturan limit pembacaan sensor.

c. Algoritma *localization* dan *mapping*

Pengujian pergerakan robot menuju titik tujuan dilakukan pada kondisi lantai datar dan tidak bergelombang. Hal ini untuk menghindari *noise* pada saat navigasi robot. Posisi robot diletakkan pada koordinat matrik 0,0. Hal tersebut dimaksudkan agar pergerakan sesuai dengan sudut istimewa. Nilai matriks hasil pembacaan sensor RFID/NFC PN532 sebagai



$(x_1, y_1)$  sedangkan hasil pembacaan *sensor Barcode Scanner* sebagai  $(X_2, Y_2)$ . selanjutnya masuk ke tahap proses penghitungan dengan fungsi Tan invers. Dimana nilai X dan Y didapatkan dari hasil pengurangan  $(X_2, Y_2) - (X_1, Y_1)$ . Selengkapnya akan di jelaskan pada rumus berikut.

$$\text{Arctan } (Y / X) \times 180 / 3.14159265 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

$$X = X_{\text{tujuan}} - X_{\text{posisi}}$$

$$Y = Y_{\text{tujuan}} - Y_{\text{posisi}}$$

Mencari besaran sudut.

$$\text{Posisi Mobile Robot } X_1, Y_1 = 0,0$$

$$\text{Posisi tujuan } X_2, Y_2 = 1,2$$

$$X, Y = X_2, Y_2 - X_1, Y_1$$

$$X = 1 - 0$$

$$Y = 2 - 0$$

$$X, Y = 1, 2$$

$$X > 0, Y > 0 = \{S = Z\}$$

$$Z = \text{Arctan } (Y / X) * 180 / 3.14159265.$$

$$Z = \text{arctan } (2/1) * 180 / 3.14159265.$$

$$Z = \text{arctan } (2) * 180 / 3.14159265.$$

$$Z = 1.10714871779 * 180 / 3.14159265.$$

$$Z = 199.286769203 / 3.14159265.$$

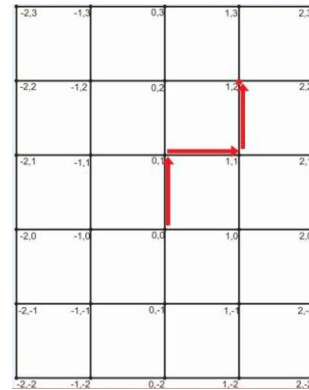
$$Z = 63.4349488954$$

$$Z = 63^\circ$$

Dari rumus tersebut didapatkan besaran sudut dalam bentuk derajat sebesar  $63.4349^\circ$ . Nilai sudut akan di proses pada klasifikasi pergerakan robot. Klasifikasi tersebut nantinya menghasilkan *output* berupa keputusan pergerakan robot sesuai dengan besaran nilai pada sudut istimewa. Berikut klasifikasi pergerakan robot.

- 1)  $S > 270$  dan jika  $(360 - S) < 45$ , maka Sudut =  $0$ , jika tidak maka Sudut =  $270$
- 2)  $S > 180$  dan jika  $(270 - S) < 45$ , maka Sudut =  $270$ , jika tidak maka Sudut =  $180$
- 3)  $S > 90$  dan jika  $(180 - S) < 45$ , maka Sudut =  $180$ , jika tidak maka Sudut =  $90$
- 4)  $S > 0$  dan jika  $(90 - S) < 45$ , maka Sudut =  $90$ , jika tidak maka Sudut =  $0$

Gambar 6 dibawah ini menjelaskan pergerakan robot menuju titik tujuan.



Gambar 6. Pergerakan robot

Dari gambar 6 diatas dapat dijelaskan bahwa pergerakan robot berotasi  $90^\circ$  ke kanan atau ke kiri. Hal ini dikarenakan tujuan robot berada pada Kuadran 1 dimana antara sudut  $0^\circ$  sampai  $90^\circ$ . Sehingga ketika proses fungsi Tan invers menghasilkan nilai sudut diatas  $45^\circ$ , maka robot akan bergerak lurus atau bergerak  $90^\circ$  sesuai sudut istimewa. Dan ketika sampai pada titik koordinat 0,1 maka besaran sudut akan terupdate. Dikarenakan besaran sudut sama dengan  $45^\circ$  maka robot akan bergerak  $90^\circ$  kekanan atau menuju sudut  $0^\circ$ . Hal tersebut sesuai dengan klasifikasi yang telah dijelaskan diatas. Ketika titik koordinat dari posisi robot sama dengan titik koordinat dari kemasan pruk, maka robot akan berhenti dan proses selesai.

Berikut hasil pengujian dengan 5 tempat atau tujuan yang berbeda.

Tabel 8. Hasil pengujian pergerakan robot

No	Sudut ( $^\circ$ ) pada program	Besaran Sudut (robot)	Keakuratan
1	$0^\circ$	$90^\circ$	100%
2	$90^\circ$	$90^\circ$	100%
3	$180^\circ$	$90^\circ$	99.4%
4	$270^\circ$	$181^\circ$	99.25%

$$\text{Rata - rata \%} = (\text{Keakuratan1} + \text{Keakuratan2} + \text{Keakuratan3} + \text{Keakuratan4}) / n$$

$$\text{Rata - rata \%} = (100 + 100 + 99.4 + 99.25) / 4$$

$$\text{Rata - rata \%} = 398.69 / 4$$

$$\text{Rata - rata \%} = 99.6725\%$$

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa akurasi pergerakan robot menuju titik tujuan menggunakan algoritma fungsi Tan Invers mendapatkan tingkat keberhasilan sebesar 99.6725%

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Ripmiatin and R. Aliviani, "Sistem Otomasi Perpustakaan dengan Barcode SLTPI Al Azhar 8, Kemang Pratama," *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Teknol.*, vol. 1, no. 3, p. 134, 2012, doi: 10.36722/sst.v1i3.51.
- [2] M. B. Firdaus *et al.*, "RANCANG BANGUN PRINTER 3D BERBASIS MIKROKONTROLLER DAN," *SinarFe7*, pp. 51–58, 2019.
- [3] F. Wahyutama, F. Samopa, and H. Suryotrisongko, "Penggunaan Teknologi Augmented Reality Berbasis Barcode sebagai Sarana Penyampaian Informasi Spesifikasi dan Harga Barang yang Interaktif Berbasis Android, Studi Kasus pada Toko Elektronik ABC Surabaya," *J. Tek. ITS*, vol. 2, no. 3, pp. A481–A486, 2013, [Online]. Available: <http://www.ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5225/1545>.
- [4] P. R. Kolhe, R. M. Dharaskar, M. H. Tharkar, S. Joshi, S. Desai, and B. Dapoli, "Information technology tool in library barcode & radioFrequency identification ( RFID )," *Int. J. Innov. Sci. Tech.*, vol. 3, no. 1, pp. 81–86, 2016, [Online]. Available: [http://ijiset.com/vol3/v3s1/IJISSET\\_V3\\_I1\\_11.pdf](http://ijiset.com/vol3/v3s1/IJISSET_V3_I1_11.pdf).
- [5] R. D. Sasono, M. D. Atmadja, and R. Saptono, "Perancangan Sistem Informasikehadiran Pegawai Menggunakan Kartu Tanda Penduduk ( Ktp ) ( Studi Kasus Kantor Kecamatan Ngajum )," *J. JARTEL*, vol. 10, pp. 58–65, 2020.
- [6] D. Ichwana and W. Syahputra, "Sistem Pembayaran Parkir Menggunakan NEAR FIELD COMMUNICATION Berbasis ANDROID dan Teknologi INTERNET OF THINGS," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 153–164, 2017, doi: 10.25077/teknosi.v3i1.2017.153-164.
- [7] A. Radhakrishnan, "OPEN ACCESS NFC based parking payment system," *J. Eng. Res. Appl.*, vol. 5, no. 6, pp. 56–59, 2015, [Online]. Available: [www.ijera.com](http://www.ijera.com).
- [8] K. Umam and R. Alfita, "Rancang Bangun Robot Pembersih Kaca Otomatis Berbasis Mikrokontroler ARM STM32 Dengan Sensor Proximity," *Indones. J. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–29, 2019, [Online]. Available: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/inajet>.
- [9] S. Park and S. Hashimoto, "Autonomous navigation system for mobile robot using randomly distributed passive RFID tags," *IEICE Trans. Fundam. Electron. Commun. Comput. Sci.*, vol. E93-A, no. 4, pp. 711–719, 2010, doi: 10.1587/transfun.E93.A.711.
- [10] N. Field and C. Nfc, "PN532 / C1," no. September, 2012.

# Analisa Sistem *Monitoring Greenhouse* Berbasis *Internet of Things* (IoT) pada Jaringan 4G LTE

<sup>1</sup>Ike Fibriani, <sup>2</sup>Widjonarko, <sup>3</sup>Alfredo Bayu, <sup>4</sup>Pratama Ciptaning

<sup>1,2,3,4</sup> Teknik Elektro, Universitas Jember, Jember

<sup>1</sup>ikefibriani.teknik@unej.ac.id, <sup>2</sup>widjonarko.teknik@unej.ac.id, <sup>3</sup>alfredobayu.teknik@unej.ac.id, <sup>4</sup>pratama.mushe@gmail.com

**Abstract** - A greenhouse monitoring system is a tool that works to monitor and observe conditions in the greenhouse both temperature, light intensity, air humidity and soil moisture. This monitoring system is connected wirelessly using Zigbee technology and connected to the open-source IoT (Internet of Things) application, namely Thingspeak using a cellular network. This research was conducted to test and analyze the performance of the IoT application when running on a mobile network to determine the effect of signal reception strength on delay, packet loss and throughput. Based on the test results, it was found that the network standard used only affects the number of TCP errors on 3G networks compared to 4G networks. But the network standard does not affect the performance of data transmission when viewed from the side of the delay, which is between 0.5 ms to 1.5 ms in both conditions. And then for the packet loss, which only occurs one time out of all six experiments conducted with the amount of packet loss only 2% and relatively the same throughput between 9.7 and 22 kbit / s. For the signal strength or the size of the RSRP (Reference Signal Received Power), the value does not affect the number of TCP errors, which are between 1 to 4 errors in all conditions and does not affect packet loss where packet loss does not occur in all test conditions. The RSRP value only affects delay and throughput and only in low conditions where at low signal conditions, there is an increase in delay from an average of 1 ms in high and moderate conditions to an average of 1.5 ms in low conditions, and throughput that is between 10 to 16 kbit / s in high and moderate conditions to 6 to 15.4 kbit / s in low conditions.

**Keywords** — **Kata Kunci**—*Greenhouse Monitoring; Internet of Things; RSRP; QoS*

**Abstrak**— Sistem monitoring greenhouse adalah alat yang bekerja untuk memantau dan mengamati kondisi di dalam *greenhouse* baik suhu, intensitas cahaya, kelembaban udara dan kelembaban tanah. Sistem monitoring ini terhubung secara *wireless* dengan menggunakan teknologi *Zigbee* dan terhubung dengan aplikasi *IoT* (*Internet of Things*) *open-source* yaitu *thingspeak* menggunakan jaringan seluler. Penelitian ini dilakukan untuk menguji dan menganalisis kinerja dari aplikasi *IoT* ketika dijalankan menggunakan jaringan seluler untuk mengetahui pengaruh dari kekuatan penerimaan sinyal terhadap *delay*, *packet loss* dan *Throughput*. Berdasarkan hasil pengujian ditemukan bahwa standar jaringan yang digunakan hanya mempengaruhi banyaknya *TCP Error* pada jaringan 3G dibandingkan jaringan 4G. Tetapi standar jaringan tidak mempengaruhi kinerja dari pengiriman data jika dilihat dari sisi *delay* yang berada diantara 0.5 ms sampai dengan 1.5 ms di kedua kondisi, *packet loss* yang hanya terjadi 1 kali dari seluruh 6 percobaan yang dilakukan dengan jumlah *packet loss* hanya sebesar

2%, dan *throughput* yang relatif sama diantara 9.7 sampai dengan 22 kbit/s. Sedangkan kekuatan sinyal atau besar dari nilai RSRP (*Reference Signal Received Power*) tidak mempengaruhi jumlah *TCP Error* yang berada diantara 1 sampai 4 *error* di seluruh kondisi dan tidak mempengaruhi *packet loss* dimana *packet loss* tidak terjadi di seluruh kondisi pengujian. Nilai RSRP hanya mempengaruhi *delay* dan *throughput* dan hanya pada kondisi *low* dimana pada kondisi sinyal *low*, terjadi peningkatan *delay* dari rata-rata 1 ms pada kondisi *high* dan *moderate* menjadi rata-rata 1.5 ms pada kondisi *low*, dan *throughput* yang berada diantara 10 sampai 16 kbit/s pada kondisi *high* dan *moderate* menjadi 6 sampai 15.4 kbit/s pada kondisi *low*.

**Kata Kunci**—*Greenhouse Monitoring; Internet of Things; RSRP; QoS*

## I. PENDAHULUAN

*Internet of Things* (IoT) adalah sebuah teknologi yang menggabungkan beberapa objek cerdas atau perangkat cerdas lainnya untuk saling berkomunikasi, berkoordinasi dan bekerjasama dalam satu lingkungan. Konsep ini pioniri oleh Kevin Ashton sekitar tahun 1999. Konsep IoT sendiri memiliki satu definisi penting yang membuatnya khas, yaitu *internet* sebagai salah satu media penghubungnya [1], [2]. Sehingga semua aplikasi akan terhubung dengan menggunakan jalur ini untuk kemudian dapat dimanfaatkan oleh pengguna yang pada saat ini penggunaannya sudah sangat luas. Beberapa aplikasi dari bidang ini seperti pada aplikasi rumah, mobil cerdas dan *greenhouse* [3]–[5]. Dari sisi pengguna bisnis, IoT juga memiliki peran yang sangat vital terutama dalam analisa dan manajemen bisnis untuk mempermudah penjejakan logistik [6], dibutuhkan suatu jaringan yang menghubungkan perangkat agar dapat diakses melalui *internet*. Ada banyak jaringan dapat digunakan, salah satunya adalah jaringan 4G LTE (*Long Term Evolution*) yang menjadi standar tingkat tinggi untuk komunikasi data yang dilakukan secara nirkabel dengan basis jaringan GSM/EDGE dan UMTS/HSPA [7] dengan spektrum nirkabel yang terpisah yang dapat mencapai mencapai kecepatan *downlink* sampai dengan 300 mbps dan kecepatan *uplink* sampai dengan 75 mbps [8], [9].

Pada umumnya, teknologi IoT bekerja menggunakan media kabel atau fiber optik agar dapat terhubung dengan internet karena memiliki tingkat kestabilan yang tinggi dan *latency* yang rendah, sehingga proses kontrol dan *monitoring* dapat

dilakukan secara *realtime*. Beberapa aplikasi dari teknologi ini telah banyak dimanfaatkan terutama dalam bidang *greenhouse*, diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Pallavi et al yang menerapkan teknologi ini pada *greenhouse* yang dibangunnya dengan beberapa arsitektur untuk memonitor dan juga melakukan pengendalian [5]. Begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Changqing et al [10] yang juga membangun sistem ini dengan beberapa sensor seperti sensor kelembaban, suhu, intensitas cahaya serta suhu dan kelembaban dari tanah. Kemudian sistem tersebut dibangun dengan menggunakan jaringan internet *wireless* yang berasal dari *router*.

Namun, jaringan dengan media kabel memiliki kekurangan yaitu keterbatasan jarak dan biaya instalasi yang cukup mahal. Selain itu, ketersediaan jaringan kabel tembaga maupun *fiber optic* cukup sulit diaplikasikan di wilayah yang terpencil, seperti pedesaan dimana di wilayah ini pada umumnya *greenhouse* dibangun. Oleh karena itu Guo et al yang menerapkan teknologi IoT di *greenhouse* *span*-nya yang terdiri dari beberapa sensor yang memanfaatkan sinyal 4G sebagai penghubungnya [11]. Dengan demikian permasalahan nirkabel dan ketergantungan dengan jaringan *router* menjadi terlepas. Namun sayangnya penelitian tersebut dan penelitian sebelumnya masih terbatas pada pembangunan arsitektur perangkat kerasnya dan masih belum menyentuh ranah kualitas sistem pada jaringan 3G ataupun 4G. Dari latar belakang tersebut, peneliti ingin melakukan pengujian terhadap jaringan 4G LTE sebagai media komunikasi pada teknologi IoT untuk sistem monitoring *greenhouse* dengan beberapa parameter assesment untuk mengetahui tingkat performa dari sistem yang dibangun. Beberapa parameter tersebut adalah *delay*, *throughput*, *packet loss* dan *TCP error*. Semua parameter tersebut akan dibandingkan baik pada jaringan 3G dan 4G dengan standart yang telah ditetapkan.

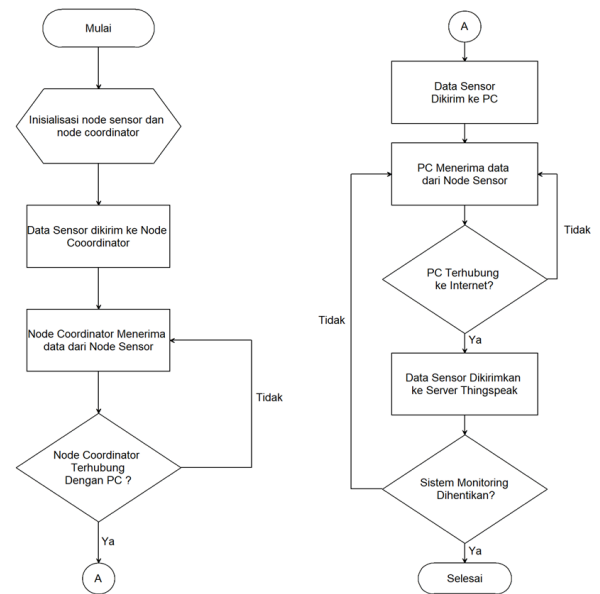
## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan merancang perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Dimana perancangan hardware dilakukan menggunakan Arduino UNO, Sensor DHT-11, YL-69, LDR, Xbee Pro S2B yang dihubungkan dengan PC agar dapat terhubung ke internet menggunakan modem 4G, sedangkan *software* pada PC yang digunakan untuk mengi-*rimkan* data ke server *thingspeak* adalah program yang dibangun dengan menggunakan platform Node.js.

### A. Flowchart Kerja Alat

Berdasarkan *flowchart* pada Gambar 1, proses kerja alat dimulai dengan pembacaan data sensor oleh *node sensor*. Kemudian data yang diperoleh akan dikirimkan ke *node coordinator* menggunakan modul *Xbee Pro S2B* yang selanjutnya diteruskan ke PC untuk diupload ke *in-ternet* menggunakan jaringan seluler 3G/4G. Proses ini terus

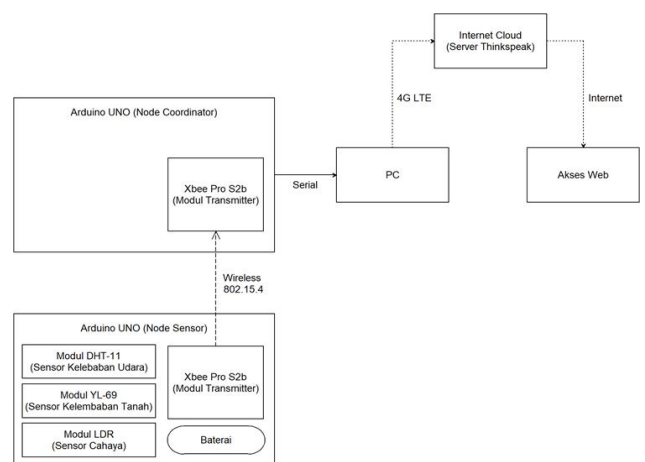
berulang sampai ada intruksi untuk menghentikan program ditujukan pada sistem *monitoring*.



Gambar 1. Flowchart Alat

### B. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan sensor sensor yang ada seperti sensor cahaya, sensor kelembaban udara dan kelembaban tanah ke *Arduino* dan menghubungkan komponen komponen lainnya seperti blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan blok diagram yang ditunjukkan pada Gambar 2, sistem *monitoring greenhouse* berbasis IoT ini terdiri dari dua *node* yaitu *node coordinator* dan *node sensor*.



Gambar 2. Blok Diagram Alat

### C. Perancangan Node Coordinator

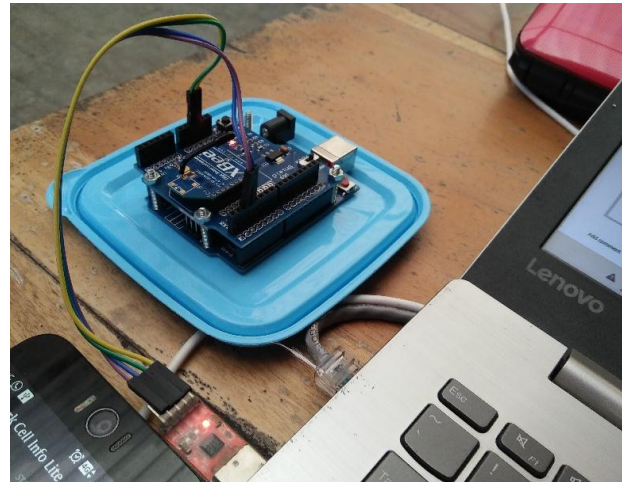
Node coordinator berfungsi untuk menerima data dari node sensor. Data sensor diterima secara nirkabel menggunakan modul Xbee Pro S2b yang diatur menggunakan software XCTU pada mode "coordinator" sehingga hanya bertugas untuk menerima data. Data yang diterima kemudian dikirimkan ke PC melalui interface USB. Hasil perancangan node coordinator dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Hasil Perancangan Node Sensor

### D. Perancangan Node Sensor

Node sensor bekerja untuk membaca nilai sensor untuk dikirimkan pada node coordinator. Node sensor tersusun atas modul DHT-11 sebagai sensor cahaya dan suhu udara, Modul YL-69 sebagai sensor kelembaban tanah, modul LDR (Light Dependant Resistor) sebagai sensor cahaya. Modul-modul ini dihubungkan pada Arduino Uno bersama dengan modul XbeePro S2b yang berfungsi mengirim data sensor pada node coordinator. Hasil perancangan node sensor dapat dilihat pada Gambar 4



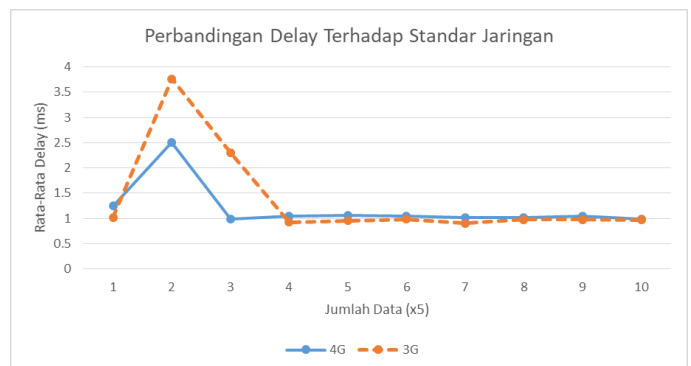
Gambar 4. Hasil Perancangan Node Sensor

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang akan dibahas pada penelitian ini adalah jumlah TCP error, delay, packet loss, serta throughput saat uplink dan downlink. Nilai-nilai ini akan diuji berdasarkan jaringan yang digunakan (3G dan 4G), dan nilai RSRP atau RSSI dari jaringan yang digunakan.

### A. Pengujian pada Delay dengan Standart Jaringan

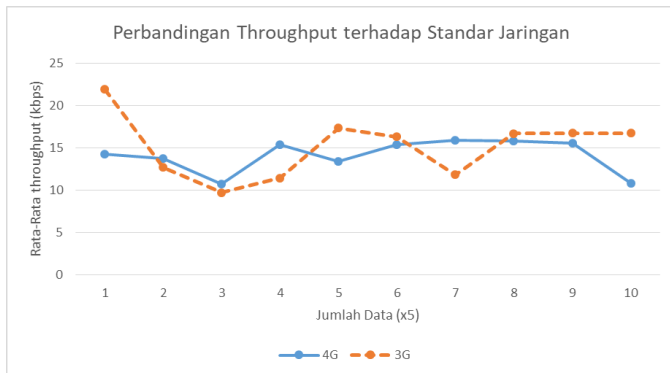
Pada Gambar 5 dapat dilihat perbandingan delay pada dua standar jaringan yang digunakan, diketahui bahwa pada jaringan 4G, delay rata-rata tertinggi yang terjadi selama proses pengujian sebesar 2,51 ms dan pada jaringan 3G delay rata-rata tertinggi sebesar 3,76. Nilai rata-rata delay selanjutnya yang didapatkan pada kedua standar jaringan relatif kecil yaitu di antara 0,5 sampai 1,5 ms. Dari data tersebut secara umum, kedua standar jaringan tidak memiliki perbedaan nilai delay yang signifikan.



Gambar 5. Grafik Delay Berdasarkan Standar Jaringan

**B. Pengujian pada Throughput dengan Standart Jaringan**

Hasil pengujian pada Gambar 6 menunjukkan nilai *throughput* pada saat proses *upload* paket data dari PC server menuju ke *web thingspeak*, dapat dilihat perbandingan *throughput* pada saat penggunaan kedua standar jaringan. Saat penggunaan jaringan 4G nilai *throughput* berada diantara 10 sampai 16 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 15,91 kbit/s sedangkan saat penggunaan jaringan 3G nilai *throughput* berada diantara 9,7 sampai 22 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 21,92 kbit/s. Selama pengujian kedua standar jaringan mampu nyai rata-rata *throughput* yang relatif sama, namun pada jaringan 4G, grafik menunjukkan kecepatan yang lebih stabil dibandingkan dengan jaringan 3G.



Gambar 6. Grafik *Throughput* berdasarkan standar jaringan

**C. Pengujian pada Packet Loss dengan Standart Jaringan**

Berdasarkan Tabel 1, *packet loss* hanya terjadi sebanyak satu kali dari seluruh percobaan yang dilakukan, yaitu pada jaringan 3G dengan jumlah *packet loss* sebesar 0.6%. Berdasarkan seluruh hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa pengiriman data sensor menggunakan jaringan 3G maupun 4G memiliki kinerja yang sangat baik, dalam segala kondisi, dimana kekuatan sinyal tidak banyak mempengaruhi nilai dari *packet loss*.

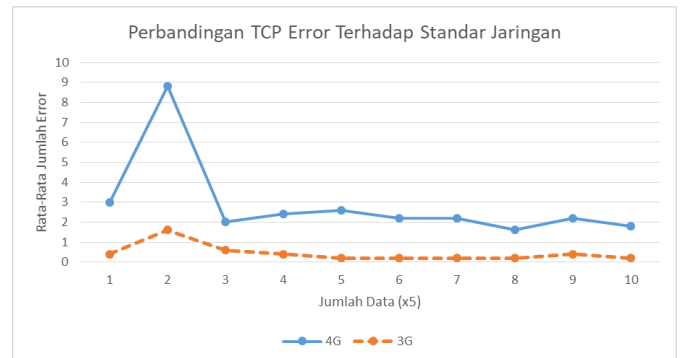
Tabel 1. Perbandingan *Packet Loss* Berdasarkan Standar Jaringan

Standart Jaringan	Packet Loss (%)
4G	0
3G	0.6

**D. Pengujian pada TCP Error dengan Standart Jaringan**

Dari hasil pengujian, jumlah *error* yang terjadi pada standar jaringan 4G lebih tinggi dibandingkan dengan jaringan 3G. pada jaringan 4G jumlah *error* rata-rata yang didapatkan pada jaringan 4G berada diantara 2-3 *error* pada setiap percobaan dengan rata-rata *error* terbesar mencapai 9 *error*. Pada jaringan 3G, rata-rata *error* yang terjadi berada dibawah

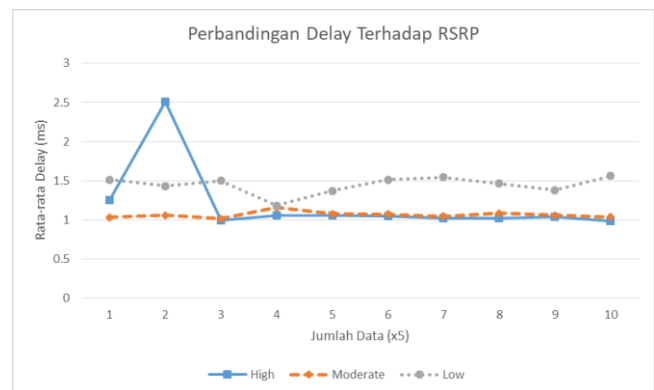
2, dengan rata-rata *error* terbesar di 1,6. Perbandingan jumlah *error* yang terjadi pada kedua kondisi dapat dilihat pada grafik di Gambar 7



Gambar 7. Grafik *TCP Error* Berdasarkan Standar Jaringan

**E. Pengujian pada Delay Berdasarkan Nilai RSRP**

Pada Gambar 8 dapat dilihat pada saat pengujian sinyal pada kondisi *high* nilai rata-rata *delay* tertinggi yang didapatkan sebesar 2,51 ms dan nilai *delay* rata-rata yang didapatkan dari seluruh percobaan berada di antara 0,9 sampai dengan 1,3 ms. Pada kondisi *moderate* nilai rata-rata *delay* berada di antara 1,01 sampai 1,16 ms dengan nilai *delay* rata-rata tertinggi sebesar 1,15 ms. Pada kondisi sinyal *low* nilai *delay* rata-rata yang didapatkan berada di anantara 1,18 sampai 1,6 ms dengan nilai *delay* rata-rata tertinggi sebesar 1,56 ms.

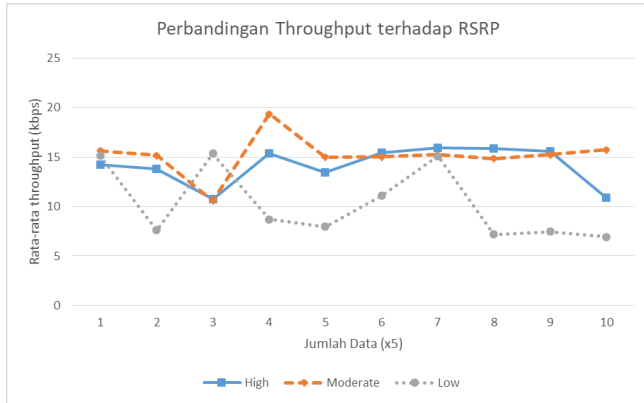


Gambar 8. Perbandingan *Delay* terhadap RSRP

**F. Pengujian pada Throughput Berdasarkan Nilai RSRP**

Pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa pada saat pengujian kondisi sinyal *high*, nilai *throughput* berada di antara 10 sampai 16 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 15,91 kbit/s. Pengujian kedua dilakukan pada kondisis sinyal *moderate*, nilai *throughput* yang dihasilkan berada diantara 10 sampai 19,4 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 19,36 kbit/s. Pengujian ketiga dilakukan pada kondisi sinyal *low*, nilai *throughput* yang dihasilkan berada diantara 6 sampai 15,4 kbit/s dengan nilai tertinggi sebesar 15,32 kbit/s.

Diketahui dari hasil pengujian yang didapat, saat sinyal dalam kondisi *high* dan *moderate* nilai *throughput* yang dihasilkan tidak terlalu berbeda jauh, sedangkan pada saat kondisi sinyal *low* nilai *throughput* yang dihasilkan jauh lebih kecil.



Gambar 9. Perbandingan *Throughput* terhadap RSRP

G. Pengujian pada Packet Loss Berdasarkan Nilai RSRP

Penelitian ini juga menguji pengaruh dari RSRP terhadap besar dari *packet loss* yang terjadi. Pengujian dilakukan dengan membagi kondisi pengujian menjadi tiga kategori yaitu *high*, *moderate*, dan *low*.

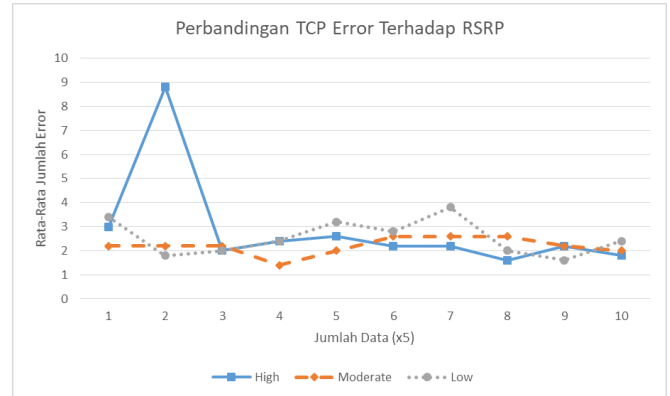
Tabel 2. Perbandingan *Packet Loss* Berdasarkan Nilai RSRP

Standar Jaringan	Nilai RSRP / RSSI	Packet Loss (%)
4G	High (RSRP < -100 dBm)	0
	Moderate (RSRP -100 dBm sampai -110 dBm)	0
	Low (RSRP < -110 dBm)	0

Dari hasil pengujian *packet loss* yang ditunjukkan pada Tabel 2, Nilai RSRP tidak mempengaruhi besar dari *packet loss*, dimana pada ketiga kondisi, tidak terjadi *packet loss*.

H. Pengujian pada TCP Error Berdasarkan Nilai RSRP

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian pada banyaknya TCP Error yang terjadi berdasarkan nilai RSRP. Seperti pengujian sebelumnya, pengujian ini dibagi menjadi tiga kategori dengan hasil pengujian seperti pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Perbandingan Delay terhadap RSRP

Dari hasil pengujian, terlihat bahwa rata-rata jumlah *error* yang terjadi pada tiap kategori pengujian baik kondisi sinyal *high*, *moderate* maupun *low*, memiliki tingkat *error* yang cukup setara. Rata-rata *error* yang didapatkan pada seluruh percobaan berada diantara 1 sampai dengan 4 dengan rata-rata *error* tertinggi mencapai 8.8.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian mengenai Analisa sistem *monitoring greenhouse* berbasis *Internet of Things (IoT)* pada Jaringan 4G LTE yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut. Pertama tidak terjadi perbedaan yang signifikan di kedua standar jaringan baik pada nilai rata-rata *delay*, *throughput* dan TCP *error*, kedua standar jaringan mempunyai kinerja yang relatif sama pada sistem *monitoring greenhouse*. Kedua nilai RSRP tidak mempengaruhi TCP *error* yang dihasilkan secara signifikan pada semua keadaan sinyal. Ketiga nilai RSRP secara signifikan tidak begitu berpengaruh pada nilai *delay* dan *throughput* saat keadaan sinyal *high* dan *moderate*, perbedaan kinerja hanya terlihat pada kondisi sinyal *low* yang mana terjadi peningkatan nilai *delay* dan penurunan pada nilai *throughput*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Wulandari, "Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPI)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016, doi: 10.28932/jutisi.v2i2.454.
- [2] W. Cui, S. Cui, L. Yuan, and J. Shang, "Design and implementation of sunlight greenhouse service platform based on IOT and cloud computing," *Proc. 2013 2nd Int. Conf. Meas. Inf. Control. ICMIC 2013*, vol. 1, pp. 141–144, 2013, doi: 10.1109/MIC.2013.6757934.
- [3] P. Dedeepya, U. S. A. Srinija, M. Gowtham Krishna, G. Sindhusa, and T. Gnanesh, "Smart Greenhouse Farming based on IOT," *Proc. 2nd Int. Conf. Electron.*

- Commun. Aerosp. Technol. ICECA 2018*, no. Iceca, pp. 1890–1893, 2018, doi: 10.1109/ICECA.2018.8474713.
- [4] D. J. A. Rustia and T. Te Lin, “An IoT-based wireless imaging and sensor node system for remote greenhouse pest monitoring,” *Chem. Eng. Trans.*, vol. 58, no. October, pp. 601–606, 2017, doi: 10.3303/CET1758101.
- [5] K. Pallavi, J. D. Mallapur, and K. Y. Bendigeri, “Remote sensing and controlling of greenhouse agriculture parameters based on IoT,” *2017 Int. Conf. Big Data, IoT Data Sci. BID 2017*, vol. 2018-January, pp. 44–48, 2018, doi: 10.1109/BID.2017.8336571.
- [6] F. Suryatini, M. Maimunah, and F. I. Fauzandi, “Implementasi Sistem Kontrol Irigasi Tetes Menggunakan Konsep IoT Berbasis Logika Fuzzy Takagi-Sugeno,” *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 4, no. 1, p. 115, 2019, doi: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.115-124.
- [7] M. I. Mahali, “Smart Door Locks Based on Internet of Things Concept with mobile Backend as a Service,” *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 1, no. 3, pp. 171–181, 2017, doi: 10.21831/elinvo.v1i3.14260.
- [8] M. F. W. Simanjuntak, O. D. Nurhayati, and E. D. Widiyanto, “Analisis Quality of Service (QoS) Jaringan Telekomunikasi High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) pada Teknologi 3.5G,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 4, no. 1, p. 67, 2016, doi: 10.14710/jtsiskom.4.1.2016.67-76.
- [9] M. Iqbal and D. Prasetyo, “Perbandingan Quality Of Service (Qos) Jaringan 4g Lte Beberapa Provider Menggunakan Sistem Operasi Linux Ubuntu Server 18.10,” *Jar. Sist. Inf. Robot.*, vol. 3, no. 2, pp. 239–249, 2019.
- [10] C. Changqing, L. Hui, and H. Wenjun, “Internet of Agriculture-Based Low Cost Smart Greenhouse Remote Monitor System,” *Proc. 2018 Chinese Autom. Congr. CAC 2018*, pp. 3940–3945, 2019, doi: 10.1109/CAC.2018.8623230.
- [11] T. Guo and W. Zhong, “Design and implementation of the span greenhouse agriculture Internet of Things system,” *Proc. 2015 Int. Conf. Fluid Power Mechatronics, FPM 2015*, pp. 398–401, 2015, doi: 10.1109/FPM.2015.7337148.



# Pendeteksi Kecepatan Proyektil Mortir Bertekanan Udara Menggunakan Sinar Inframerah

<sup>1</sup>Arya Mahesa Jenar, <sup>2</sup>Dyah Lestari, <sup>3</sup>I Made Wirawan  
<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Malang

<sup>1</sup>arya.mahesa.1505366@students.um.ac.id, <sup>2</sup>dyah.lestari.ft@um.ac.id, <sup>3</sup>made.wirawan.ft@um.ac.id

**Abstract** - In using a projectile it is unknown how much speed is produced. In addition to the effect of gunpowder pressure produced following international standards, the length of the barrel and the number of threads used in the barrel can affect the velocity, so the speed of the projectile accelerates and must be predictable. In this case the projectile velocity measurement is carried out on an air-pressured training mortar used for cadet training, the projectile thrust is affected by the air pressure used so that it affects the resulting velocity in order to actually be ejected into the sky. If the air pressure is low, the velocity of the projectile slow down and will not be stable in the air. Because in the case of cadet training the range of mortar falls is very much needed as training in the actual use of mortars, the projectile velocity factor of the mortar must be detectable by measuring it using an instrument. In making this tool the infrared sensor sensitivity must be able to respond to about 0.012 seconds after the projectile is triggered and not interfere with the projectile trajectory that slides through the sensor, so that when the projectile passes through the sensor will get the time needed for the projectile to be able to pass through the sensor area, and from the recording time The resulting output will be calculated by the microcontroller how much the projectile speed is.

**Keywords** — *Projectile, Speed, Time, Infrared, Microcontroller.*

**Abstrak**—Dalam menggunakan sebuah proyektil tidak diketahui seberapa besar kecepatan yang dihasilkan. Selain dari pengaruh tekanan sel mesiu yang dihasilkan mengikuti standar internasional, panjang laras dan banyak ulir dalam laras yang digunakan dapat mempengaruhi percepatan, sehingga kecepatan proyektil tersebut bertambah cepat dan harus dapat diperkirakan. Pada kasus kali ini pengukuran kecepatan proyektil dilakukan pada mortir latihan bertekanan udara yang digunakan untuk pelatihan kadet, gaya dorong proyektil dipengaruhi oleh tekanan udara yang digunakan sehingga mempengaruhi kecepatan yang dihasilkan agar dapat benar-benar terlontar ke langit. Karena dalam pelatihan kadet jangkauan jatuh mortir sangat diperlukan sebagai pelatihan penggunaan mortir yang sesungguhnya, maka faktor kecepatan proyektil mortir yang harus dapat di deteksi dengan mengukurnya menggunakan alat. Dengan menggunakan cahaya inframerah, uji coba dapat dilakukan diluar ruangan selayaknya menembak sungguhan. Sistem akan memulai menghitung waktu selama sensor mendeteksi ujung kepala proyektil hingga ekor proyektil. Besar nilai panjang objek harus sudah diketahui dan diprogramkan pada *microcontroller*, panjang objek proyektil yang digunakan sekitar 50 cm. Hasil pengukuran menunjukkan besar kecepatan yang dihasilkan oleh proyektil mortir dengan

tekanan udara 50 psi sekitar 102 m/s hingga 129 m/s berdasarkan pada waktu yang didapat dan panjang proyektil.

**Kata Kunci**— *Proyektil, Kecepatan, Waktu, Inframerah, Microcontroller*

## I. PENDAHULUAN

Proyektil adalah suatu benda diam yang kemudian diberikan gaya pendorong lalu diarahkan ke udara atau hanya dijatuhkan dari suatu ketinggian dan kemudian menempuh lintasan yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan hambatan udara. Batu yang dilempar, apel yang jatuh dari pohon, dan berbagai macam benda yang dilemparkan atau dijatuhkan hingga terjadinya pengaruh gaya gravitasi dan hambatan udara dapat disebut sebagai proyektil. Berdasarkan pada penjelasan tersebut, proyektil akan menghasilkan nilai kecepatan tertentu dari besar gaya yang diterima oleh suatu benda.

Metode pengukuran kecepatan yang paling banyak digunakan adalah *Time of Flight*, yaitu pengukuran dengan menghitung waktu diantara dua titik sinyal sensor yang diletakkan secara paralel dengan jarak tertentu [ [HYPERLINK \l "Liu11" 1 2](#)] [ [HYPERLINK \l "Raj12" 3](#) ]. Saat proyektil melewati sensor pertama akan didapat sinyal *start* yang akan memulai menghitung waktu. Lalu beberapa saat kemudian, proyektil tersebut melewati sensor kedua sehingga didapat sinyal *stop* yang akan menghentikan perhitungan waktu. Sehingga dari waktu yang dihasilkan antara dua sinyal tersebut, akan dihitung kecepatan dengan membagi jarak antara jarak dua sensor dengan waktu yang dihasilkan4] [ [HYPERLINK \l "Sán07" 5](#) ]. Karena proyektil dalam keadaan *flight* dengan kecepatan tinggi, kecepatan proyektil dapat diperkirakan ketika dalam proses melewati jarak tempuh dan perbedaan waktu tetap dalam satu persamaan6}.

Penggunaan proyektil pada perangkat lontarnya seperti senapan angin, meriam, mortir dan lain sebagainya sulit diketahui berapa nilai kecepatan yang dihasilkan. Peluru proyektil dapat melesat dengan kecepatan sekitar 366 m/s (1200 fps) hingga sekitar 1220 m/s (4000 fps) sesuai dengan tekanan pada selongsong proyektil dan percepatan yang dihasilkan. Kecepatan dari objek yang bergerak dapat diukur menggunakan *microcontroller* berdasar pada rangkaian elektronik [ [HYPERLINK \l "Kum14" 7](#) ].

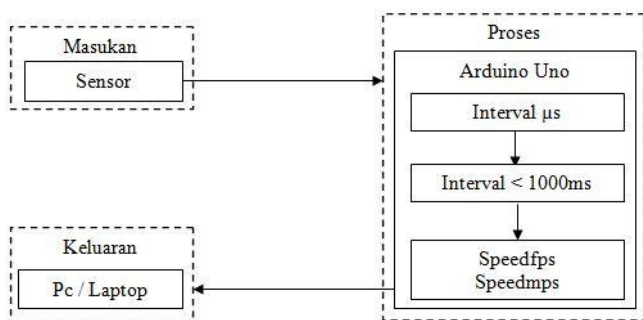
*Time of Flight* adalah pengukuran waktu terbang suatu proyektil diantara dua titik dalam jarak tertentu8} [

HYPERLINK [1 "Liu11" 1 ]. Dari waktu yang didapat diantara dua titik inilah yang digunakan sebagai perhitungan kecepatan dengan letak jarak dua titik sinyal yang diketahui. Sesaat setelah proyektil melewati sensor pertama dan kedua akan didapat sinyal *start* dan *stop* dan juga waktu diantaranya didapat nilai *Time of Flight* [ HYPERLINK [1 "Pau09" 9 ]. Terdapat dua jenis *error*, *instrumental error* yang berdasarkan pada ketepatan komponen dan pembuatannya dan *experimental error* yang berdasar pada deviasi proyektil itu sendiri terhadap dua sensor, dan juga ada *measurement error* yang terjadi dalam percobaannya dari jarak sensor terhadap sudut deviasi, tipe kaliber yang digunakan diantara 0,005° sampai 0,567° sehingga didapat error pada jarak sebesar 0 sampai 0,05mm. Pengaturan kecepatan yang diukur maksimal adalah 2500 m/s dan jarak sensor 1000 mm, berdasarkan pertimbangan tersebut estimasi error kecepatan sebesar 0,233% tidak termasuk *experimental error* [8]. Akurasi pengukuran kecepatan dapat dikembangkan lebih jauh dengan memperpanjang jangkauan sensor dan mengganti frekuensi *timer*.

Sedangkan pada penelitian lain, pengukuran yang memanfaatkan tiga komponen yaitu sumber cahaya, *Head* sebagai letak sumber cahaya beserta sensor dan komponen pendeteksi cahaya. Sumber cahaya beroperasi mendekati gelombang inframerah sebesar 1550 nm dan dibuat menjadi 3 bagian yang disambungkan dengan *head* dengan jarak 8 cm pada setiap *headnya*. Ketiga komponen pendeteksi cahaya kemudian disambungkan ke *digital oscilloscope* menggunakan sambungan fiber [ HYPERLINK [1 "Pau09" 9 ].

## II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, data yang diperoleh adalah waktu dalam satuan *microsecond* kemudian dikalkulasikan dengan jarak yang diketahui. Berdasarkan pada Gambar 1, masukan hanya berupa satu sensor sehingga nilai jarak harus diketahui dari panjang objek yang akan diukur sebelum melakukan pengujian. Penyederhanaan ini dilakukan agar dapat mengurangi daerah pengukuran yang menggunakan dua hingga tiga titik pendeteksian waktu seperti pada penelitian sebelumnya menjadi satu titik saja.



Gambar 1. Implementasi Arduino

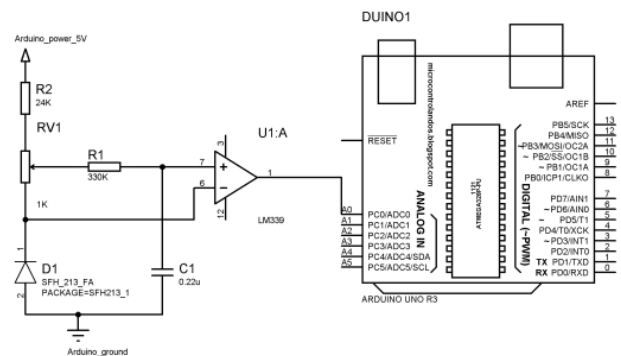
Salah satu cara untuk dapat menentukan spesifikasi sensor adalah menghitungnya secara matematis dengan permasalahan yang ada, dengan menggunakan persamaan matematika sederhana sistem dapat digunakan untuk menentukan waktu percepatan proyektil [10]. Jika spesifikasi sensor yang diinginkan harus dapat mendeteksi kecepatan kurang lebih 1000 m/s dengan ukuran peluru proyektil sepanjang 5 mm, dapat dinyatakan dengan rumus kecepatan berikut

$$waktu = \frac{0,005}{1000} = 0,0005 \quad (1)$$

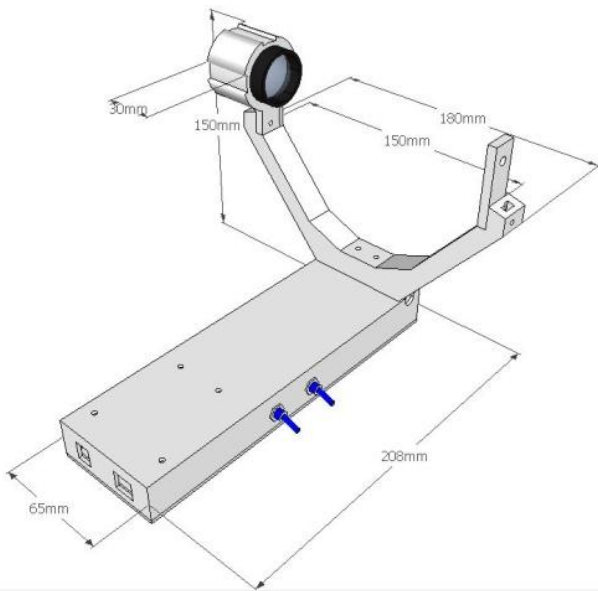
Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui untuk spesifikasi photodiode inframerah harus dapat merespon objek dalam rentang waktu kurang dari 5 μs. Sinyal yang dihasilkan oleh photodiode berupa sinyal analog dan perlu diubah menjadi sinyal digital dengan menggunakan rangkaian komparator dan photodiode yang disusun secara *reverse bias*, yang berfungsi sebagai saklar sehingga bila tidak terkena cahaya inframerah nilai output akan bernilai rendah. Kemampuan cahaya inframerahpun juga harus stabil dan dapat dideteksi oleh photodiode saat terdapat proyektil yang dideteksi.

Dengan menggunakan metode tersebut dan dua faktor yang dibutuhkan, akan disederhanakan dan diimplementasikan pada arduino yang terhubung dengan sensor inframerah untuk menghitung nilai kecepatan.

Tahap selanjutnya dilakukan desain hingga merealisasikan alat sesuai dengan deskripsi dan materi yang telah diperoleh agar alat yang dibuat mudah diidentifikasi dan dapat bekerja dengan baik, tahapan perancangan alat meliputi pada gambar 2 menjelaskan model sirkuit untuk alat yang digunakan dengan spesifikasi sebagai berikut : (1) dapat merespon dalam waktu kurang dari 5 *microsecond* seperti pada persamaan (1), (2)sensitivitas gelombang cahaya inframerah sekitar 800nm hingga 1000nm, (3)Karena jarak pemancar dengan sensor photodiode sekitar 15cm lebih besar dari diameter mortir maka perlu ditambahkan lensa senter lampu penerangan pada pemancar agar gelombang cahaya dapat terfokus dan jauh dengan nilai yang hampir mendekati *datasheet* pada jarak kurang lebih 15 cm.

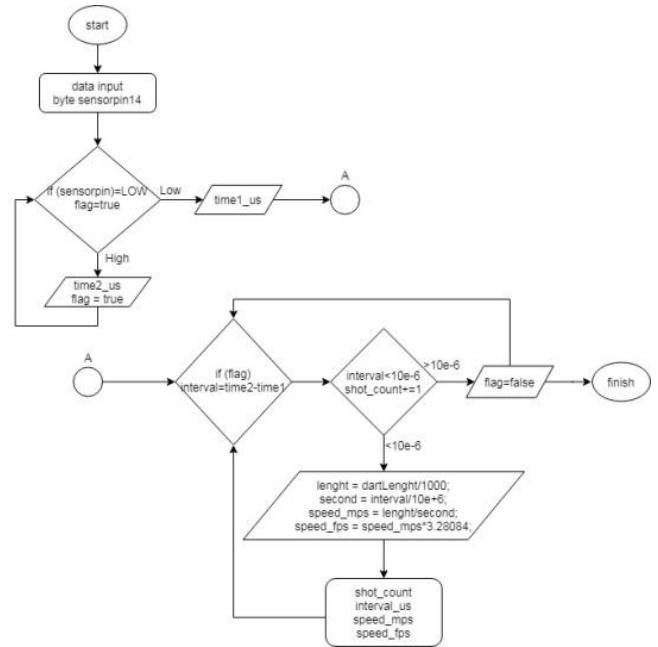


Gambar 2. Rangkaian elektrik



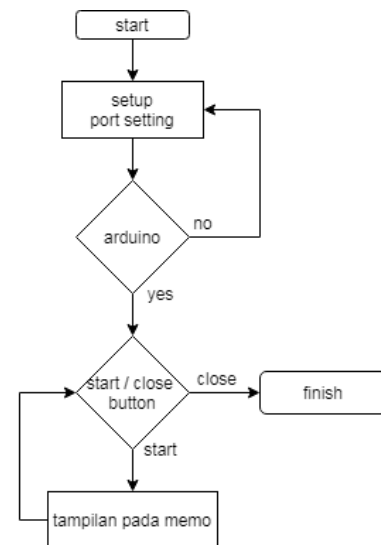
Gambar 3. Desain alat

Setelah dilakukan pendesainan alat, proses selanjutnya adalah memprogram metode yang didapatkan untuk implementasi pada arduino sesuai pada gambar 2 dan gambar 3. Pertama menentukan variabel input yang digunakan, saat objek melewati sensor dengan cepat sistem akan menghitung waktu selama objek tersebut menghalangi cahaya inframerah terhadap sensor, jika waktu yang didapat sampai 1 detik maka sistem akan menghitung waktu kembali hingga dibawah 1 detik. Besar waktu tersebut akan ditampilkan sebagai interval waktu kemudian diproses kedalam persamaan kecepatan dan jumlah tembakan. Seperti pada gambar 4, proses ini akan diulang kembali selama sensor masih aktif mendeteksi cahaya inframerah dan objek yang menghalangi.

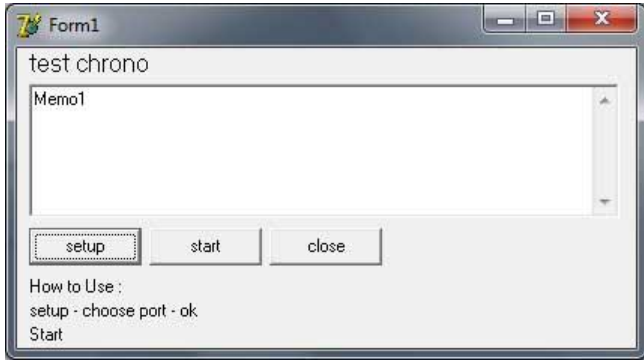


Gambar 4. Flowchart Arduino

Dari flowchart diatas hasil pengukuran hanya dapat tampil pada *serial monitor* pada arduino saja, sehingga aplikasi arduino harus tetap terbuka untuk dapat melihat hasil pengukuran. Selanjutnya membuat aplikasi antarmuka sederhana menggunakan Delphi7 yang dimaksudkan untuk menampilkan hasil pengukuran dari arduino sebagai model produk seperti yang terlihat pada gambar 6 tanpa membuka aplikasi arduino beserta programnya. Pada gambar 5 sistem antarmuka akan menerima hasil persamaan yang diolah pada arduino kemudian ditampilkan pada tampilan memo dengan mengatur *port* yang digunakan terlebih dahulu lalu *start* agar sistem antarmuka melakukan *monitoring* terhadap arduino secara *realtime*.



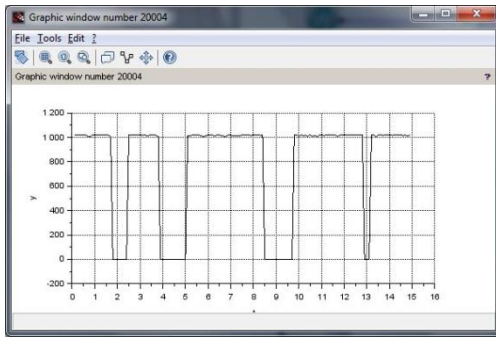
Gambar 5. Flowchart Delphi7



Gambar 6. Antarmuka

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah diketahui spesifikasi setiap komponen yang akan digunakan, dilakukan uji coba sensor menggunakan *arduino* dengan *delay* sekecil mungkin. Pada Gambar 5 dilakukan uji coba dengan menghalangi cahaya inframerah terhadap photodiode dengan *sampling* 0,005 *second* sebanyak 4 kali dalam kurun waktu 15 detik.



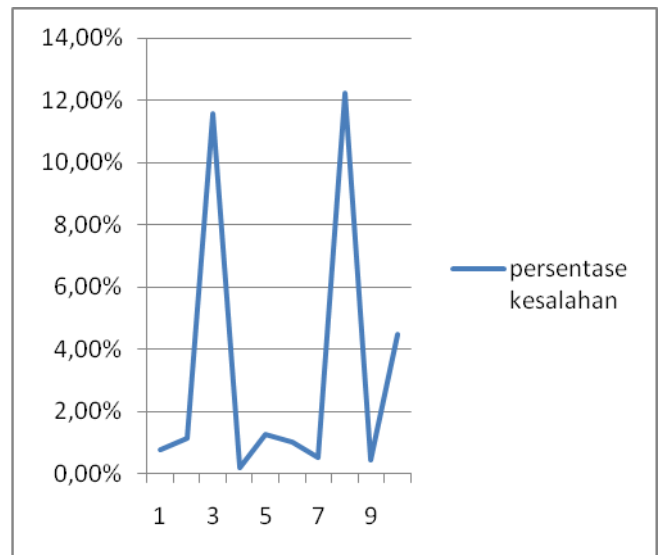
Gambar 7. Grafik uji coba sensor

Kemudian bagian ini dijelaskan pengujian dan analisis hasil yang didapatkan dilakukan sepuluh kali percobaan sesuai pada tabel 1. Alat diletakkan pada ujung pelontar mortir yang diikuti dengan bidikan dari alat ukur standar sebagai pembanding, kemudian peluru proyektil mortir bertekanan udara dimasukkan melalui ujung pelontar kemudian dilepaskan masuk hingga terjadinya gaya dorong yang membuatnya menembak proyektil mortir. Percobaan diulang hingga 10 kali percobaan dengan menunggu pengisian udara pada peluru sebesar 50 bar.

Dari data yang didapat diperoleh hasil rata-rata dari sepuluh kali percobaan sebesar 4082 pada *interval\_us*, 401,9 pada *speed\_fps* dan 122.5 pada *speed\_mps*. Dari data tersebut dibandingkan dengan alat lain yang sudah banyak digunakan dalam pengukuran kecepatan pada kolom *Fps on the tool*, dan diperoleh nilai *error* 0,79% yang didapat dari hasil rata-rata pada persamaan (4).

Tabel 1. Hasil Pengukuran

Sho t	Interval _us	Speed_f ps	Speed_ mps	Fps alat ukur	% kesalahan (fps)
1	4082	401,9	122,5	405,1	0,79%
2	4090	401,1	122,3	405,8	1,16%
3	4569	359	109,4	406	11,58%
4	4046	405,4	123,6	404,6	0,20%
5	4100	400,1	122,0	405,3	1,28%
6	4007	409,4	124,8	405,3	1,01%
7	4031	407	124,1	404,9	0,52%
8	4612	355,7	108,4	405,3	12,24%
9	4003	409,8	124,9	408	0,44%
10	3873	423,51	129,1	405,4	4,47%



Gambar 8. Grafik persentase

Untuk mendapatkan nilai kecepatan menggunakan persamaan (1), untuk mendapatkan nilai dalam satuan m/s menggunakan persamaan (2), dan untuk mendapatkan nilai dalam satuan fps hasil perhitungan (2) dikonversikan dalam persamaan (3). Untuk mengetahui rata-rata nilai *error* yaitu dengan membandingkan nilai alat dengan alat ukur yang ada seperti pada persamaan (4). Contoh perhitungan dengan persamaan berikut:

$$speed = 122,5 \tag{2}$$

$$Speed\_fps = speed\_mps * 3.28084 = 122,5 * 3.28084 = 401,9 \tag{3}$$

$$\% error = \frac{speed\ fps - Fps\ on\ the\ tool}{Fps\ on\ the\ tool} \% = 0,79\% \tag{4}$$

= 0,79%

Pada realisasi desain pembuatan alat pada gambar 3, sebagian dari model 3 dimensi dicetak menggunakan *printer* 3 dimensi dan yang lain dibuat menggunakan pola hasil konversi menggunakan Pepakura Designer. Pada gambar 7 *Power supply* digunakan untuk menyalakan inframerah sedangkan untuk sensor photodiode dan arduino memanfaatkan *supply* dari sambungan USB ke laptop.



Gambar 9. Alat jadi

Penulisan persamaan dapat dilihat pada contoh berikut dengan memberikan penomoran secara berurut.

$$y = ab \quad (1)$$
$$c + d = \beta \quad (2)$$

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran diatas, spesifikasi kemampuan photodiode yang digunakan sebesar  $0,005\mu s$  dan dapat dilihat dari gambar 5, sehingga istem dan rancangan alat yang telah dibuat dapat bekerja sesuai *datasheet* setiap komponennya yang mana dapat diketahui dari nilai logika yang didapat arduino, dan program dapat menghitung nilai yang didapat dari logika tersebut. Dari hasil yang didapat pada tabel 1 nilai pengukuran yang dibandingkan menggunakan satuan yang sama dengan hasil rata-rata *error* sebesar 3,37%. Dari segi penyederhanaan penelitian alat ini terbilang cukup terjangkau dan memiliki hasil serta *error* seperti yang dijelaskan pada persamaan (4) dengan melakukan perbandingan dengan alat ukur yang banyak digunakan dengan harga jutaan dan memang memiliki tingkat *error* yang stabil dan hampir tidak berubah-ubah.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

[1] R.C. kalonia et al., *Small caliber projectile velocity measurement system based on a single laser source and a single detector*, vol. 70, no. 9, pp. 762-766, September 2011.

[2] Mr Rajeev, Miss Dhanda, Navraj Khatri, and Miss Deepti

Jaglan, *Microcontroller Based Electronic Circuitry to Record High Speed Events*, vol. 1, no. 6, August 2012.

[3] Nicholas G. Paulter and Donald R. Larson, *Reference ballistic chronograph*, vol. 48, no. 4, p. 043602, April 2009.

[4] Yuchen Yue, Fuquan Zhao, Jinzhong Zhang, and Xiaoping Han, *The Design of Muzzle Velocity Measuring System for Rapid Rate Firing Gun*, no. i, 2016.

[5] Amandeep Kaur, Renu Vig, and Randhir Bhatnagar, *Study of Different Measurement Systems and Design of Circuitry with Intensity Modulated measuring the*, vol. 1, no. 2, pp. 101-108, 2009.

[6] Dileep Kumar, Anshul Gaur, and Rggi Meerut, *High Speed Projectile Recording System*, vol. 3, no. 10, pp. 1-5, October 2012.

[7] José M. Sánchez-Pena, Carlos Marcos, and María Y. Fernández, *Cost-effective optoelectronic system to measure the projectile velocity in high-velocity impact testing of aircraft and spacecraft structural elements*, vol. 46, no. 5, p. 051014, may 2007.

[8] Darlene Starratt, Tim Sanders, Elvis Cepuš, Anoush Poursartip, and Reza Vaziri, *Efficient method for continuous measurement of projectile motion in ballistic impact experiments*, vol. 24, no. 2, pp. 155-170, 2000.

[9] Ji Liu, Donge Zhao, Yangjun Li, and Hanchang Zhou, *Optoelectronic system for measuring warhead fragments velocity*, vol. 276, no. 1, 2011.

[10] N Dinesh Kumar, M Jayaprakash, V Naveen Reddy, and G Bharagava Sai, *Microcontroller Based Electronic Circuitry to Record Speed of Moving Objects*, vol. 1, no. 5, pp. 23-27, May 2014.

# Sistem Informasi Perangkap Hama Serangga Dan Kondisi Perairan Di Persawahan Berbasis Internet Of Things

<sup>1</sup>Moh Fredy Riyanto, <sup>2</sup>Rini Puji Astutik, <sup>3</sup>Denny Irawan

<sup>1 2 3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik  
<sup>1</sup> [Freddy.Oneseven1.7@Gmail.com](mailto:Freddy.Oneseven1.7@Gmail.com), <sup>2</sup> [astutik\\_rpa@umg.ac.id](mailto:astutik_rpa@umg.ac.id), <sup>3</sup> [den2mas@umg.ac.id](mailto:den2mas@umg.ac.id)

**Abstract** - Insect pests that disrupt the growth of rice plants are the main factors causing the decline in rice yields owned by farmers. To find out the presence of insect pests in rice fields, we need a tool that can be used to determine the pest population. The best way to find out pest populations is to use pest trap lights. This study aims to develop an insect pest trap light system by improving and adding information systems to the tool by using a soil moisture sensor, and ESP32-CAM cameras, all of which are integrated with NodeMCU ESP8266 and telegram messenger applications and use energy from solar panels as a power source. the tool which is where the tool is expected to help farmers to get pest trap information and rice conditions in real-time.

**Keywords** — *Insect Pest, NodeMCU ESP8266, ESP32-CAM camera, Telegram, Light Trap.*

**Abstrak**— Hama serangga yang mengganggu pertumbuhan tanaman padi menjadi faktor utama penyebab penurunannya hasil panen padi milik petani. Untuk mengetahui keberadaan hama serangga dalam persawahan di butuhkanlah sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengetahui populasi hama. Cara terbaik untuk mengetahui populasi hama adalah dengan menggunakan lampu perangkap hama. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem lampu perangkap hama serangga dengan memperbaiki dan menambahkan sistem informasi pada alat tersebut dengan menggunakan sensor kelembaban tanah, dan kamera ESP32-CAM yang semuanya terintegrasi dengan NodeMCU ESP8266 dan aplikasi telegram *messenger* serta menggunakan energi dari panel surya sebagai sumber tenaga listrik pada alat tersebut yang dimana alat ini nantinya diharapkan dapat membantu petani untuk mendapatkan informasi perangkap hama dan kondisi persawahan secara *real time*.

**Kata Kunci**— *Hama Serangga; NodeMCU ESP8266; Kamera ESP32-CAM; Telegram Messenger; Lampu Perangkap.*

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki jutaan hektar lahan persawahan. Padi (*Oryza sativa L*) merupakan komoditas penting karena merupakan makanan pokok rakyat Indonesia. Banyak usaha yang telah di lakukan pemerintah untuk meningkatkan produktivitas padi [1]. Untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi dapat dilakukan dengan cara: ekstensifikasi, intensifikasi, dan diversifikasi pertanian. Namun, untuk meningkatkan produksi padi ada

banyak kendala yang harus di hadapi petani. Salah satu penyebab penurunan produktivitas padi yaitu karena adanya Organisme Pengganggu Tanaman [2].

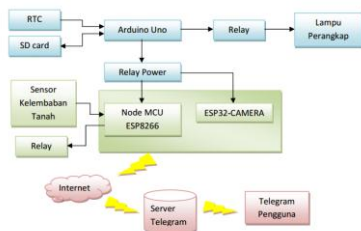
Untuk mengetahui keberadaan hama serangga dalam persawahan di butuhkanlah sebuah alat yang dapat di gunakan untuk mengetahui populasi hama. Salah satu sifat serangga adalah memiliki ketertarikan terhadap cahaya, intensitas cahaya dapat berpengaruh terhadap perilaku hama serangga, sehingga intensitas cahaya dapat di dimanfaatkan guna menangkap hama serangga, yang mana penangkapan hama serangga tersebut dapat di dimanfaatkan dalam bidang pertanian (pengendalian hama serangga) [6]. Oleh karena itu telah dilakukan sebuah penelitian tentang “Alat Perangkap Hama Serangga Padi Sawah Menggunakan Cahaya dari Tenaga Surya” [7]. Dalam penelitian itu, peneliti membahas pengendalian hama serangga yang ramah lingkungan menggunakan cahaya lampu yang energinya bersumber pada panel surya, alat tersebut bekerja secara otomatis menggunakan sensor LDR jadi ketika malam datang lampu akan menyala dan sebaliknya, sistem alat tersebut masih secara analog sehingga petani masih sulit untuk mendapatkan informasi secara realtime mengenai hasil tangkapan dari alat tersebut. Sedangkan dalam penelitian yang lain tentang “Rancang Bangun Alat Perangkap Hama Tanaman Padi Menggunakan Arduino Mega 2560” [8], dalam pembahasan penelitian itu peneliti telah mampu memberikan informasi kepada petani berupa SMS (*Short Message Service*) setiap jam 7 pagi dikarenakan alat bekerja saat menjelang malam sampai menjelang shubuh dini hari. Dalam penelitian yang kedua sumber tenaga listriknya masih bersumber pada PLN sehingga alat tersebut tidak dapat digunakan jauh dari sumber listrik PLN, dalam hal penginformasian data petani masih agak kesulitan mendapatkan informasi berapa banyak hama yang di dapat pada alat tersebut dikarenakan informasi yang di dapat petani masih berupa SMS (*Short Message Service*) jadi petani harus setiap hari untuk melihat hasil tangkapan pada alat tersebut. Dengan adanya lampu perangkap hama tersebut para petani di mudahkan untuk memonitoring populasi hama yang terjadi pada area persawahan untuk selanjutnya petani dapat menentukan nilai ambang ekonomi hama. Pengamatan dengan lampu perangkap harus dilakukan setiap hari untuk membuat kurva bulanan sebagai dasar penetapan persemaian atau waktu tanam [9].

Dari kekurangan - kekurangan yang terdapat pada penelitian sebelumnya, peneliti kali ini akan mengembangkan alat tersebut dengan memperbaiki informasi monitoringnya menggunakan Node MCU ESP8266 yang di informasikan ke petani melalui Telegram messenger, Penginformasian kepada petani mencakup data gambar tangkapan hama pada alat, data kelembaban tanah pada persawahan, dan data gambar keadaan persawahan bagian irigasinya, dengan memanfaatkan teknologi *Internet Of Things* di sistemnya dan panel surya sebagai energi listrik yang digunakan pada alat.

II. METODE PENELITIAN

A. Gambaran Umum Sistem

Sistem informasi lampu perangkap hama terbagi menjadi dua sistem. Sistem pertama mencakup proses mendapatkan hama dengan cara memanfaatkan sifat alami serangga malam yang tertarik terhadap cahaya dengan menggunakan energi matahari sebagai sumber daya listriknya, alat perangkap hama ini bekerja ketika malam telah tiba dan lampu pada perangkap secara otomatis akan menyala untuk menarik atau memikat serangga malam yang berada disekitar persawahan, ketika ada serangga yang tertarik secara alami serangga yang terpicat tadi akan memutar lampu dan menabraknya sehingga serangga jatuh pada lubang perangkap yang telah di buat selajutnya pada lubang perangkap tersebut terdapat penampungan untuk hama serangga yang tertangkap dengan dilengkapi sebuah kamera dan LED (sebagai sumber cahaya penampungan saat malam hari) untuk melihat kondisi atau keadaan penampungan hama serangga yang telah tertangkap. Dalam sistem yang kedua terdapat komponen tambahan untuk melihat atau mengetahui kondisi persawahan secara *real time* diantaranya ada sensor kelembaban tanah berguna untuk mengetahui kelembaban tanah pada lahan persawahan dan juga terdapat sebuah kamera dan LED yang berguna untuk melihat kondisi perairan di persawahan bagian irigasi pada malam hari.



Gambar 1. Diagram Sistem Informasi Perangkap Hama

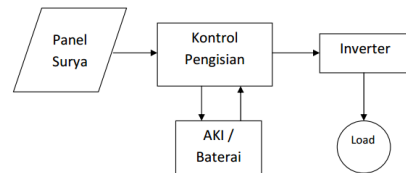
B. Perancangan Sistem

Tahapan ini yang di lakukan adalah berupa pembuatan sistem informasi monitoring perangkap hama dan informasi keadaan irigasi persawahan dengan konsep IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Telegram BotFather dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber listrik pada alat. Alat ini menggunakan Real Time Clock (RTC) sebagai

penentuan jam operasi pada alat yang di proses menggunakan Arduino UNO, dan juga terdapat sensor kelembaban tanah yang digunakan untuk memonitoring kelembaban tanah tumbuhan padi yang di proses menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan menggunakan konsep IoT yang terhubung dengan telegram BotFather sehingga penginformasian bisa didapatkan secara *real time* melalui aplikasi telegram messenger.

1) Perancangan Hardware

a) Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya



Gambar 2. Skema Rangkaian Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Tabel 1 Jadwal Sistem Pengoperasian Alat

Jam (WIB)	Beban Lampu (15 watt)	Beban Sistem IOT (10 watt)	Beban Sistem Pengoperasian alat (5 watt)	Keterangan
17.00	tidak aktif	tidak aktif	aktif	Beban lampu mulai menyala pada jam 18.00 karena pada jam 19.00 s/d 20.00 adalah puncak hama penggerek batang padi keluar [7].
18.00	aktif	tidak aktif	Aktif	
19.00	aktif	tidak aktif	Aktif	
20.00	aktif	tidak aktif	Aktif	Beban sistem IOT dinyalakan pada jam 21.00 supaya kapasitas penyimpanan daya pada baterai dapat di gunakan dengan waktu yang lama.
21.00	aktif	aktif	Aktif	
22.00	tidak aktif	aktif	Aktif	Sistem pengoperasian alat digunakan untuk mengatur jadwal aktif pada beban lampu dan beban IOT.
23.00	tidak aktif	aktif	Aktif	
24.00	tidak aktif	aktif	Aktif	
01.00	tidak aktif	tidak aktif	Aktif	

Perhitungan untuk merancang kebutuhan alat yang akan di gunakan adalah sebagai berikut :

1. Mencari total beban pemakaian perhari pada alat lampu perangkat hama, Rumus yang di gunakan adalah sebagai berikut :  
 $Beban\ Pemakaian\ (Wh) = Daya \times Lama\ Pemakaian\ (1)$   
 Lama pemakaian daya tergantung dari seberapa lama alat itu di gunakan oleh karena itu di tentukanlah jadwal operasi alat guna menentukan berapa lama alat tersebut beroperasi.

Pada table 1 tersebut dapat di tentukan berapa lama lampu dan sistem aktif dan di dapatkan lama lampu 15 watt beroperasi selama 4 jam, sistem IOT dengan total daya 10 watt beroperasi selama 4 jam dan Sistem pengoperasian alat 5 watt beroperasi selama 9 jam. Kemudian dicari beban pemakaian (Wh) dengan menggunakan rumus (1).

- a. Beban Pemakaian Lampu  
 $Beban\ pemakaian\ (Wh) = 15W \times 4jam = 60\ Wh$
- b. Beban Pemakaian Sistem IOT  
 $Beban\ pemakaian\ (Wh) = 10W \times 4jam = 40\ Wh$
- c. Beban Pemakaian Sistem Pengoperasian Alat  
 $Beban\ pemakaian\ (Wh) = 5W \times 9jam = 45\ Wh$
- d. Total Pemakaian Beban  
 $Total\ pemakaian\ beban(Wh) = 60Wh + 40Wh + 45\ Wh = 145\ Wh$

2. Menghitung dan menentukan ukuran kapasitas modul surya yang sesuai dengan beban pemakaian harian dengan menggunakan rumus :

$$Kapasitas\ Modul\ Surya = Total\ beban\ pemakaian\ harian / Insolasi\ surya\ harian\ (2)$$

Yang dimana Insolasi surya harian adalah ketersediaan energi surya rata-rata di Indonesia sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup>[18].

$$Kapasitas\ Modul\ Surya = 145Wh / 4,8Kwh = 0,0302\ KWh\ atau\ 30.2\ Wh.$$

Dengan hasil yang di dapat 30.2 Wh untuk kapasitas modul surya pada perhitungan, selanjutnya di tentukan kapasitas modul surya sesuai dengan di pasaran yaitu harus lebih tinggi dari 30.2 Wh yakni menggunakan modul surya dengan kapasitas 50 Wp.

3. Menentukan kapasitas baterai/aki (Ah) yang akan di gunakan pada alat lampu perangkat hama dengan tegangan standart aki 12 V.

Rumus yang digunakan adalah:

$$Kapasitas\ Baterai\ (Ah) = Total\ kebutuhan\ energi\ harian / Tegangan\ Sistem\ (3)$$

$Kapasitas\ Baterai\ (Ah) = 145Wh / 12\ V = 12,08\ Ah$   
 Jadi kebutuhan aki untuk daya 145 Wh adalah 12.08 Ah, karena daya aki harus besar dari perhitungan dan di tetapkanlah daya aki dengan menggunakan kapasitas 12 V / 17 Ah.

b) Penentuan Level Kondisi Kelembaban Tanah

Data bit yang digunakan berdasarkan pada data ADC yang berada pada prosessor Node MCU ESP8266 yakni 10 bit yang dimana (2<sup>10</sup> = 1024). Prinsip sensor kelembaban tanah YL-69 adalah dengan mengalirkan arus melalui suatu probe ke probe yang lain untuk membaca resistansi tanah tersebut. Untuk mendapatkan nilai ADC pada resistansi tersebut maka digunakanlah persamaan

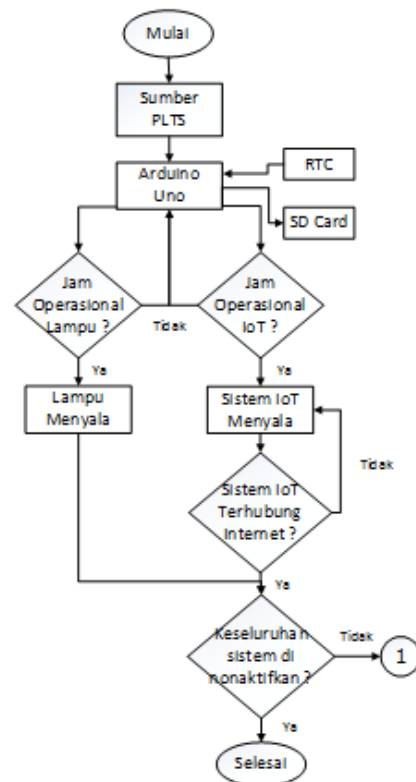
$$Data\_ADC = (Vin/Vref) \times Maksimal\_Data\ (4)$$

Sedangkan untuk mengkonversi perubahan sensor menjadi nilai presentase suatu kelembaban tanah maka digunakanlah persamaan

$$Nilai\ Persen = (Nilai\ Output\ Sensor / Max\ Data\ Sensor) \times 100\ \% \ (5)$$

2) Perancangan Software

Perancangan software disini adalah sistem alur cara kerja alat yang di gambarkan dalam flowchart pada Gambar 3 bagian 1 dan Gambar 4 bagian 2 yang menjelaskan proses yang terjadi pada perangkat lunak sistem informasi monitoring perangkat hama dan kondisi perairan di persawahan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Telegram Messenger dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber listrik.



Gambar 3. Alur perancangan bagian 1



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Kerja Sistem

1) Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras pada penelitian ini terdiri dari Arduino Uno, Node MCU ESP8266, ESP32-CAM, Rangkaian Relay, Rangkaian RTC DS3231, Rangkaian LCD 16 x 2, Rangkaian Sensor Kelembaban Tanah, Rangkaian Modul SD Card, Rangkaian Motor Servo MG90S, Rangkaian Catu daya, Rangkaian Lampu Perangkap, Rangkaian Lampu Penerangan, dan rangkaian panel surya. Penjelasan hasil pembuatan alat perangkat keras sebagai berikut :

a) Rangkaian Arduino Uno dan Lampu Perangkap



Gambar 5. Rangkaian Arduino Uno

Arduino uno pada penelitian ini di program untuk berfungsi sebagai pengatur jam operasional alat yang mampu menyalakan dan mematikan lampu perangkap dan sistem IoT sesuai jam operasionalnya.

b) Rangkaian Node MCU ESP8266 dan ESP32-CAM

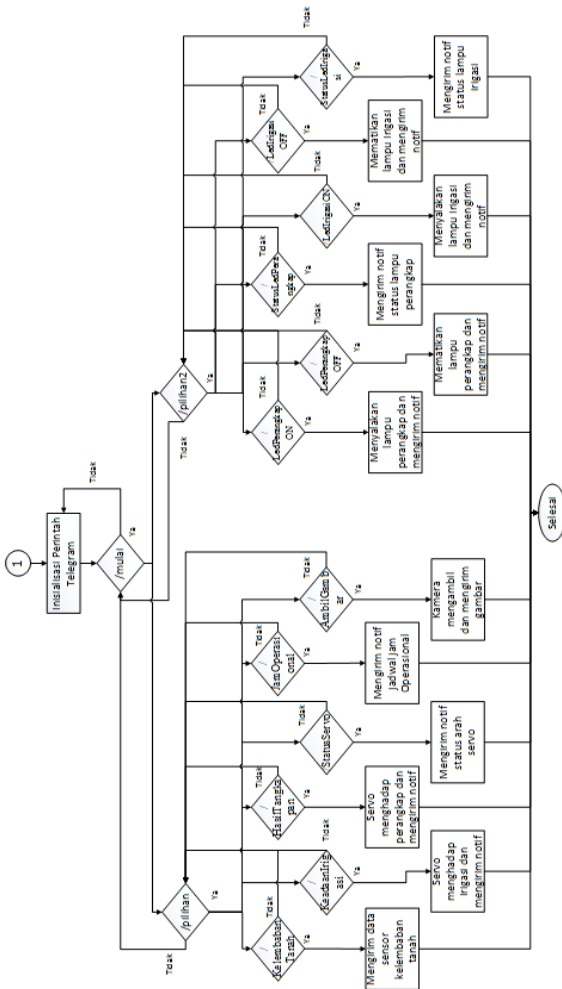


Gambar 6. Rangkaian Sistem IoT

Node MCU ESP8266 dan ESP32-CAM (Sistem IoT) di program untuk berfungsi sebagai sistem IoT yang mampu terhubung ke telegram dan bisa di akses secara realtime melalui *smartphone* pengguna. Sistem IoT terhubung dengan rangkaian sensor kelembaban tanah, rangkaian relay dan rangkaian motor servo MG90S yang berfungsi sebagai monitoring keadaan kelembaban tanah pada lahan persawahan irigasi, untuk menyalakan lampu pendukung pada alat dan menggerakkan kamera agar mampu menghadap arah yang di tuju.

c) Rangkaian Panel Surya dan Power Suplai Alat

Panel surya disini berfungsi sebagai pemberi suplai daya pada alat, untuk mendapatkan komponen yang pas dan dapat digunakan pada alat secara optimal diperlukan adanya perhitungan yang sesuai. Dan perhitungan telah di lakukan pada subbab perancangan panel surya dengan hasil perhitungan pemakaian beban sehari sekitar 145 Wh dengan



Gambar 4. Alur perancangan bagian 2

Alat ini dapat bekerja bila telah terdapat sumber daya energy listrik dari panel surya, sumber daya listrik dari panel surya digunakan untuk membackup semua kebutuhan listrik yang di butuhkan komponen. Selanjutnya terdapat sebuah Arduino UNO yang di gunakan sebagai otak/prosesor untuk mengatur kegunaan RTC sehingga penentuan jam operasional alat dapat di optimalkan dengan baik, adapun jadwal jam operasional dapat dilihat pada Tabel 1. Jam operasional sendiri terbagi menjadi 2: 1). Jam operasional untuk menyalakan lampu perangkap dan 2). Jam operasional untuk menyalakan sistem informasi. Fungsi dari jam operasional sendiri adalah sebagai penghemat sumber daya yang didapatkan dari PLTS. Selanjutnya pada sistem informasi terdapat sebuah perangkat NodeMCU ESP 8266 yang berfungsi sebagai pemberi informasi melalui jaringan internet kepada pengguna *smartphone* dengan melalui aplikasi Telegram Mesenger atau yang bisa di sebut dengan jejaring IOT.

mebutuhkan baterai yang mampu menyuplai kebutuhan dengan hasil perhitungan sekitar 12 V/12.08 Ah dan juga di perlukan panel surya sebagai charger untuk aki dengan hasil perhitungan sekitar 50 Wp. Dari hasil perhitungan tersebut peneliti memberi kapasitas lebih agar baterai dan panel surya mampu bertahan lebih lama.



Gambar 7. Rangkaian Sumber Daya

2) Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak yang digunakan pada alat Sistem Informasi Perangkat Hama Serangga Dan Kondisi Perairan Di Persawahan Berbasis Internet Of Things. Adalah dengan menggunakan bahasa C dengan menggunakan software Arduino v1.8.10 dengan tambahan Library sistem DS3231, Ctb0t v1.4.1, Arduinojson v5.13.5, dan UniversalTelegramBot v1.1.0, dan juga tambahan Library untuk Board adalah ESP8266 v2.5.0 dan ESP32 v1.2.0. Sedangkan program yang dibuat untuk penelitian ini adalah program jam operasional, penampil jam, pencatat waktu jam operasional, sensor kelembaban tanah, pengontrol relay, sistem IoT dan kamera yang terhubung dengan telegram.

B. Pengujian Alat

1) Pengujian Kelembaban Tanah

Pengujian sensor dilakukan melalui telegram untuk mengetahui bahwa sensor telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan sitem kerjanya, Pengujian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2 Pengujian Kelembaban Tanah

No	Sensor	Nilai Sensor	Kondisi Lahan	Keterangan Pengambilan Data (Jam (WIB)/Tanggal)
1	Kelembaban Tanah	529 / 51,66%	Hujan Gerimis	Melalui Telegram jam 21:21 / 28-05-2020
		501 / 48,93%	Terang	Melalui Telegram jam 22:01 / 28-05-2020
		502 / 49,02%	Terang	Melalui Telegram jam 22:19 / 28-05-2020
		498 / 48,44%	Terang	Melalui Telegram jam 22:34 / 28-05-2020
		501 / 49,02%	Hujan Gerimis	Melalui Telegram jam 23:03 / 28-05-2020

2) Pengujian Pengambilan Gambar

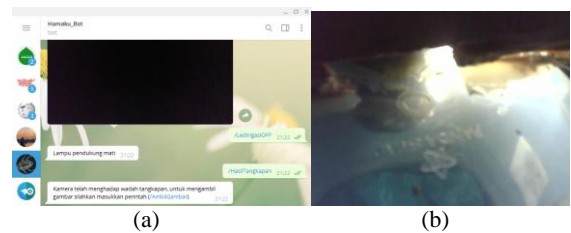
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil pengambilan gambar melalui ESP32-Camera pada posisi pertama menghadap perangkat perangkap dan posisi kedua menghadap irigasi persawahan yang sudutnya di kendalikan oleh servo mg 90 s. Pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 3 Pengujian Pengambilan Gambar

No	Pengujian	Posisi	Tangkapan Gambar	Keterangan (Jam (WIB)/Tanggal)
1.	/KeadaanIrigasi	Kamera menghadap irigasi,		Gambar 8.a, SS Telegram, jam 21.20 / 31-05-2020
	/AmbilGambar		Mengambil Gambar	Gambar 8.b ,Gambar.191. Jam 21.21 / 31-05-2020
2.	/HasilTangkapan	Kamera menghadap wadah perangkap,		Gambar 9.a, SS Telegram, jam 21.22 / 31-05-2020
	/AmbilGambar		Mengambil Gambar	Gambar 9.b ,Gambar.192. Jam 21.21 / 31-05-2020



Gambar 8. Pengambilan gambar irigasi



Gambar 9. Pengambilan gambar tangkapan

3) Monitoring Tangkapan Hama

Monitoring tangkapan hama berfungsi sebagai informasi data yang digunakan untuk evaluasi alat perangkap hama itu sendiri dan untuk melakukan evaluasi tersebut di butuhkan data yang akurat dan lengkap untuk itu alat ini di lakukan uji coba penerapannya selama satu minggu di area persawahan desa Meluwur kec. Glagah kab. Lamongan, dengan harapan dapat di ketahui jumlah populasi hama pada area persawahan tersebut.

Tabel 4 Rata-Rata Tangkapan Hama Selama Satu Minggu

No	Penangka pan Selama (Jam)	Jumlah Hama Serangga yang Tertangkap							Jumlah ekor
		1	2	3	4	5	6	7	
1.	18.00 sd 21.00	29	± 628	124	± 159	± 233	± 218	17	1408
Rata – Rata per hari									201,14

### C. Pembahasan

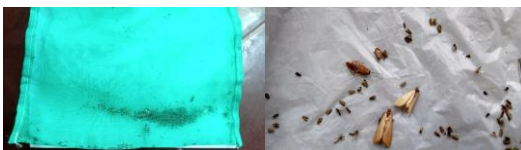
Pada penelitian ini telah berhasil di buat alat Sistem Informasi Perangkap Hama Serangga Dan Kondisi Perairan Di Persawahan Berbasis Internet Of Things.



Gambar 10. Penerapan pada area persawahan

Alat ini bekerja pada saat malam hari dikarenakan keterbatasan biaya peneliti dalam penyediaan sumber daya dari aki / baterai yang memadai untuk satu hari. Jadi pada penelitian ini peneliti hanya menggunakan waktu sekitar delapan jam untuk melakukan penelitian setiap harinya dan proses alat ini di jadwal pengoperasiannya dan dapat dilihat pada tabel 1.

Indikator keberhasilan dibuatnya alat ini juga dapat dilihat pada subbab pengujian alat dimana alat telah di uji pengoperasiannya selama satu minggu, pada proses monitoring tangkapan hama peneliti menghitung serangga yang tertangkap yang dapat dilihat pada tabel 6 hasil tangkapan hama mengalami naik dan turun hal tersebut dikarenakan faktor cuaca dan keadaan fase bulan, pada keadaan setelah hujan waktu maghrib merupakan puncaknya serangga kumbang air keluar dan sekitar jam 7-8 WIB merupakan keluarnya hama penggerek batang padi. Sedangkan pada keadaan fase bulan purnama hama serangga hanya sedikit yang tertarik pada lampu perangkap hama serangga, karena serangga memiliki sifat ketertarikan pada cahaya yang lebih terang.



Gambar 11. Hasil tangkapan

## IV. KESIMPULAN

Hasil dari pembuatan alat Sistem Informasi Perangkap Hama Serangga Dan Kondisi Perairan Di Persawahan Berbasis Internet Of Things ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Alat ini sudah sesuai dengan apa yang di rencanakan sebelumnya. Dengan hasil pengujian yang telah dilakukan telah mampu mengetahui seberapa efisien alat dalam memberikan informasi mengenai hasil tangkapan dan keadaan irigasi.
2. Jaringan internet pada Mifi harus stabil agar sistem IoT pada alat dapat berjalan dengan normal dan terhubung pada telegram.
3. Jam operasional dapat bekerja dengan optimal.
4. Lampu perangkap hama bekerja menggunakan beban lampu 15 W dengan suplai daya DC dari aki/ baterai mulai jam 18.00-21.00 WIB dengan hasil tangkapan yang bervariasi setiap harinya yang tergantung pada cuaca dan fase bulan.
5. Data sensor kelembaban tanah dapat diambil melalui perintah pada telegram secara *real time* namun karena keterbatasan suplai daya aki/baterai yang kecil mengakibatkan lama pemakaian alat untuk daya sistem IoT hanya sebentar mulai jam 21.00-23.55 WIB.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pinandita, Satria. 2014. Rancang Bangun Alat Pengendali Hama Wereng Mekanik Menggunakan LED dan Alat Penyedot. JNTETI.3(4).
- [2] Sembel, D. T. 2011. Dasar – dasar Perlindungan Tanaman. Andi :Yogyakarta.
- [3] Mukhlis. 2016. Penerapan Lampu Perangkap (*Light Trap*) dan Ekstrak Akar Tuba untuk Pengendalian Hama Penggerek Batang Kuning (*Scirpophaga spp*) Pada Tanaman Padi (*Oryza Sativa L*). Jurnal Agrohita.1(1).
- [4] Andi Ilham, Hari. dkk. 2018. Alat Perangkap Hama Serangga Padi Sawah Menggunakan Cahaya dari Tenaga Surya. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*.2(1).
- [5] Rudi Cahyono, Gunawan. 2015. Rancang Bangun Alat Perangkap Hama Tanaman Padi menggunakan Arduino Mega 2560. Jurnal POROS TEKNIK. 7(2).
- [6] Baehaki, SE. 2013. Hama Penggerek Batang Padi dan Teknologi Pengendalian. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. IPTEK TANAMAN PANGAN.8(1).

# IMPLEMENTASI SCREEN MIRRORING PADA SMARTPHONE SEBAGAI ALAT BANTU PRESENTASI NIRKABEL BERBASIS RASPBERRY PI

Anugrah Rachmat Danu<sup>1</sup>, Achmad Ubaidillah<sup>2</sup>, Achmad Fiqhi Ibadillah<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura

[rachmat61258@gmail.com](mailto:rachmat61258@gmail.com)<sup>1</sup>, [ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id](mailto:ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id)<sup>2</sup>, [fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id](mailto:fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id)<sup>3</sup>

**Abstract** - Presentation is an activity where a person presents ideas and information to the audience through a projector in various activities, for example in education and offices. In general, presentation activities use a laptop or PC connected with an HDMI or VGA cable so that the neatness and effectiveness of use is reduced. Wireless network technology can be used as a connection between devices so that it does not require cables in its use. At this time, smartphones can be used in various activities, including presentations. Smartphones have high mobility, and can be connected via a wireless network which makes users have freer and freer space when presenting. In this thesis research, the implementation of the screen mirroring feature on a smartphone via a wireless network utilizes the Raspberry Pi as an access point and a wireless display receiver as a tool for wireless presentation activities. The experimental results show that the system is feasible to use in running the screen mirroring feature. The optimal distance for using screen mirroring is between 1 meter to 7 meters. For wireless networks, it is recommended to use a hotspot network from a smartphone because the communication and data transmission is smoother than a Wi-Fi network.

**Keywords:** Presentation, Wireless Network, Smartphone, Screen Mirroring, Raspberry Pi.

**Abstrak**— Presentasi merupakan aktifitas dimana seseorang menyampaikan ide serta informasi kepada audien melalui proyektor pada berbagai kegiatan, seperti pendidikan dan perkantoran. Pada umumnya, kegiatan presentasi menggunakan laptop atau PC yang terhubung dengan kabel HDMI atau VGA sehingga membuat kerapian dan efektivitas penggunaan menjadi berkurang. Teknologi jaringan *wireless* dapat digunakan sebagai penghubung antar perangkat sehingga tidak memerlukan kabel dalam penggunaannya. Pada saat ini, *smartphone* dapat digunakan dalam berbagai aktifitas, tidak terkecuali presentasi. Penggunaannya yang fleksibel dan mobilitas yang tinggi, selain itu dapat terhubung melalui jaringan *wireless* membuat pengguna memiliki ruang gerak yang lebih bebas dan luasa ketika melakukan presentasi. Pada penelitian skripsi ini dilakukan implementasi fitur *screen mirroring* pada *smartphone* melalui jaringan *wireless* menggunakan Raspberry Pi sebagai *access point* dan *wireless display receiver* sebagai alat bantu kegiatan presentasi secara nirkabel. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem layak digunakan dalam menjalankan fitur *screen mirroring*. Jarak optimal penggunaan *screen mirroring* adalah antara 1 meter hingga 7 meter. Untuk jaringan *wireless*

direkomendasikan menggunakan jaringan *hotspot* dari *smartphone* karena dalam komunikasi dan pengiriman data lebih lancar dibanding jaringan Wi-Fi.

**Kata Kunci:** Presentasi, Jaringan *Wireless*, *Smartphone*, *Screen Mirroring*, *Raspberry Pi*.

## I. PENDAHULUAN

Presentasi merupakan kegiatan dimana seseorang menyampaikan ide yang dimiliki kepada sekelompok orang atau audien melalui perangkat media *output* untuk menampilkan materi presentasi dari perangkat media *input* pada berbagai bidang kegiatan seperti pada bidang pendidikan, kesehatan dan perkantoran [1]. Presentasi pada umumnya menggunakan satu perangkat yang digunakan sebagai *input*, seperti laptop atau komputer yang dihubungkan dengan perangkat proyektor atau monitor LCD sebagai *output* menggunakan kabel HDMI atau VGA.

Permasalahan utama dalam penyampaian materi presentasi menggunakan proyektor ataupun monitor LCD adalah penggunaan kabel yang seringkali berlebihan dan kurang tepat dalam pemasangan jalur lintasan kabel yang membuat kerapian di ruang presentasi menjadi berkurang. Selain itu dengan menggunakan kabel membuat jarak yang menghubungkan antar perangkat menjadi terbatas sehingga penggunaannya menjadi kurang efisien.

Perkembangan teknologi informasi tumbuh dengan pesat. Salah satunya adalah teknologi jaringan nirkabel (*wireless*). Teknologi ini tidak membutuhkan kabel dalam menghubungkan suatu perangkat sehingga penggunaannya menjadi lebih efektif dan efisien [5]. Pada saat ini, penggunaan *smartphone* mengalami peningkatan bersamaan dengan bertambahnya masyarakat yang menggunakan *smartphone* dalam melakukan aktifitas dan kegiatan sehari-hari. *Smartphone* telah mendukung teknologi jaringan *wireless* sehingga memudahkan pengguna dalam menghubungkan *smartphone* ke perangkat lain untuk berbagai kegiatan. [2]

*Screen Mirroring* merupakan sebuah fitur pada *smartphone* yang membuat pengguna dapat menduplikasi dan menampilkan layar *smartphone* ke perangkat lain yang mendukung teknologi jaringan *wireless*. Namun, fitur ini

masih terbatas penggunaannya karena hanya dapat digunakan pada perangkat tertentu [3].

Diperlukan sebuah *receiver* sebagai penerima dan pemroses data untuk menampilkan *screen mirroring* ke perangkat lain. Raspberry Pi merupakan sebuah mini PC yang berguna sebagai pengelola *adapter wifi* yang berfungsi sebagai *access point* dalam proses validasi permintaan koneksi dari klien. Raspberry Pi juga dapat difungsikan sebagai *receiver* pengolah data ataupun layanan yang dikirim oleh perangkat lain yang bertindak sebagai *adapter* yang mendukung jaringan *wireless*.

Berdasarkan latar belakang diatas, pada penelitian skripsi ini dilakukan implementasi *screen mirroring* untuk membantu kegiatan presesntasi secara nirkabel dengan memanfaatkan jaringan *wireless* sebagai pengganti kabel HDMI atau VGA. *Smartphone* digunakan sebagai media *input* yang diakses secara *real time* memanfaatkan Raspberry Pi sebagai *access point* jaringan *wireless* dan *wireless display receiver* untuk menjalankan perintah *screen mirroring*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

Metode penelitian merupakan penerapan cara pada suatu penelitian agar pengerjaannya terstruktur dan sesuai teori. Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan sebelum melakukan pembuatan sistem. Berikut adalah tahapan – tahapan dalam pembuatan sistem:

#### 1. Analisis Permasalahan

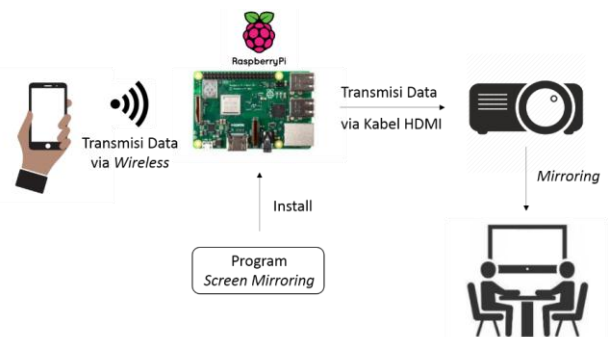
Sebelum dilakukan pemodelan sistem, dilakukan analisis mengenai pemasalahan yang terjadi berkaitan dengan sistem tersebut. Pada saat presentasi, laptop atau komputer dihubungkan dengan kabel VGA atau HDMI, membuat penggunaan kabel menjadi berlebihan dan kerapian menjadi berkurang sehingga ruang gerak menjadi terbatas [6]. Selain itu, terbatasnya proyektor yang mendukung jaringan *wireless* membuat proyektor nirkabel sebagian besar belum dapat melakukan *screen mirroring* dikarenakan aplikasi yang tersedia terbatas pada merk atau vendor yang membuat proyektor tersebut. [3]

Dengan sistem yang dibuat, pengguna dapat melakukan kegiatan presentasi menggunakan *smartphone* yang membuat pengguna bisa lebih leluasa dalam melakukan kegiatan presentasi. Raspberry Pi berfungsi sebagai *access point* untuk koneksi jaringan *wireless* sehingga tidak memerlukan kabel lagi. Raspberry Pi juga difungsikan sebagai *wireless display receiver* yang membuat *smartphone* dapat melakukan *screen mirroring* ke perangkat *output* tanpa memperdulikan merk atau vendor dari perangkat yang digunakan.

#### 2. Desain Arsitektur Sistem

Dalam arsitektur pemodelan sistem, terdiri atas beberapa komponen dasar, yaitu berupa pengguna yang mengoperasikan perangkat. *Smartphone* sebagai perangkat atau media pengirim *input* data. Raspberry Pi

berfungsi sebagai perangkat *access point* untuk sambungan *wireless* sekaligus sebagai *wireless display receiver* untuk menerima dan memproses data yang telah dikirim oleh *smartphone* untuk melakukan fitur *screen mirroring*. Proyektor atau monitor LCD yang berfungsi sebagai *output* yang dihasilkan oleh *smartphone* melalui fitur layanan *screen mirroring*, serta jaringan *wireless* yang berguna dalam menghubungkan antar perangkat secara nirkabel



Gambar 1. Desain Sistem Fitur *Screen Mirroring*

Berdasarkan gambar 1. diatas, pada penelitian ini dirancang desain sistem dengan memanfaatkan jaringan *wireless* untuk transmisi data antara *smartphone* dengan Raspberry Pi. Karena ditransmisikan menggunakan jaringan *wireless* membuat penggunaan kabel tidak diperlukan. Setelah Raspberry Pi terhubung dengan *smartphone*, dilanjutkan dengan mentransmisikan data menggunakan kabel HDMI ke preangkat media *output* seperti monitor atau proyektor LCD sebelum akhirnya hasil *screen mirroring* ditampilkan ke layar untuk kegiatan presentasi secara nirkabel.

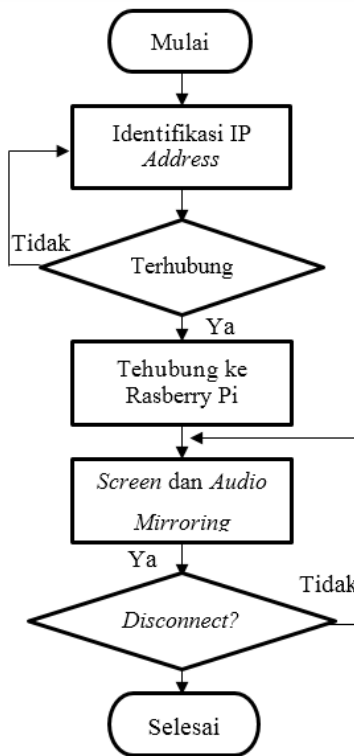
#### 3. Analisis Kebutuhan Sistem.

Implementasi dan penerapan fitur *screen mirroring* pada *smartphone* dibuat dengan tujuan sebagai alat bantu dalam kegiatan presentasi secara nirkabel. Dikarenakan penggunaan kabel HDMI dan VGA dalam kegiatan presentasi dapat membuat kerapian berkurang dan pengguna memiliki ruang gerak yang terbatas. Pada tahap ini dilakukan identifikasi dan analisis kebutuhan yang terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang akan digunakan untuk menunjang keberhasilan dalam penelitian ini. Untuk kebutuhan *hardware* yang digunakan adalah *smartphone* dan Raspberry Pi. Untuk kebutuhan *software* yang digunakan adalah terminal LX Raspberry Pi dan nPerf.

#### 4. Implementasi

Penggunaan fitur *screen mirroring* pada *smartphone* menggunakan Raspberry Pi ini di implementasikan untuk menunjang aktifitas yang sering melakukan kegiatan presentasi sebagai bagian dari penyampaian ide dan gagasan yang dimiliki, seperti pada bidang kesehatan, perkantoran, dan pendidikan. Untuk mempermudah

pengguna dalam mengimplementasi atau menggunakan fitur *screen mirroring* ini, dapat dilihat pada gambar 2. Seperti dibawah ini.



Gambar 2. Flowchart Implementasi Sistem

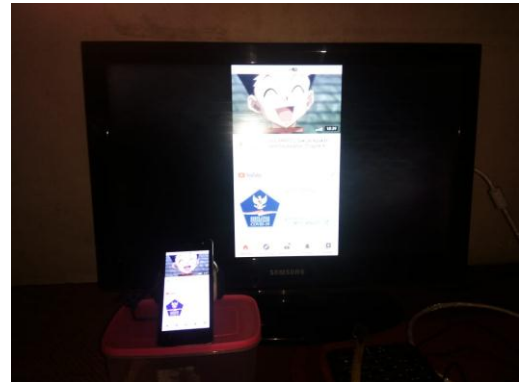
Berdasarkan gambar 2. diatas, secara umum sistem ini dimulai dengan menghubungkan *smartphone* dan Raspberry Pi melalui jaringan *wireless* yang sama sebagai jalur komunikasi antar perangkat. Kemudian memasukkan PIN ke *smartphone* yang merupakan hasil dari program yang telah terinstall pada Raspberry Pi agar Raspberry Pi terhubung dengan *smartphone*. Setelah terhubung, Raspberry Pi akan melakukan *screen mirroring* dari perangkat *smartphone* berdasarkan program yang sudah di install pada Raspberry Pi menuju ke proyektor atau monitor LCD untuk menampilkan hasil *mirroring* layar *smartphone*.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

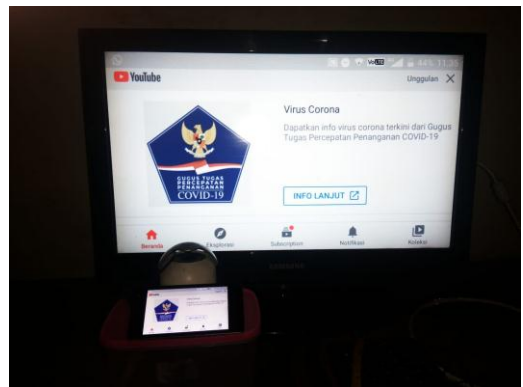
Pada penelitian ini, dilakukan uji coba dan analisis terhadap sistem yang telah dirancang dan dibuat. Pengujian dan analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kinerja dan performansi dari sistem yang telah dibuat berdasarkan pada parameter *Quality of Service* jaringan yang telah ditentukan sebelumnya apakah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Berikut ini merupakan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem.

#### A. Pengujian Fitur *Screen Mirroring* melalui Jaringan Wi-Fi

Pengujian fitur *screen mirroring* dilakukan melalui koneksi jaringan Wi-Fi. Jaringan Wi-Fi digunakan karena jaringan Wi-Fi sudah terpasang dimana – mana sehingga pengguna dapat melakukan *mirroring* dengan lebih fleksibel dan *mobile*. Berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan melalui jaringan Wi-Fi:



Gambar 3. Tampilan *Screen Mirroring Mode Potrait*

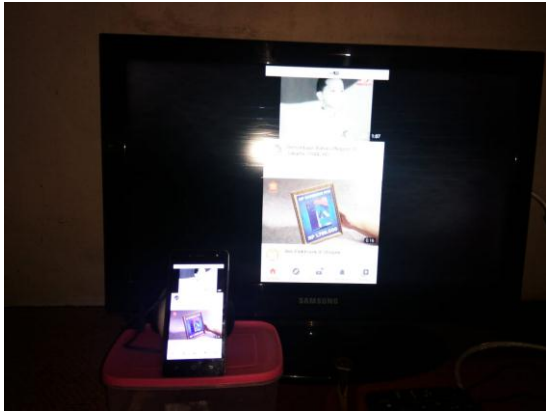


Gambar 4. Tampilan *Screen Mirroring Mode Landscape*

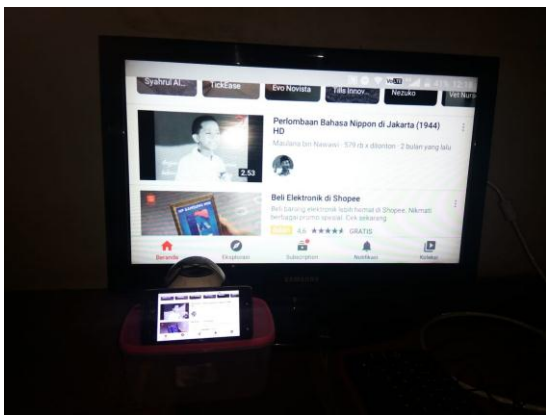
Berdasarkan gambar 3. dan gambar 4., hasil pengujian menunjukkan fitur tersebut dapat dijalankan dengan baik pada jaringan Wi-Fi. Raspberry Pi dapat berfungsi dengan baik sebagai *wireless display receiver* yang menerima hasil tangkapan layar dari *smartphone* dan diproses sebelum ditampilkan pada layar dari perangkat *output*.

#### B. Pengujian Fitur *Screen Mirroring* melalui Jaringan Wi-Fi

Pada pengujian selanjutnya, dilakukan menggunakan jaringan *Hotspot* yang dipancarkan oleh *smartphone*. Pengujian diharapkan agar *smartphone* terkoneksi dengan Raspberry Pi melalui jaringan nirkabel meski tidak ada jaringan Wi-Fi pada area tersebut. Berikut adalah pengujian yang dilakukan melalui Jaringan *Hotspot*.



Gambar 5. Tampilan Screen Mirroring Mode Potrait



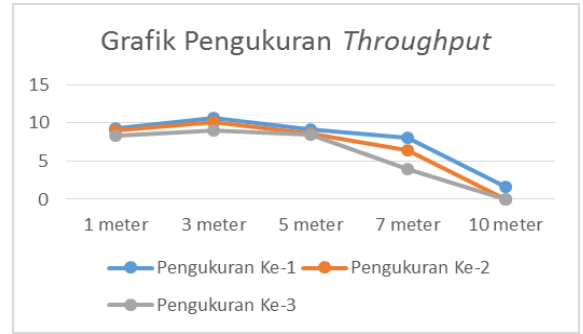
Gambar 6. Tampilan Screen Mirroring Mode Landscape

Berdasarkan gambar 5 dan 6 diatas, hasil pengujian melalui jaringan *hotspot* menunjukkan bahwa *smartphone* dan *Raspberry Pi* dapat terhubung dengan baik melalui jaringan *hotspot*. *Raspberry Pi* berfungsi dengan baik sebagai *wireless display receiver*. *Mirroring* dapat berjalan dengan baik dalam mode *Potrait* dan *Landscpae*.

C. Pengujian Fitur Screen Mirroring Berdasarkan pada Jarak dan QoS Jaringan

Pada pengujian selanjutnya, dilakukan pengujian berdasarkan pada jarak yang sudah ditentukan. Pengujian dilakukan untuk menentukan kualitas jaringan yang digunakan. Dilakukan juga pengukuran berdasarkan pada parameter dari QoS jaringan pada setiap jarak ukur yang sudah ditentukan. Untuk parameter yang diukur adalah *Throughput*, *Delay*, dan *Jitter* [4]. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali dengan durasi masing – masing 30 detik. Berikut adalah pengujian sistem yang dilakukan berdasarkan Jarak dan *Quality of Service* Jaringan.

1. Pengujian melalui Jaringan Wi-Fi
  - a. Pengukuran *Throughput*



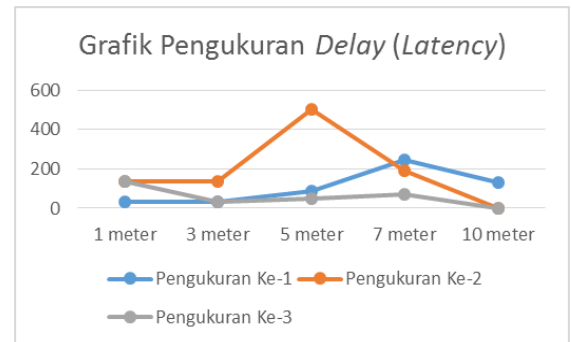
Gambar 7. Grafik Pengukuran *Throughput*

Tabel 1. Pengukuran *Throughput*

Jarak Pengukuran	Pengukuran		
	Ke-1	Ke-2	Ke-3
1 meter	9,34 Mb/s	9,06 Mb/s	8,32 Mb/s
3 meter	10,73 Mb/s	10,10 Mb/s	9,01 Mb/s
5 meter	9,12 Mb/s	8,62 Mb/s	8,54 Mb/s
7 meter	8,10 Mb/s	6,42 Mb/s	4,03 Mb/s
10 meter	1,59 Mb/s	Terputus	Terputus

Berdasarkan hasil pengukuran diatas, dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak yang diukur, kecepatan dalam transfer data semakin melambat karena sinyal jaringan yang digunakan semakin melemah.

b. Pengukuran *Delay*



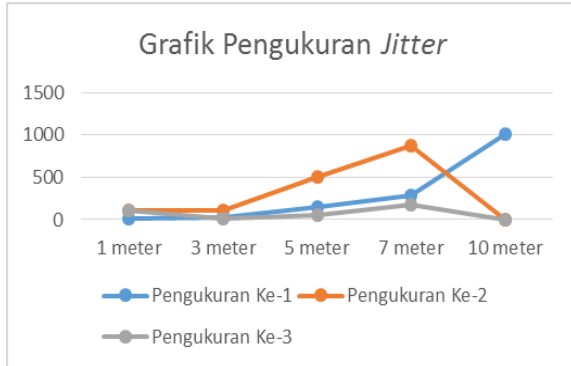
Gambar 8. Grafik Pengukuran *Delay*

Tabel 2. Pengukuran *Delay*

Jarak Pengukuran	Pengukuran		
	Ke-1	Ke-2	Ke-3
1 meter	35 ms	136 ms	139 ms
3 meter	33 ms	135 ms	35 ms
5 meter	89 ms	505 ms	51 ms
7 meter	247 ms	190 ms	72 ms
10 meter	133 ms	Terputus	Terputus

Berdasarkan pengukuran diatas, dapat dilihat bahwa meski tidak stabil, tetapi semakin jauh jarak yang ditempuh, semakin lama juga *delay* yang dihasilkan. Ini dikarenakan jarak tempuh untuk pengiriman data antara si pengirim dan si penerima data semakin lama.

c. Pengukuran *Jitter*



Gambar 9. Grafik Pengukuran *Jitter*

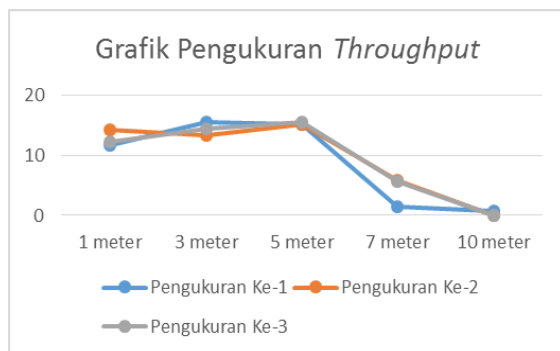
Tabel 3. Pengukuran *Jitter*

Jarak Pengukuran	Pengukuran		
	Ke-1	Ke-2	Ke-3
1 meter	12 ms	105 ms	110 ms
3 meter	24 ms	105 ms	16 ms
5 meter	148 ms	505 ms	53 ms
7 meter	292 ms	879 ms	176 ms
10 meter	1016 ms	Terputus	Terputus

Berdasarkan pengukuran diatas, dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak yang di uji coba, hasil dari pengukuran *jitter* semakin besar. Ini dikarenakan perbedaan waktu atas kedatangan paket – paket data menuju ke penerima data semakin lama sehingga menimbulkan sampling atau gangguan pada sisi penerima yang membuat beberapa informasi menjadi rusak.

2. Pengujian melalui Jaringan *Hotspot*

a. Pengukuran *Throughput*



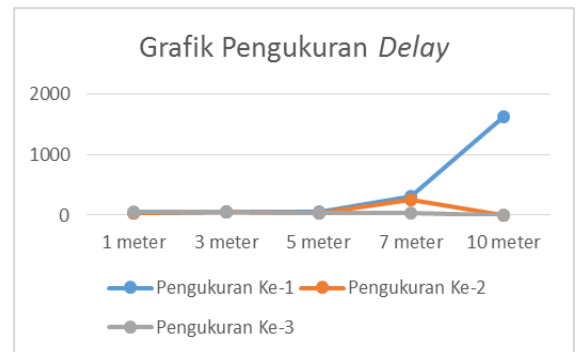
Gambar 10. Grafik Pengukuran *Throughput*

Tabel 4. Pengukuran *Throughput*

Jarak Pengukuran	Pengukuran		
	Ke-1	Ke-2	Ke-3
1 meter	11,73 Mb/s	14,24 Mb/s	12,13 Mb/s
3 meter	15,58 Mb/s	13,25 Mb/s	14,47 Mb/s
5 meter	15,12 Mb/s	15,11 Mb/s	15,42 Mb/s
7 meter	1,42 Mb/s	5,76 Mb/s	5,68 Mb/s
10 meter	0,81 Mb/s	Terputus	Terputus

Berdasarkan hasil pengukuran diatas, dapat dilihat bahwa nilai *throughput* pada percobaan 1-5 meter memiliki nilai cukup stabil, ketika melewati jarak tersebut, performa dari *throughput* melambat dan akhirnya terputus. Ini karena semakin jauh jarak yang diukur, kecepatan dalam transfer data semakin melambat karena sinyal jaringan yang digunakan semakin melemah.

b. Pengukuran *Delay*



Gambar 11. Grafik Pengukuran *Delay*

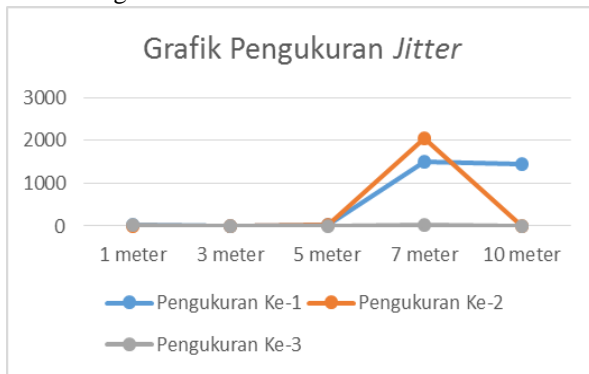
Tabel 5. Pengukuran *Delay*

Jarak Pengukuran	Pengukuran		
	Ke-1	Ke-2	Ke-3
1 meter	37 ms	36 ms	48 ms
3 meter	51 ms	48 ms	48 ms
5 meter	50 ms	43 ms	35 ms
7 meter	318 ms	254 ms	44 ms
10 meter	1623 ms	Terputus	Terputus

Berdasarkan pengukuran diatas, dapat dilihat bahwa pada jarak 1-5 meter *delay* yang diukur memiliki nilai yang stabil dan memiliki kualitas yang baik. Tetapi setelah melewati jarak 5 meter *delay* cenderung naik dan pada akhirnya terputus.. Ini dikarenakan jarak tempuh untuk pengiriman data antara si pengirim dan si penerima data semakin lama.



c. Pengukuran *Jitter*



Gambar 12. Grafik Pengukuran *Jitter*

Tabel 6. Pengukuran *Jitter*

Jarak Pengukuran	Pengukuran		
	Ke-1	Ke-2	Ke-3
1 meter	17 ms	12 ms	26 ms
3 meter	13 ms	11 ms	8 ms
5 meter	20 ms	19 ms	8 ms
7 meter	1494 ms	2038 ms	15 ms
10 meter	1461 ms	Terputus	Terputus

Berdasarkan hasil pengukuran diatas, dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak yang di uji coba, hasil dari pengukuran nilai *jitter* juga semakin besar. Ini dikarenakan adanya perbedaan waktu yang terjadi atas kedatangan paket – paket data menuju ke penerima data semakin jauh jarak yang ditempuh maka akan semakin lama waktu yang dibutuhkan data untuk sampai. Hal ini membuat menimbulkan sampling atau gangguan pada sisi penerima yang membuat beberapa informasi menjadi rusak.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan dalam Implementasi fitur *Screen Mirroring* pada *Smartphone* berbasis Raspberry Pi sebagai Alat Bantu Presentasi secara Nirkabel, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Raspberry Pi dapat berjalan dengan baik sebagai *access point* dan *wireless display receiver* untuk mendukung kegiatan *mirroring*.
2. Jaringan *Hotspot* dalam pengujiannya lebih baik daripada jaringan Wi-Fi sebagai komunikasi data untuk fitur *screen mirroring*.
3. Jarak optimal dalam penggunaan sistem ini berdasarkan hasil uji coba yang didapat yaitu antara 1 meter hingga 7 meter. Lebih dari jarak tersebut performansi dari fitur tersebut tidak terlalu optimal hingga akhirnya terputus dari jaringan.
4. Pengujian kelayakan fitur *screen mirroring* pada *smartphone* sebagai alat bantu dalam presentasi nirkabel berdasarkan hasil uji coba secara keseluruhan menunjukkan bahwa sistem yang digunakan dalam kategori layak untuk digunakan

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Lestari, F. Subekti, T. R. Yudiantoro, and W. Sulistiyo, "Smart Remote to Projector System: Alat Bantu Presentasi *Wireless* untuk PC dan *Smartphone*," *JTET*, vol. 7, no. 1, pp. 26–31, 2018
- [2] B. Kurniawan, Y. Fauzan, "Rancang Bangun Perangkat *Wireless* untuk Projector Konvensional," in *2016 TELEKONTRAN*, 2016, pp. 43–51.
- [3] D. K. Salim, J. Andjawirawan, and L. P. Dewi, "Penerapan *Screen Mirroring* Android pada Projector Menggunakan Raspberry Pi.," in *2019*.
- [4] A. Muzakhim, D. Priadi and N. Suharto, "Pengukuran *Quality of Service* (QoS) pada Aplikasi File Sharing dengan Metode *Client-Server* Berbasis Android," in 2018, *JARTEL*, vol: 7, no. 1, pp. 39-49, 2018.
- [5] D. D. Sanjoyo, R. Fawzlan, and R. Munadi, "Implementasi dan Analisis Performansi *Wireless Distribution System* pada Layanan Video Conference," in 2018, *e-Proceeding of Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 555-563
- [6] A. Mulyana, M. Ismail, and R. Tulloh, "Perancangan dan Realisasi Sistem Perkuliahan Jarak Jauh dengan Mode *Teleconference* Berbasis Multimedia (*Server Video Conference*), in 2016, *e-Proceeding of Engineering*, vol. 2, no. 3, pp. 1304-1310

# Rancang Bangun Sistem Pemberi Pakan dan Pembersih Kotoran Pada Kandang Kelinci Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560

<sup>1</sup> Berli Wahyu Ramadhan, <sup>2</sup> Nuzul Hikmah

<sup>12</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Panca Marga, Probolinggo  
<sup>1</sup>berli.wahyu19@gmail.com, <sup>2</sup>n.hikmah1807@upm.ac.id

**Abstract** – Rabbit cages are an important place for the survival of rabbits. In rabbits, there are several things that must be considered, namely food and other feces container. In feeding and managing feces, it is still done in a conventional manner. Sometimes the rabbits consume too much time and are less efficient in their work. Then made a cage system that can feed all at once the rabbit cage that has been scheduled. This system uses an ultrasonic sensor as a measure of third feed, high compensator sensor, making it difficult to refill. and conveyors as rabbit dung transporters who will move to the specified compilation schedule. This system uses the Atmega2560 microcontroller as a controller of ultrasonic sensors and conveyors. The results of this study are the creation of a rabbit cage that facilitates the owner to feed and clean rabbit manure.

**Keywords** : Rabbit Coop, Ultrasonic Sensor, Conveyor, Microcontroller, Arduino Mega.

**Abstrak** – Kandang kelinci merupakan tempat yang penting bagi kelangsungan hidup kelinci. Pada kandang kelinci, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan anatara lain pakan dan penampung kotoran. Dalam pemberian pakan dan pembersihan kotoran, masih dilakukan dengan cara konvensional. Terkadang para peternak kelinci terlalu banyak mengurus waktu dan kurang efisien dalam pengerjaannya. Maka dibuatlah sistem kandang yang dapat memberi pakan sekaligus membersihkan kotoran pada kandang kelinci secara terjadwal. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik sebagai pengukur ketinggian pakan, ketika sensor mendeteksi ketinggian pakan kurang maka akan terisi kembali. dan konveyor sebagai pengangkut kotoran kelinci yang akan bergerak ketika jadwal yang ditentukan. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Atmega2560 sebagai pengontrol dari sensor ultrasonik dan konveyor. Hasil dari penelitian ini adalah terciptanya kandang kelinci yang mempermudah pemilik untuk memberi pakan dan membersihkan kotoran ternak kelinci.

**Kata Kunci** : Kandang Kelinci, Sensor Ultrasonik, Konveyor, Mikrokontoler, Arduino Mega.

## I. PENDAHULUAN

Kelinci merupakan mamalia yang biasa dijadikan hewan peliharaan oleh kalangan masyarakat. Selain menjadi hewan peliharaan, kelinci juga bisa menjadi sumber pangan dengan memanfaatkan dagingnya sebagai sumber protein. Kelinci mampu melahirkan 6-8 anak dalam sekali kehamilan. [2]

Perkembangbiakan kelinci yang cukup cepat juga membutuhkan perhatian khusus untuk pemeliharannya.

Kandang merupakan tempat perkembangbiakan dari ternak. Kandang menjadi syarat penting untuk kelangsungan hidup ternak. Menjaga kandang agar tetap bersih akan berpengaruh pada produktivitas kelinci. Pada kandang kelinci terdapat kotoran, sehingga dilakukan cara manual untuk membersihkan kotoran kelinci setiap hari. Kelinci juga merupakan hewan yang aktif pada malam hari, pemberian pakan juga lebih banyak pada sore atau malam hari. [1] Pembersihan kandang manual dilakukan setiap pagi dan sore hari. Untuk pemberian pakan dilakukan pada pagi, siang, sore atau malam hari. Bagi peternak melakukan pembersihan dan pemberian pakan membutuhkan waktu banyak sehingga kurang efisien.

Kemudian berkembanglah sistem otomasi kandang kelinci. Penelitian yang dilakukan oleh Widiyanto dkk (2017) merupakan sistem otomatisasi kandang kelinci. Kandang tersebut dapat membersihkan kotoran. Namun sistem tersebut belum bisa mengontrol pakan kelinci. Pemberian pakan yg teratur lebih diutamakan daripada frekuensi dalam pemberiannya. [1] Pemberian pakan akan mempengaruhi bobot dari kelinci. Dalam hal ini sistem tersebut tidak dapat memberi pakan secara otomatis dalam kandang kelinci.

Berdasarkan hal tersebut maka penulis melakukan penelitian dalam merancang sistem pemberi pakan dan pembersih kandang kelinci berbasis mikrokontroler. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik serta menggunakan Arduino Mega yang merupakan rangkaian minimum sistem mikrokontroler dan berfungsi sebagai pengontrol sistem.

Sistem ini dibangun dengan tujuan supaya pemberian pakan dan pembersihan kotoran pada kandang kelinci dapat dilakukan secara otomatis.

Dalam rangka menjaga ruang pembahasan pada penelitian, maka penulis memberi batasan permasalahan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini penulis hanya menggunakan jenis kelinci pedaging;
2. Pakan yang digunakan dalam penelitian adalah konsentrat kelinci;
3. Sistem yang dibangun pada penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik dan tidak menggunakan

pendeteksi suhu sebagai parameter yang berpengaruh terhadap kelinci.

**A. ARDUINO MEGA 2560**

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino Mega 2560 adalah jenis Arduino yang menggunakan mikrokontroler ATmega2560.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Mega2560

<b>Mikrokontroler</b>	ATmega2560
<b>Tegangan Operasi</b>	5 V
<b>Tegangan Masukan</b>	7-12 V
<b>Digital I/O Pins</b>	54 (of which 15 provide PWM output)
<b>Analog Input Pins</b>	16
<b>DC Current per I/O Pin</b>	40 mA
<b>DC Current for 3.3V Pin</b>	50 mA
<b>Flash Memory</b>	256 KB of which 8 KB used by bootloader
<b>SRAM</b>	8 KB
<b>EEPROM</b>	4 KB
<b>Clock Speed</b>	16 Hz



Gambar 1. Arduino Mega 2560

**B. SENSOR ULTRASONIK HC-SR04**

Sensor ultrasonik merupakan sebuah sensor yang bekerja dengan mengubah besaran fisis (bunyi) dijadikan besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu.

**C. MODUL REAL TIME CLOCK**

*Real time clock* (RTC) adalah jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu mulai detik hingga tahun dengan akurat dan menyimpan data waktu tersebut secara *real time*. DS3231 adalah salah satu jenis RTC dengan kompensasi suhu kristal osilator yang terintegrasi (TCX0) dengan sebuah *clock* referensi yang stabil dan akurat, serta memelihara akurasi RTC sekitar +2 menit per tahun.

**D. MODUL RELAY**

*Relay* berfungsi sebagai saklar. Prinsip kerja *relay* adalah elektromagnetik untuk merubah kondisi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik dengan tegangan yang lebih tinggi. *Relay* memiliki 3 pin, yaitu yang tengah pin biasa

(*COM*) pin koneksi terbuka atau *Normally Open* (NO) dan pin koneksi tertutup atau *Normally Close*(NC).

**E. MOTOR SERVO**

Motor servo merupakan sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer.

**F. MOTOR DC**

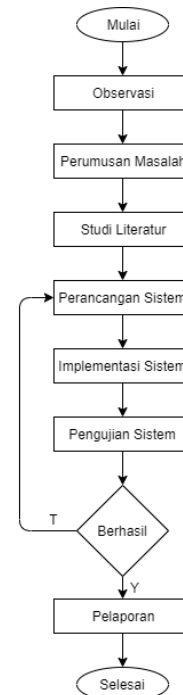
Motor DC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Arah putaran motor DC ditentukan oleh arus maju atau arus berbalik atau tegangan positif dan tegangan negatif. Sedangkan kecepatan motor DC ditentukan oleh perubahan tegangan kumparan pada motor DC tersebut.

**G. LIQUID CRISTAL DISPLAY (LCD) 16X2**

LCD adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD 16x2 berarti jenis LCD dengan jumlah karakter 16 dalam 2 baris. LCD 16x2 ini beroperasi pada tegangan +5V.

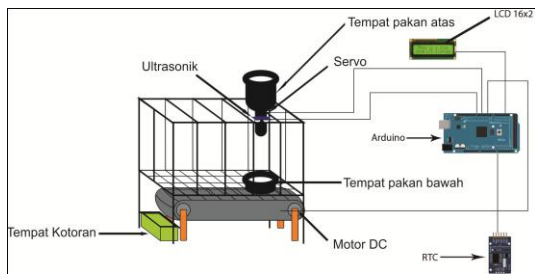
**II. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang dilakukan demi tercapainya penelitian ini adalah sebagai berikut:



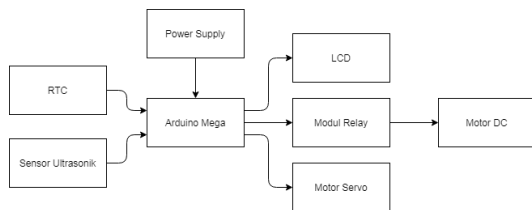
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Desain Sistem



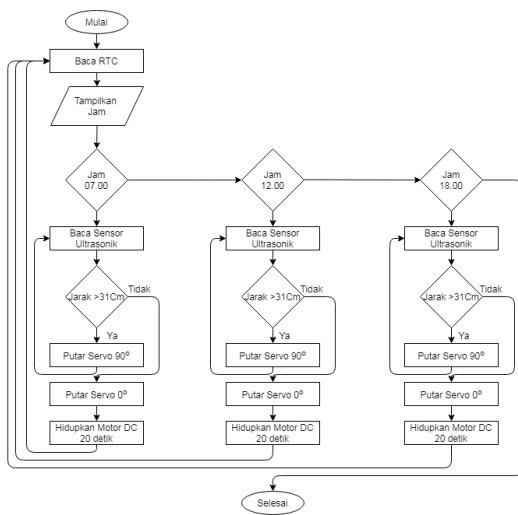
Gambar 3. Desain Sistem

Diagram Blok Hardware



Gambar 4. Diagram Blok Hardware

Diagram Alir Software



Gambar 5. Diagram Alir Sistem

Sistem pemberian pakan dan pembersihan kandang pada kandang kelinci berdasarkan RTC, dan sensor ultrasonik. RTC berfungsi untuk menghitung jam yang dibedakan menjadi pukul 7 pagi, 12 siang dan 18 malam.

Sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur ketinggian dari sisa pakan yang berada pada tempat pakan kelinci. Ketika pakan kelinci tidak mencapai ketinggian yang diinginkan, maka Arduino Mega yang berperan sebagai pengendali sistem mengirim perintah ke motor servo untuk bergerak ke 90° dan akan membuka pakan yang sudah tersedia dipenyimpanan

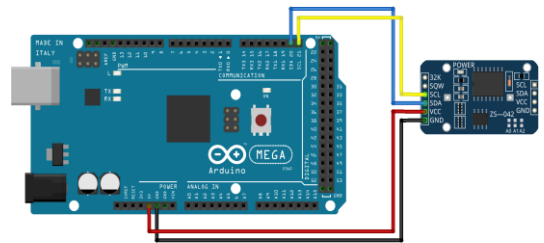
atas. Dan jika ketinggian pakan sudah sesuai kebutuhan maka motor servo akan bergerak kembali ke 0°.

Motor servo diletakkan pada katup bagian bawah tempat pakan yang berfungsi sebagai pembuka dan penutup tempat pakan. Motor DC diletakkan di bagian bawah kandang yang berfungsi sebagai penggerak dari konveyor. Konveyor disini sebagai penampung langsung dari kotoran kelinci yang akan bergerak menuju tempat kotoran di bagian samping.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PERANCANGAN SISTEM

1. RTC

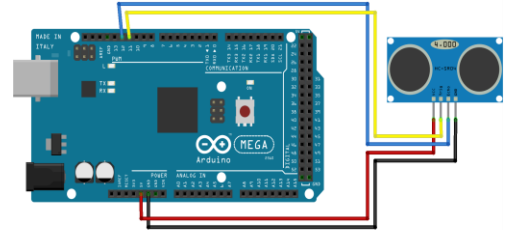


Gambar 6. Konfigurasi Pin Arduino Mega dan RTC

Tabel 2. Konfigurasi Pin Arduino Mega dan RTC

Arduino Mega	RTC
VCC 5 V	VCC
GND	GND
SDA	SDA
SCL	SCL

2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

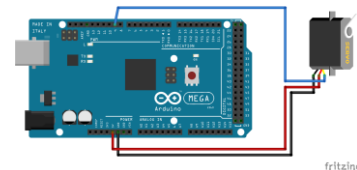


Gambar 7. Konfigurasi Pin Arduino Mega dan sensor ultrasonik

Tabel 3. Konfigurasi Pin Arduino Mega dan sensor ultrasonik

Arduino Mega	Sensor ultrasonik
VCC 5 V	VCC
GND	GND
PIN 11	Triger
PIN 12	Echo

3. Motor Servo

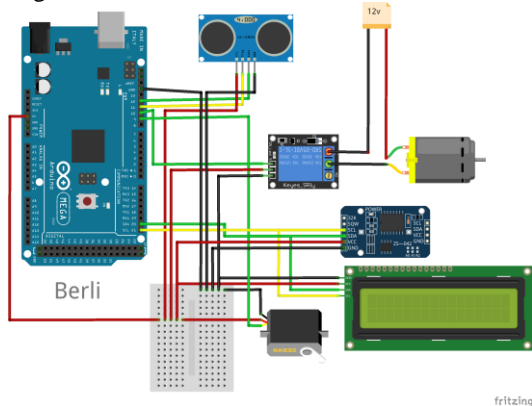


Gambar 8. Konfigurasi Pin Arduino Mega dan Motor Servo

Tabel 4. Konfigurasi Pin Arduino Mega dan Motor Servo

Arduino Mega	Motor Servo
VCC 5 V	VCC
GND	GND
PIN 9	Data

4. Konfigurasi Seluruh Sistem



Gambar 9. Konfigurasi Seluruh Sistem

B. PENGUJIAN SISTEM

1. RTC

```

setrtcberhasil
#include <LiquidCrystal.h>
#include <DS3231.h>
#include <Wire.h>

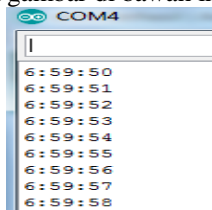
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
DS3231 rtc;
bool Century=true;
bool h12=false;
bool PM;

void setup() {

    //lcd.begin(16, 2);
    Wire.begin();
    Serial.begin(9600);
    
```

Gambar 10. Kode Dalam Program Arduino IDE

Hasil tampilan pada serial monitor hasil percobaan gambar 4.10 seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.11 Tampilan Serial Monitor Sistem

2. Sensor Ultrasonik

```

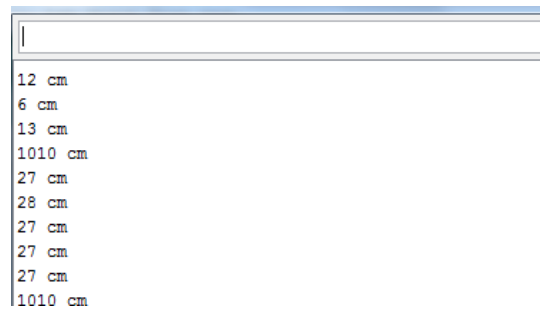
int range;
#define echoPin 12 //Echo Pin
#define trigPin 11 //Trigger Pin

//int maximumRange = 200; //kebutuhan akan maksimal range
//int minimumRange = 00; //kebutuhan akan minimal range
long duration, distance; //waktu untuk kalkulasi jarak

void setup() {
    Serial.begin (9600); //inisialisasi komunikasi serial
    //deklarasi pin
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
}
    
```

Gambar 12. Kode Dalam Program Arduino IDE

Hasil tampilan pada serial monitor hasil percobaan gambar 4.12 seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.13 Tampilan Serial Monitor Sistem Berupa Jarak

3. Implementasi Sistem Pemberian Pakan Pada Kandang Kelinci



Gambar 13. Penempatan Sensor Ultrasonik Kandang (kiri) tampak depan (kanan) tampak atas



Gambar 14. Motor Servo Pada Sistem

Pada P1 – P3, Kondisi kelinci sedikit gelisah ketika alat sudah menyala, terutama ketika konveyour bergerak. Pada saat P4 - P6 kelinci masih cukup menyisakan banyak pakan ditempatnya. Pada P7-P10 kelinci terlihat sudah cukup terbiasa dengan bunyi-bunyi dari sistem yang bekerja dengan suara yang cukup keras.



Gambar 15. Kelinci yang berada di dalam kandang

#### 4. Tabel Pengujian

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Pertama Pada Rangkaian Sensor Ultrasonik

No	Jarak Sensor Ultrasonik	Motor Servo
1.	≤ 31 cm	Mati
2.	>31 cm	Hidup

Dari data hasil pengujian pertama pada sensor ultrasonik (Tabel 5) dapat di ketahui cara kerja sensor ultrasonik dalam mendeksi jarak.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Pada sistem

Pengujian	Sensor Ultrasonik	K Awal (cm)	Motor Servo	K Akhir (cm)	Motor DC
P1	Hidup	32	Hidup	28	Hidup
P2	Hidup	32	Hidup	28	Hidup
P3	Hidup	31	Hidup	28	Hidup
P4	Hidup	31	Hidup	29	Hidup
P5	Hidup	31	Hidup	28	Hidup
P6	Hidup	31	Hidup	28	Hidup
P7	Hidup	32	Hidup	27	Hidup
P8	Hidup	32	Hidup	28	Hidup
P9	Hidup	33	Hidup	28	Hidup
P10	Hidup	33	Hidup	28	Hidup

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Sensor ultrasonik yang terpasang pada Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan dan Pembersih Kotoran Berbasis Mikrokontroler dapat digunakan untuk membaca ketinggian dari pakan. Nilai yang terbaca dari sensor ultrasonik memiliki tingkat akurasi sebesar 98, 866 % dengan acuan nilai menggunakan mistar.

Motor servo dan motor DC berfungsi sebagai aktuator untuk mengendalikan kerja sistem secara mekanis dikonfigurasi dengan Arduino Mega yang ditanam kode program. Modul RTC sudah dapat menentukan waktu sistem untuk memberikan pakan dan membersihkan kotoran dimana jadwal sistem menyala pada jam 07.00, jam 12.00, dan jam 18.00.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarwono, B. (2002). Kelinci potong & hias. AgroMedia.
- [2] Widiyanto, E. D., Khasanah, M., Prasetijo, A. B., & Septiana, R. (2017). Sistem Otomatisasi Pembersihan Kotoran dan Pengaturan Suhu Kandang Kelinci Berbasis Arduino Mega2560. Jurnal Rekayasa ElektriKa, 13(3), 133-138.

# MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER INSTALASI LISTRIK DAN MOTOR BERBASIS *AUGMENTED REALITY*

<sup>1</sup>Mochamad Khoirudin, <sup>2</sup>Riza Alfita, <sup>3</sup>Koko Joni

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

<sup>1</sup>Ksyutm1@gmail.com, <sup>2</sup>Riza.alfita@trunojoyo.ac.id, <sup>3</sup>Kokojoni@trunojoyo.ac.id

**Abstract** – Electrical installation is the most important part of human life both in the industrial environment and the environment around the house. Electrical installation looks easy, but if there is a wrong connection, it can lead to fatal electrical appliances and human souls. Therefore it is necessary to learn the basic parts of how to assemble an electrical installation using the help of a trainer module. The main target of this trainer module is to support the teaching and learning process in lectures, especially in the electrical engineering study program. The trainer module is made in separate components based on the circuit which is connected using banana plug cables. Each component in the trainer is also given a component name and component symbol which makes it easier for the process of assembling and understanding the concept of the circuit. The main material in this trainer series is the DOL (Direct On Line) circuit, the Forward Reverse circuit and the Star Delta circuit using a 3 phase motor. Then for 1 phase motors include a single switch circuit, a series switch circuit, and an exchange switch circuit. After the trainer module is made practical learning media using Augmented Reality on the Android platform to make it easier for students to learn wiring on electric and motor installation trainers.

**Keywords** —, *Trainer, 3 Phase Motor, Learning, Android, Unity 3D*

**Abstrak**— Instalasi listrik merupakan bagian terpenting dalam kehidupan manusia baik dalam lingkungan industri maupun lingkungan sekitar rumah. Instalasi listrik terlihat mudah namun bila ada salah penyambungan mengakibatkan fatal alat kelistrikan maupun jiwa manusia. Oleh karena itu perlu mempelajari bagian dasar bagaimana merangkai instalasi listrik menggunakan bantuan modul trainer. Sasaran utama modul trainer ini ialah untuk menunjang proses belajar mengajar di perkuliahan khususnya di prodi teknik elektro. Modul trainer dibuat dalam komponen terpisah berdasarkan rangkaiannya yang disambung menggunakan kabel banana plug. Setiap komponen pada trainer juga diberi nama komponen dan simbol komponen yang dapat memudahkan untuk proses merangkai maupun memahami konsep rangkaiannya. Materi utama dalam rangkain trainer ini ialah Rangkaian *direct on line*, rangkaian *forward reverse* dan rangkaian *star delta* menggunakan motor 3 phase . Kemudian untuk motor 1 phase meliputi rangkaian saklar tunggal, rangkaian saklar seri, dan rangkaian saklar tukar. Setelah modul trainer jadi dibuatkan media pembelajaran praktik menggunakan *augmented reality* pada platform android untuk mempermudah siswa dalam belajar pengkabelan pada trainer instalasi listrik dan motor.

**Kata kunci:** *Trainer, Motor 3 Phase, Pembelajaran, Android, Unity 3D*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini berjalan sangat signifikan terutama pada dunia kelistrikan yang merupakan bagian terpenting dalam kehidupan manusia. Pada dasarnya sekarang ini baik kendaraan, peralatan rumah tangga dan lain-lain sumber energinya membutuhkan listrik dan motor untuk menggerakannya. Motor yang sering digunakan dalam kelistrikan ialah motor 3 phase, namun tidak menutup kemungkinan motor 1 phase juga digunakan. Motor digunakan untuk membuat energi dari kelistrikan menjadi energi gerak yang dapat menggerakkan sebuah peralatan elektronik maupun kendaraan.

Kebanyakan proses belajar mengajar menggunakan teori yang mana belum menerapkan praktik untuk pembelajarannya. Materi yang disampaikan biasanya kurang mudah dipahami oleh siswa bila hanya sekedar teori. Oleh karena itu perlunya media pembelajaran yang menggunakan praktik langsung seperti rancangan alat modul trainer yang membuat siswa mudah memahami materi pelajaran yang disampaikan. Trainer yang dibuat bersifat seperti modul praktikum yang membuat siswa mengerti instalasi listrik dan motor dalam dunia industri maupun perumahan [1]. Materi utama dalam rangkain trainer ini ialah Rangkaian *direct on line*, rangkaian *forward reverse* dan rangkaian *star delta* menggunakan motor 3 phase [2]. Kemudian untuk motor 1 phase meliputi rangkaian saklar tunggal, rangkaian saklar seri, dan rangkaian saklar tukar. Modul trainer didesain dan disesuaikan dengan konsep keefektifan, teknis dan fungsinya dalam pembelajaran disalah satu matakuliah teknik tenaga listrik. Setelah modul dibuat kemudian pembuatan aplikasi menu awalnya juga menyesuaikan seperti isi yang ada dimodul praktikum kemudian baru ketahapan simulasi instalasi listrik industri dan motor yang selanjutnya akan diedukasikan menggunakan metode pembelajaran *augmented reality* yang dibuat dengan *software unity 3D* [3].

*Augmented reality* adalah teknologi yang menggabungkan benda maya 2 dimensi ataupun 3 dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata 3 dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata [4]. Penggunaan aplikasi *augmented reality* dalam praktikum instalasi listrik dan motor ini berguna untuk membantu praktikan dalam belajar merangkai pengkabelan pada trainer instalasi listrik dan motor, yang mana gambar dalam aplikasi disesuaikan dengan bentuk komponen elektronika yang digunakan seperti aslinya dalam bentuk gambar 3D [5]. Sehingga praktikan bisa mempelajari rangkaian instalasi listrik dan motor tidak hanya di laboratorium teknik elektro ketika praktikum saja namun dapat dipelajari dirumah masing – masing dengan hp android.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

Media pembelajaran merupakan “perangkat lunak” (*software*) yang berupa pesan atau informasi pendidikan yang disajikan dengan memakai suatu peralatan bantu (*hardware*) agar pesan/informasi tersebut dapat sampai kepada mahasiswa [6]. Dalam perancangan skripsi ini memerlukan beberapa tahapan mulai dari proses membuat aplikasi / *software* dan kemudian tahapan pengujian pengambilan data kuesioner. Dan berikut ini tahapan-tahapannya:

1. Tahap analisis

Pada tahap ini akan membahas pengujian data dari kuisisioner dengan menggunakan *software* SPSS versi 18 *full version* [7]. Data yang dikumpulkan dari sebaran kuisisioner dan berupa data kuantitatif karena pada setiap pertanyaan yang diajukan dalam kuisisioner telah diberi skor. Penilaian pada kuisisioner ini menggunakan skala *likert* untuk menentukan skor dari setiap pertanyaannya. Seperti terlihat pada tabel 1 ini.

Tabel 1. Skala *likert*

No	Jawaban	Skor
1.	SS (Sangat Setuju)	5
2.	S (Setuju)	4
3.	N (Netral)	3
4.	TS (Tidak Setuju)	2
5.	STS (Sangat Tidak Setuju)	1

Dari skor diatas digunakan untuk menilai kinerja *software augmented reality* oleh praktikan. Penilaian ini sebagai bukti persetujuan praktikan dalam memakai *software augmented reality*. Jadi skor dalam skala *likert* ini akan digunakan untuk mengetahui seberapa efisien *software* yang dibuat untuk membantu praktikum instalasi listrik dan motor.

2. Test Validitas dan Reliabilitas

Suatu penelitian yang sifatnya mencari data dari sebuah pertanyaan biasanya menggunakan *instrument* yang diteliti dari *instrument* yang baik. Oleh karenanya dalam penelitian ini digunakan *instrument* yang *valid* dan *reliabel* untuk mengetahui *instrument* yang diajukan sudah baik dan benar. Nilai signifikansi pertanyaan dikatakan *valid/sahih* apabila nilai yang didapatkan dari hasil simulasi tes *validitas* di SPSS Versi 18 tidak lebih dari 0,05. Seperti terlihat pada tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Tingkat *reliabilitas* nilai *alpha*

No	Alpha	Tingkat <i>Reabilitas</i>
1.	0 – 0,2	Kurang <i>Reliabel</i>
2.	> 0,2 – 0,4	Agak <i>Reliabel</i>
3.	> 0,4 – 0,6	Cukup <i>Reliabel</i>
4.	> 0,6 – 0,8	<i>Reliabel</i>
5.	> 0,8 – 1,0	Sangat <i>Reliabel</i>

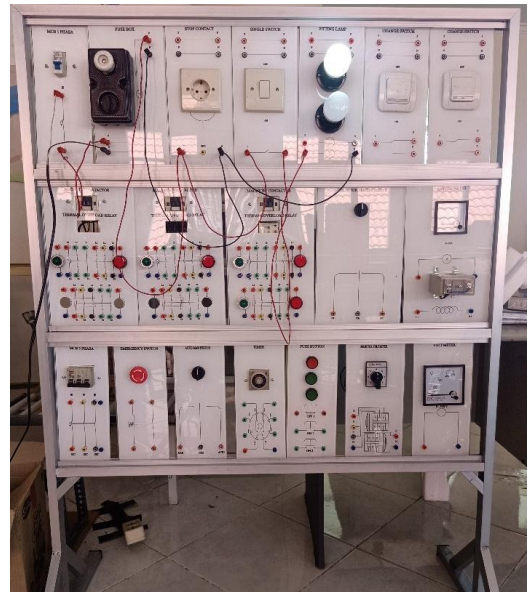
*Reliabilitas* suatu tes pada umumnya diekspresikan secara *numeric* dalam bentuk koefisien. Koefisien tinggi menunjukkan *reliabilitas* yang tinggi dan sebaliknya. *Reliabilitas* tinggi menunjukkan kesalahan yang minim. Jika sebuah tes mempunyai *reliabilitas* yang tinggi maka pengaruh kesalahan pengukuran telah berkurang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Modul praktikum trainer instalasi listrik dan motor yang dibuat berjumlah 6 rangkaian. Bagian instalasi penerangan ada 3 rangkaian yaitu rangkaian saklar tunggal, rangkaian saklar seri, dan rangkaian saklar tukar kemudian bagian instalasi tenaga ada 3 rangkaian yaitu rangkaian *direct on line*, rangkaian *forward reverse*, rangkaian *star delta*. 6 rangkaian tersebut dapat dilihat hasilnya di bawah ini dalam tampilan *augmented reality*:

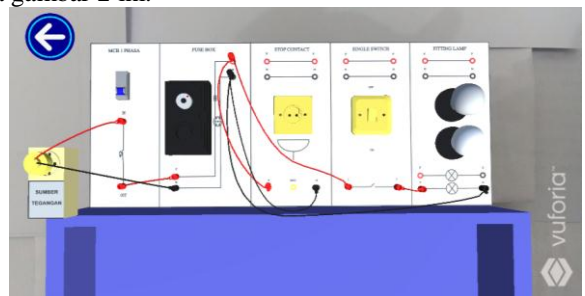
1. Saklar tunggal

Pembuatan rangkaian saklar tunggal berupa *hardware* dan *software*. Berikut ini tampilan *hardware* atau trainer instalasi listrik dan motor pada rangkaian saklar tunggal seperti terlihat pada gambar 1 ini.



Gambar 1. Rangkaian Saklar Tunggal pada Trainer

Setelah percobaan rangkaian saklar tunggal pada trainer berhasil, kemudian dibuat pengkabelan rangkaian saklar tunggal pada simulasi *augmented reality* di hp android seperti terlihat pada gambar 2 ini.



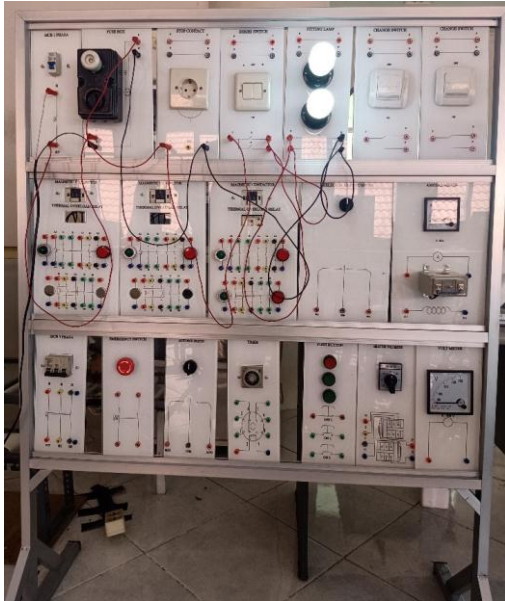
Gambar 2. Tampilan AR Saklar Tunggal



Saklar tunggal adalah komponen instalasi listrik yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan alat elektronik. Konstruksi saklar tunggal yaitu mempunyai satu terminal *input* yang terhubung pada sumber listrik dan satu terminal *output* yang terhubung pada beban.

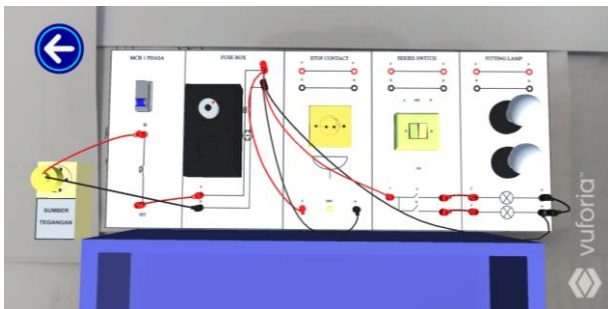
### 2. Saklar Seri

Pembuatan rangkaian saklar seri berupa *hardware* dan *software*. Berikut ini tampilan *hardware* atau trainer instalasi listrik dan motor pada rangkaian saklar seri seperti terlihat pada gambar 3 ini.



Gambar 3. Rangkaian Saklar Seri pada Trainer

Setelah percobaan rangkaian saklar seri pada trainer berhasil, kemudian dibuat pengkabelan rangkaian saklar seri pada simulasi *augmented reality* di hp android seperti terlihat pada gambar 4 ini.

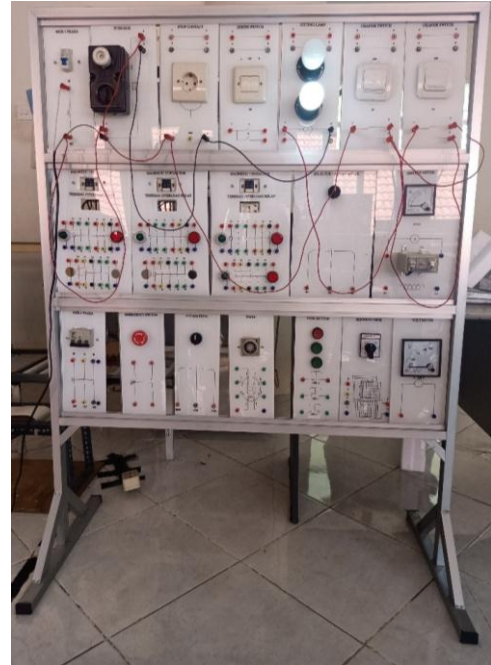


Gambar 4. Tampilan AR Saklar Seri

Saklar seri adalah komponen instalasi listrik yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan lampu. Konstruksi saklar seri yaitu mempunyai satu terminal *input* yang terhubung pada sumber listrik dan terminal *output* lebih dari satu yang terhubung pada beban. Pada penggunaannya saklar seri ini bisa menyalakan lampu secara seri dan bersamaan sehingga memudahkan pengguna untuk menyalakan lampu lebih dari satu atau tergantung banyaknya tombol *on* dan *off* pada saklar seri yang digunakan.

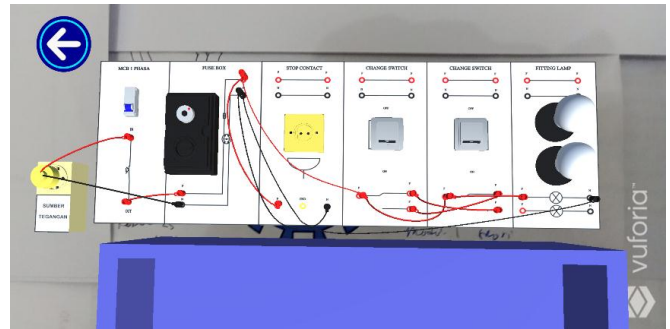
### 3. Saklar Tukar

Pembuatan rangkaian saklar tukar berupa *hardware* dan *software*. Berikut ini tampilan *hardware* atau trainer instalasi listrik dan motor pada rangkaian saklar tukar seperti terlihat pada gambar 5 ini.



Gambar 5. Rangkaian Saklar Tukar pada Trainer

Setelah percobaan rangkaian saklar tukar pada trainer berhasil, kemudian dibuat pengkabelan rangkaian saklar tukar pada simulasi *augmented reality* di hp android seperti terlihat pada gambar 6 ini.



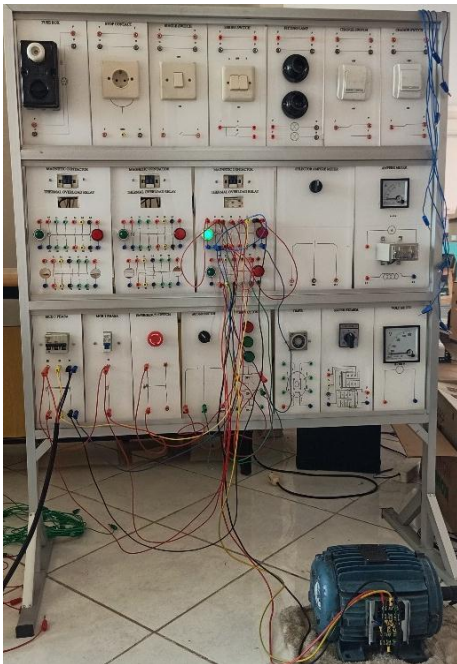
Gambar 6. Tampilan AR Saklar Tukar

Saklar tukar adalah komponen instalasi listrik yang cara mematikan atau menyalakan lampu melibatkan dua saklar. Saklar tukar pada umumnya dipasang pada hotel.

### 4. Rangkaian *Direct On Line*

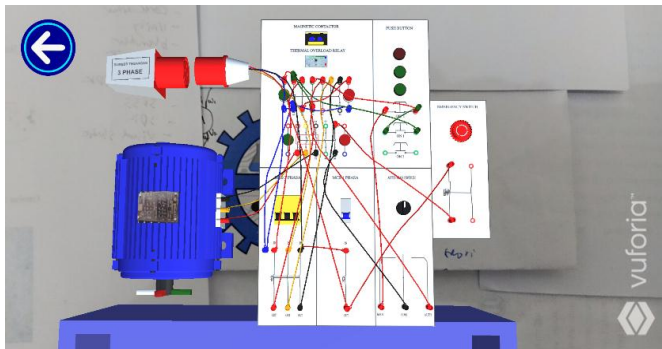
Pembuatan rangkaian *direct on line* tukar berupa *hardware* dan *software*. Berbeda dengan rangkaian saklar tunggal (*single switch*), saklar seri (*series switch*), dan saklar tukar (*change switch*) yang menggunakan listrik 1 phase, rangkaian *direct on line* ini beserta 2 rangkaian lainnya yaitu rangkaian *forward reverse* dan rangkaian *star delta* menggunakan sumber listrik 3 phase untuk menjalankan motor listriknya.

Tampilan trainer instalasi listrik dan motor pada rangkaian *direct on line* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian *Direct On Line* pada Trainer

Setelah percobaan rangkaian *direct on line* pada trainer berhasil, kemudian dibuat pengkabelan rangkaian *direct on line* pada simulasi *augmented reality* di hp android seperti terlihat pada gambar 8 ini.



Gambar 8. Tampilan AR *Direct On Line*

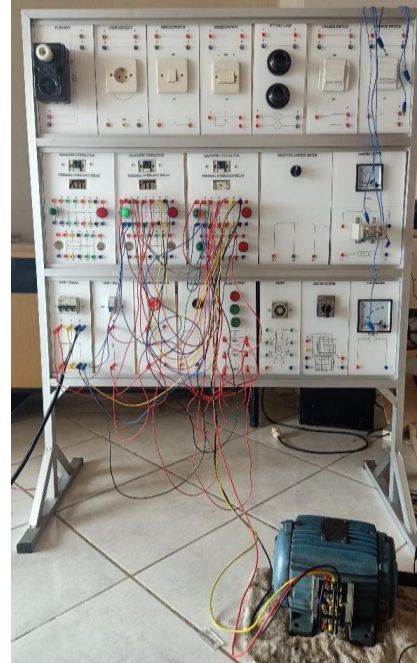
*Starting direct on line* adalah sebuah metode dimana terminal motor yang dihubungkan langsung pada sumber 3 phase dengan dilengkapi rangkaian pengendali arus melalui thermal overload dan saklar magnetic. *Starting direct on line* menghasilkan arus listrik yang besar yang berdampak tegangan listrik menjadi turun atau voltage dip [8]. Pada dasarnya rangkaian *direct on line* ini merupakan rangkaian awal yang digunakan untuk menjalankan motor listrik 3 phase.

#### 5. Rangkaian *Forward Reverse*

Pembuatan rangkaian *forward reverse* berupa *hardware* dan *software*. Rangkaian *forward reverse* menggunakan sumber tegangan listrik 3 phase untuk menjalankan motor listriknya. Rangkaian *forward reverse* ini menggunakan 2 magnetic kontaktor, dimana kontaktor pertama untuk

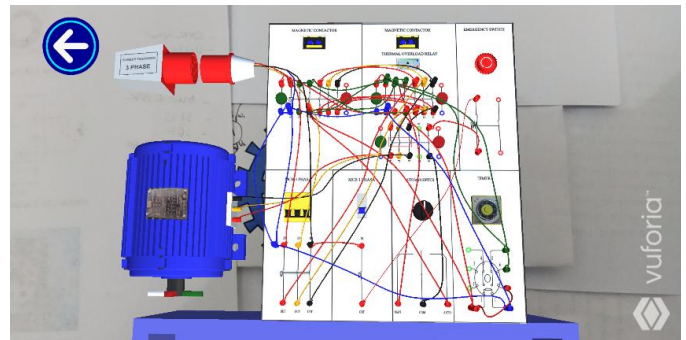
rangkaian *forward* dan kontaktor kedua untuk rangkaian *reverse*.

Tampilan hardware atau trainer instalasi listrik dan motor pada rangkaian *forward reverse* dapat dilihat pada gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Rangkaian *Forward Reverse* pada Trainer

Setelah percobaan rangkaian *forward reverse* pada trainer berhasil, kemudian dibuat pengkabelan rangkaian *forward reverse* pada simulasi *augmented reality* di hp android seperti terlihat pada gambar 10 ini.



Gambar 10. Tampilan AR *Forward Reverse*

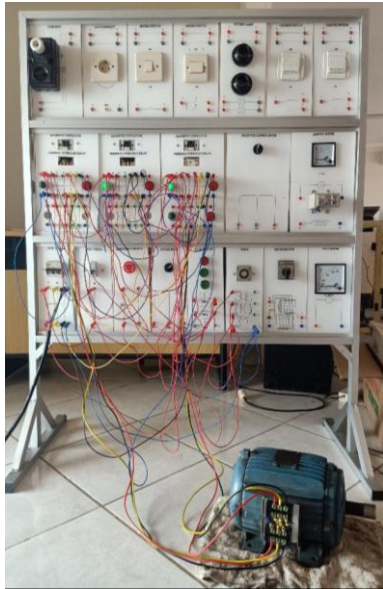
Prinsip pembalik purnan motor yaitu dengan membalik terminal phase yang terdapat pada motor. Membalik polaritas tegangan input ke stator motor induksi 3 phase menyebabkan medan putar yang dihasilkan juga berubah arah. karena putaran rotor searah dengan medan putaran stator, oleh sebab itu dengan mengubah polaritas tegangan *input* maka putaran rotor juga berubah arah [9].

#### 6. Rangkaian *Star Delta*

Pembuatan rangkaian *star delta* berupa *hardware* dan *software*. Rangkaian *forward reverse* menggunakan sumber tegangan listrik 3 phase untuk menjalankan motor listriknya. Rangkaian *star delta* ini menggunakan 3 magnetic kontaktor,

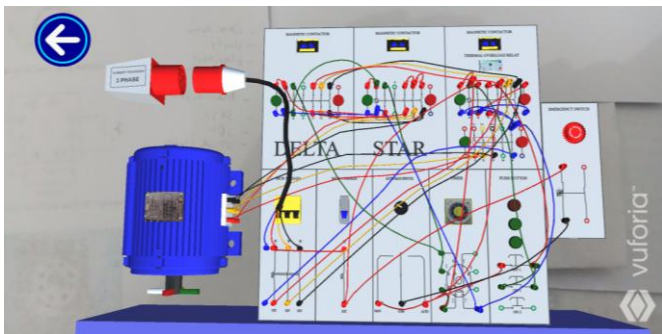
dimana kontaktor pertama adalah kontaktor utama, kontaktor kedua untuk rangkaian *star* dan kontaktor ketiga untuk rangkaian *delta*.

Tampilan *hardware* atau trainer instalasi listrik dan motor pada rangkaian *star delta* dapat dilihat pada gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Rangkaian *Star Delta* pada Trainer

Setelah percobaan rangkaian *star delta* pada trainer berhasil, kemudian dibuat pengkabelan rangkaian *star delta* pada simulasi *augmented reality* di hp android seperti terlihat pada gambar 12 ini.



Gambar 12. Tampilan AR *Star Delta*

*Starting star delta* adalah metode dimana pengasutan awal menggunakan *star* sampai kecepatan motor mencapai *set point*, kemudian motor beroperasi menjadi *delta* dengan cara megubah hubungan belitan. *Starting star delta* lebih tepat digunakan pada motor yang memiliki daya 5 kW keatas [10].

### 3.2 Uji Validitas dan Reliabilitas

Pengujian data *valid* dan *reliabel* dari setiap pertanyaan – pertanyaan dilakukan dengan menggunakan bantuan software SPSS versi 18. Data diperoleh dari mahasiswa teknik elektro universitas trunojoyo madura, pengambilan data kuisisioner dilakukan 2 kali pengujian. Pengujian pertama 33 responden dan data kedua di peroleh 30 responden data yang layak untuk diolah.

### 1. Uji Validitas

Tahapan awal pengujian pertanyaan yaitu menguji tingkat *valid* tidaknya sebuah pertanyaan yang dibuat dalam kuisisioner. Berikut hasil uji *validitas* yang ditunjukkan pada tabel 3 ini.

Tabel 3. Hasil uji coba *validitas* pertanyaan

No	Item Pertanyaan	Signifikasi	Kesimpulan Pertanyaan
1.	Q1	0.000	Valid
2.	Q2	0.000	Valid
3.	Q3	0.000	Valid
4.	Q4	0.000	Valid
5.	Q5	0.000	Valid
6.	Q6	0.000	Valid
7.	Q7	0.000	Valid
8.	Q8	0.000	Valid
9.	Q9	0.000	Valid

Pada tabel 3 diatas dan menunjukkan bahwa pertanyaan – pertanyaan yang diajukan dari pertanyaan Q1 sampai Q9 nilai signifikasi dibawah 0,005 dan dapat disimpulkan hasil pengujian pertanyaan sudah valid.

### 2. Uji Reliabilitas

Tabel 4. Uji *reliabilitas*

No	Cronbach's Alpha	N of Items
1.	.914	9

Dapat dilihat di tabel 4 bahwa tingkat *reliabilitas* diatas 0,8 masuk dalam kriteria sangat *reliable* setelah di simulasikan tingkat *reliabilitas* diperoleh dengan nilai *alpha* 0,914 dari 9 item pertanyaan yang diujikan.

### 3.3 Hasil Uji Coba Praktikum

Uji coba aplikasi *augmented reality* ini dilakukan dan dicocokkan dengan uji alat trainer instalasi listrik dan motor. Pengujian dilakukan layaknya praktikum pada umumnya dengan menyertakan praktikan, kemudian praktikan akan menilai hasil pengujian dengan mengisi survei yang sudah di uji kelayakannya pada uji *validitas* dan *reliabilitas* sebelumnya. Seperti tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil kuisisioner praktikan

No	Indikator yang dinilai	Skor dari Responden	Skor Maksimal
1.	Penyampaian materi ringkas namun mudah dipahami dan efisien dalam penggunaan media pembelajaran	4,5,5,4,5,4,4	35
2.	Ketepatan pemilihan jenis aplikasi sehingga isi dalam materi dalam media pembelajaran jelas dan mudah dipahami	3,3,5,5,4,5,4	35
3.	Pemilihan jenis <i>font</i> (teks) pada media pembelajaran mudah dibaca dan sesuai dengan tujuan pembelajaran	4,5,5,5,4,5,4	35

4.	Aplikasi dirancang dengan tujuan interaktif yang sesuai dengan modul pembelajaran	5,4,4,5,5,4,4	35
5.	Simulasi aplikasi dalam media pembelajaran tepat digunakan untuk strategi pembelajaran	4,4,4,5,4,4,5	35
6.	Tampilan pada aplikasi mudah untuk dipahami dalam media pembelajaran	4,5,4,5,4,5,5	35
7.	Warna yang ditampilkan dalam media yang digunakan menarik untuk pembelajaran	3,4,3,4,4,3,5	35
8.	Media animasi bentuk 3D dan sesuai dengan rangkaian modul media pembelajaran	4,5,5,4,4,4,4	35
9.	Tombol navigasi mudah untuk dipahami dan digunakan dalam media pembelajaran	4,4,5,4,4,5,4	35
Total		271	315

Data yang diperoleh dari tabel 5 kemudian dicari rata-rata presentase seperti di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Presentase Jawaban} &= \frac{\text{Skor Total}}{\text{Jumlah Skor Maksimal}} \times 100\% \\ &= \frac{271}{315} \times 100\% \\ &= 86,03\% \end{aligned}$$

Uji coba yang dilakukan pada praktikan dengan menggunakan aplikasi *augmented reality* dan kemudian disesuaikan dengan modul trainer instalasi listrik dan motor memperoleh rata-rata presentase 86,03%. Berdasarkan konversi tingkat pencapaian dan kualifikasi komang i. sudarman, hasil dari presentase survei oleh praktikan ini mencapai tingkat kualifikasi "Tinggi" dan tidak memerlukan revisi atau perbaikan. Jadi aplikasi *augmented reality* ini sangatlah membantu praktikan dalam kegiatan praktikum khususnya pada praktikum teknik tenaga listrik bagian instalasi listrik dan motor.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta hasil pengujian *software* yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa : aplikasi yang dibuat sesuai seperti modul praktikum diharapkan dapat memudahkan mahasiswa / praktikan dalam praktikum, kemudian simulasi pada aplikasi berbasis perancangan kabel atau merangkai

rangkaian sesuai dengan modul praktikum dan setelah dilakukan pengujian praktikum dan penilaian dari praktikan terhadap aplikasi ini rata-rata 86% maka aplikasi ini sudah efektif untuk membantu memudahkan praktikan belajar merangkai kabel pada trainer instalasi listrik dan motor.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. I. A. Widadi, B. Hermawan, "Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Trainer Lift Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik di SMK Muhammadiyah 2 Sidoarjo," vol. 7, pp. 271–276, 2018.
- [2] J. Modi, "Automatic Star Delta Starter," no. April 2018, pp. 1160–1170, 2019.
- [3] I. Mustaqim and N. Kurniawan, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality," pp. 36–48, 2017.
- [4] J. T. P. Haryani, "Augmented Reality (AR) Sebagai Teknologi Interaktif Dalam Pengenalan Benda Cagar Budaya Kepada Masyarakat," vol. 8, no. 2, pp. 807–812, 2017.
- [5] R. A. Fakhruddin, S. Yamtinah, "Implementation of Augmented Reality Technology in Natural Sciences Learning of Elementary School to Optimize the Students Learning Result," vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [6] A. Muhson, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi," vol. VIII, no. 2, pp. 1–10, 2010.
- [7] M. Y. I. R. Vivin Nahari, R. Alfita, "Efektivitas Implementasi Model Pembelajaran Active Knowledge Sharing Berbasis Schoology Pada Matakuliah Computer Vision," pp. 327–335, 2015.
- [8] T. Tohir, "Rancang Bangun Kendali Motor Induksi 3 Fasa Berbasis PLC Dengan Metoda Pemograman Function Block Diagram," no. November 2019, pp. 501–511, 2019.
- [9] T. Sukmadi and Y. Christyono, "Pengasutan Balik Putaran Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Sms Controller Menggunakan Bahasa Pemrograman Bascom," vol. 2, 2013.
- [10] H. Istiqlaliyah, "Analisis Pengaruh Penggunaan Sistem Star Delta Dengan Rangkaian Manual Dan Plc Pada Motor Listrik 3 Fasa," vol. 2, no. 2, pp. 16–21, 2017.

## Pengaman Kotak Amal Masjid Dilengkapi Gps Dan Sms Gateway

<sup>1</sup>Berlian Cahyo Pambudi, <sup>2</sup>Desriyanti, <sup>3</sup>Rhesma Intan Vidyastari

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

<sup>1</sup>bercahyo6@gmail.com, <sup>2</sup>yunandes@gmail.com, <sup>3</sup>rhesma.intan@gmail.com

**Abstract** - Charity box is a charity container managed by a charities. Charity boxes are not only found in places of worship such as mosques, charity boxes have been scattered in various places such as food stalls, shop terraces to charity boxes that have been circulated on the streets by several charities. The existence of a charity box in a mosque that is poorly guarded is an opportunity for thieves to carry out criminal acts. The security system in the charity box that was previously conventional was replaced using an electronic security system that can be tracked remotely. This mosque's charity box safety is designed with a 1: 1 ratio of its original size. The charity box used uses wood and is modified to place a safety system. This charity box safety system starts from the input process that comes from ultrasonic sensors, reed switches, RFID readers, GPS modules and GSM modules. This system uses Arduino Uno as a micro controller that functions as a data processing center in the security system. The results obtained are that the ultrasonic sensor can read the height of the charity box with the floor and will provide information to the user via the GSM module if the height is more than the specified limit. Reed switch will detect when the door of the charity box is forced open then the system sends an SMS notification to the user. The location of the charity box can be tracked using the GPS module attached with the coordinates sent by SMS. Users can open the door to the charity box using a registered RFID card.

**Keywords** : *Arduino Uno, Charity box, GPS Module, GSM Module, Reed switch, RFID, Ultrasonic sensor*

**Abstrak** - Kotak Amal merupakan sebuah wadah amal yang dikelola oleh lembaga amal. Kotak amal tidak hanya dijumpai di tempat ibadah seperti masjid, kotak amal sudah tersebar di berbagai tempat seperti warung makan, teras-teras toko hingga kotak amal yang diadarkan di jalan-jalan oleh beberapa lembaga amal. Keberadaan kotak amal di masjid yang minim penjagaan menjadi kesempatan bagi para pencuri untuk melancarkan aksi kejahatan. Sistem pengamanan pada kotak amal yang sebelumnya bersifat konvensional diganti menggunakan sistem pengamanan elektronik yang dapat dilacak dari jarak jauh. Pengaman kotak amal masjid ini dirancang dengan perbandingan 1:1 dari ukuran aslinya. Kotak amal yang digunakan menggunakan bahan kayu dan dimodifikasi untuk menempatkan sistem pengaman. Sistem pengaman kotak amal ini dimulai dari proses input yang berasal dari sensor ultrasonik, reed switch, RFID reader, modul GPS dan Modul GSM. Sistem ini menggunakan arduino uno sebagai mikro kontroler yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data pada sistem pengaman. Hasil yang diperoleh yaitu sensor ultrasonik dapat membaca ketinggian kotak amal dengan lantai dan akan memberikan informasi kepada user melalui modul GSM jika ketinggian lebih dari batas yang ditentukan. Reed switch akan mendeteksi saat pintu kotak amal dibuka paksa, kemudian sistem mengirim notifikasi sms kepada user. Kotak amal dapat dilacak keberadaannya menggunakan modul GPS yang

terpasang dengan koordinat yang dikirim menggunakan sms. User dapat membuka pintu kotak amal menggunakan kartu RFID yang sudah terdaftar.

**Kata Kunci** : *Arduino Uno, Kotak amal, Modul GPS, Modul GSM, Reed switch, RFID, Sensor ultrasonik*

### I. Pendahuluan

Kotak amal merupakan sebuah wadah amal yang dikelola oleh lembaga amal. Menurut kamus besar bahasa Indonesia (KBBI, 2019), kata kotak memiliki makna peti kecil tempat barang perhiasan, barang kecil dan sebagainya. Sedangkan kata amal memiliki makna perbuatan (baik atau buruk) [1]. Jadi kotak amal bisa diartikan sebuah tempat berbentuk kotak yang digunakan sebagai tempat menyimpan stau benda yang ditujukan untuk beramal.

Sebuah kotak amal pasti memiliki sistem keamanan seperti pengunci pintu. Kondisi saat ini sering terjadi pencurian kotak amal masjid, yang mana aksi pencurian kotak amal sulit untuk dideteksi. Pada beberapa kasus pencurian, pencuri tidak hanya mencuri uang di dalam kotak amal, tetapi pencuri juga membawa kotak amal pergi untuk menyembunyikan barang bukti. Keberadaan kotak amal di masjid yang minim penjagaan menjadi kesempatan bagi para pencuri untuk melancarkan aksi kejahatan.

Untuk mengantisipasi dan mendeteksi aksi pencurian kotak amal maka perlu adanya sistem yang diletakkan di dalam kotak amal yang dimana sistem tersebut dapat mendeteksi indikasi pencurian dan memberi notifikasi kepada pengurus masjid melalui sms. Selain memberi notifikasi pencurian, sistem juga bisa melacak lokasi dari kotak amal melalui GPS dan mengirim koordinat kotak amal melalui sms. pemanfaatan teknologi GPS lebih efektif untuk menanggulangi saat terjadi pencurian karena dapat menemukan koordinat lokasi dengan bantuan modul GPS [2]. Pada pengunci kotak amal menggunakan solenoid door lock yang dibuka menggunakan RFID sebagai pengganti kunci konvensional seperti gembok. Berdasarkan latar belakang diatas, muncul ide untuk merancang "Pengaman Kotak Amal Masjid Dilengkapi Gps Dan Sms Gateway".

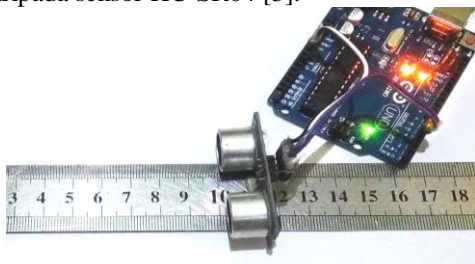
## II. Metode Penelitian

### A. Desain Penelitian

Objek perancangan ini berupa Pengaman Kotak Amal Masjid Dilengkapi GPS dan SMS Gateway. Sistem kendali alat ini menggunakan mikrokontroler dengan chip ATmega328.

#### 1. Rangkaian Sensor Ultrasonik

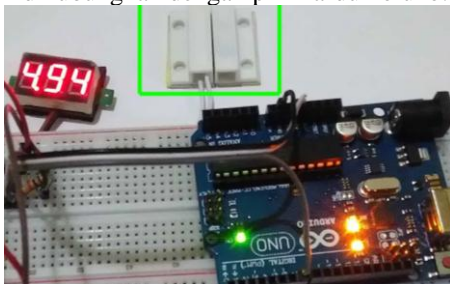
Sensor ultrasonik ini difungsikan sebagai pengukur jarak antara kotak amal dengan lantai. Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja optimal pada tegangan 5V DC. Sensor ultrasonik ini dihubungkan dengan pin A0 dan A1. Untuk sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 buah pin sedangkan sensor ultrasonik PING memiliki 3 buah pin. Sensor PING memiliki kualitas dan keakuratan yang lebih baik daripada sensor HC-SR04 [3].



Gambar 1. Rangkaian Sensor Ultrasonik

#### 2. Rangkaian Reed Switch

Reed switch ini difungsikan sebagai pendeteksi saat pintu kotak amal dibuka secara paksa. Reed switch dipasang pada bagian pintu kotak amal. Reed switch bekerja pada tegangan berapapun karena memiliki prinsip seperti saklar dengan maksimal tegangan 200V DC. Reed switch ini dihubungkan dengan pin 2 arduino uno.

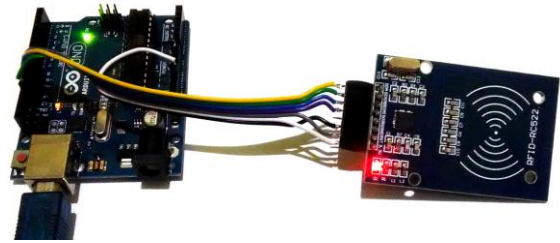


Gambar 2. Rangkaian Reed Switch

#### 3. Rangkaian RFID

RFID (Radio Frequency Identification) adalah sebuah teknologi wireless pengganti barcode yang bekerja dengan menggunakan frekuensi radio untuk mengidentifikasi transponder. Proses yang dilakukan RFID adalah dengan membaca transponder yang berisi susunan angka unik yang merupakan informasi identifikasi melalui reader RFID untuk selanjutnya diproses sesuai program yang sudah dibuat [4]. Rangkaian modul RFID RC522 berfungsi sebagai alat pembuka atau kunci pintu kotak amal. Modul RFID terhubung pada pin 13, 12, 11, 10, dan 9 arduino

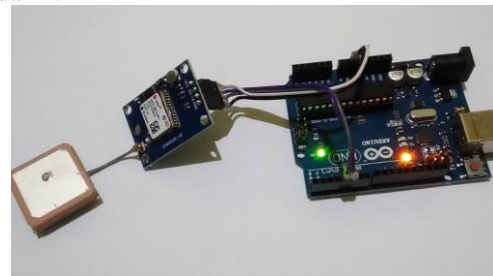
uno. Modul RFID bekerja maksimal pada tegangan 5V DC.



Gambar 3. Rangkaian RFID Reader RC522

#### 4. Rangkaian Modul GPS

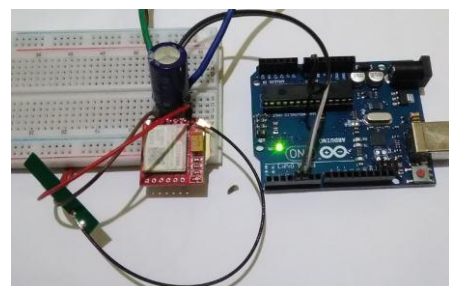
Modul GPS yang dipasang pada sistem ini adalah modul GPS dengan tipe Ublox NEO-6M V2 yang bekerja pada tegangan 3,5V - 5V DC. Fungsi dari modul ini adalah sebagai pelacak lokasi dari kotak amal. Modul GPS akan memberikan informasi lokasi berupa longitude dan latitude kepada arduino uno untuk selanjutnya dikirim kepada user melalui modul GSM. Modul GPS ini dihubungkan dengan pin 0 dan 1.



Gambar 4. Rangkaian Modul GPS

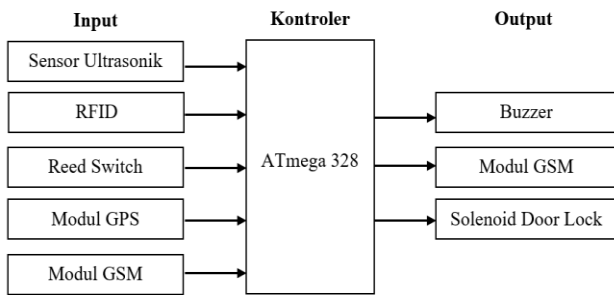
#### 5. Rangkaian Modul GSM

Modul GSM sim 800L merupakan perangkat yang difungsikan sebagai media komunikasi antara arduino uno dengan user. Sim800L mempunyai fitur GPRS multi slot kelas 12 / kelas 10 juga mendukung skema coding GPRS CS-1, CS-2, CS-3, dan CS-4 [5]. Modul gsm akan mengirimkan notifikasi jika kotak amal diangkat atau pintu kotak amal dibuka secara paksa, dan saat user memberikan perintah "lacak" melalui sms maka arduino uno akan mengirim lokasi dari kotak amal melalui modul gsm ini. Modul gsm ini dihungkan dengan pin 3 dan 4 pada arduino uno.

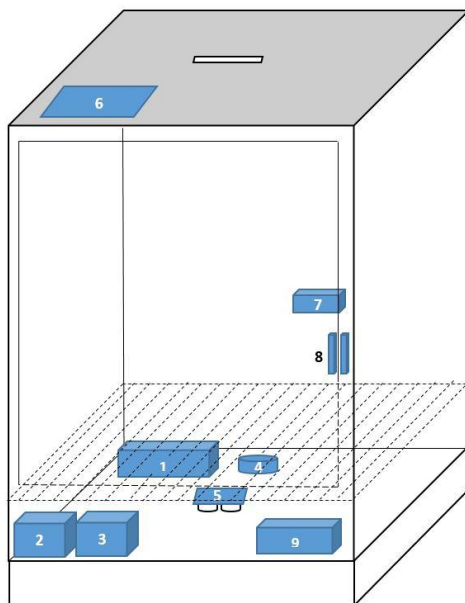


Gambar 5. Rangkaian Modul GSM

### 6. Perancangan Hardware



Gambar 6. Diagram Blok Hardware

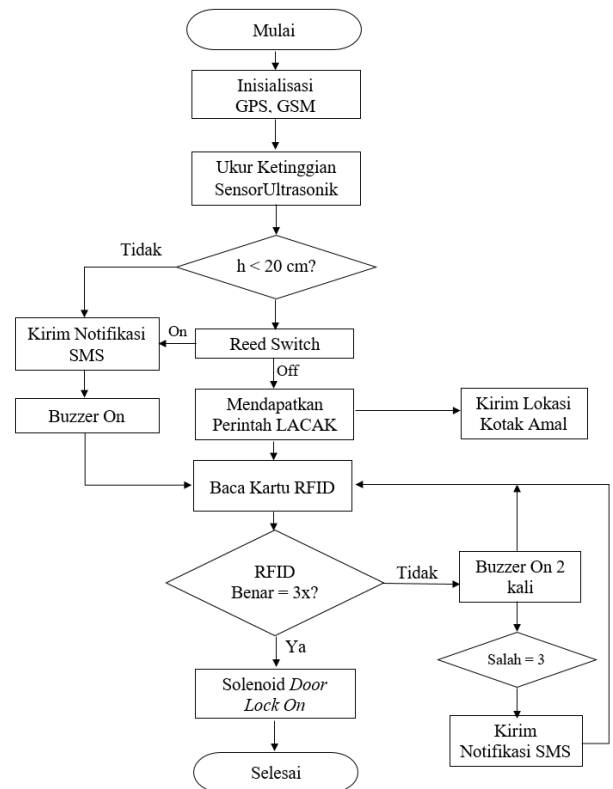


Gambar 7. Desain Rancangan Alat

Keterangan gambar desain rancangan alat diatas sebagai berikut:

1. ATmega328
2. GPS ublox neo 6MV2
3. Modul gsm sim800L
4. Buzzer
5. Sensor ultrasonik
6. RFID reader
7. Solenoid door lock
8. Reed switch
9. Power supply

### 7. Flowchart



Gambar 8. Flowchart

Dari flowchart tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut, pertama sensor ultrasonik HC – SR04 mengukur ketinggian kotak amal dengan lantai, jika ketinggian kotak amal dengan lantai lebih dari 20cm maka buzzer akan berbunyi dan modul gsm akan mengirim notifikasi kepada user melalui sms. Selanjutnya reed switch akan mendeteksi keadaan pintu terbuka atau tertutup, apabila pintu terbuka saat RFID belum dimasukkan maka modul gsm akan mengirim notifikasi bahwa pintu telah dibuka secara paksa. Saat user mengirim perintah ke sistem melalui sms, maka user akan mendapatkan sms balasan berisi lokasi koordinat kotak amal. Saat user meletakkan tag RFID di reader maka reader RFID akan membaca kode pada chip yang tertanam pada tag. Jika kartu RFID yang terbaca tidak terdaftar pada sistem maka buzzer akan berbunyi dua kali, dan saat tiga kali mendeteksi kartu yang salah maka sistem akan mengirimkan sms notifikasi kepada user. Jika tag yang dibaca sudah benar membaca ketiga kartu secara berurutan maka akan mengaktifkan solenoid door lock, mengabaikan reed switch, dan sensor ultrasonik sehingga pintu bisa dibuka dan kotak amal bisa dipindahkan.

### III. Hasil Dan Pembahasan

Hasil pengujian pada rancangan ini didapatkan setelah melakukan penerimaan dan pengiriman data kepada sistem pengaman. Penerimaan data diperoleh dari sistem yang mendeteksi saat kotak amal diangkat dan saat pintu dibuka secara paksa. Sedangkan pengiriman data dilakukan oleh user yang meminta lokasi kotak amal melalui perintah sms.

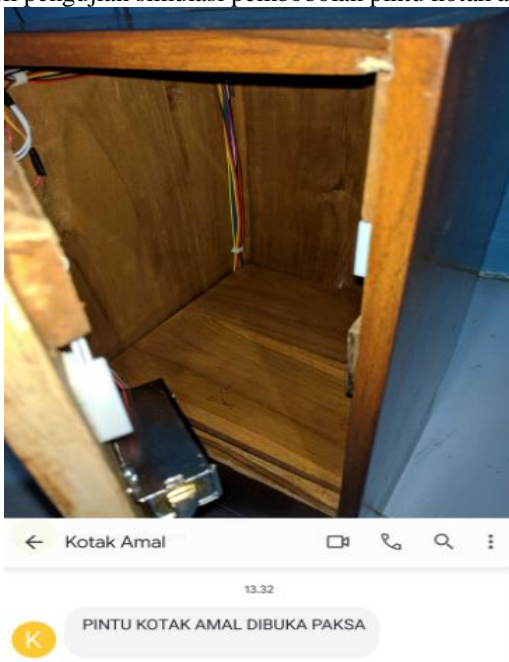
#### 1. Hasil pengujian simulasi pencurian kotak amal



Gambar 9. Kondisi saat kotak amal diangkat

Jika kotak amal diangkat dari tempatnya maka buzzer akan terus berbunyi dan user menerima sms yang menyatakan bahwa “KOTAK AMAL SUDAH PINDAH”.

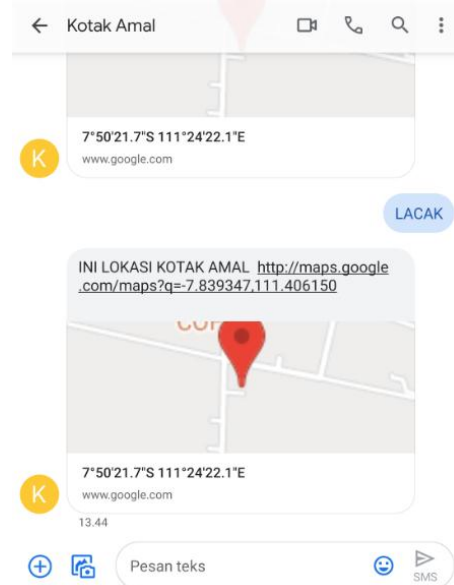
#### 2. Hasil pengujian simulasi pembobolan pintu kotak amal



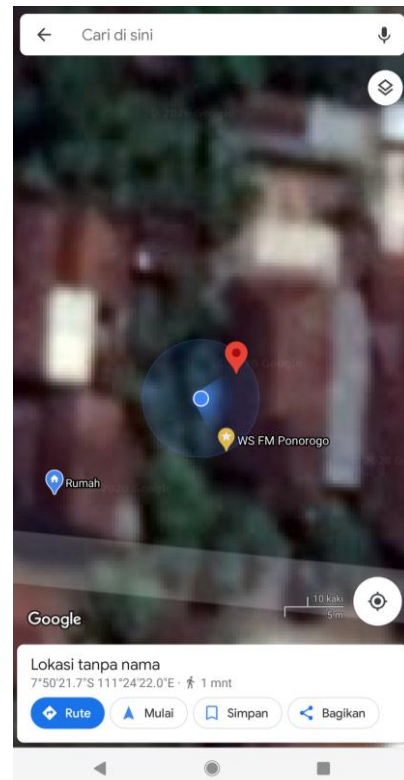
Gambar 10. Kondisi Saat Kotak Amal Dibuka Paksa

Saat pintu kotak amal dibuka secara paksa maka buzzer akan terus berbunyi dan user menerima sms yang menyatakan bahwa “PINTU KOTAK AMAL DIBUKA PAKSA”.

#### 3. Hasil pengujian pelacakan lokasi kotak amal



Gambar 11. Pelacakan Lokasi Kotak Amal Melalui SMS

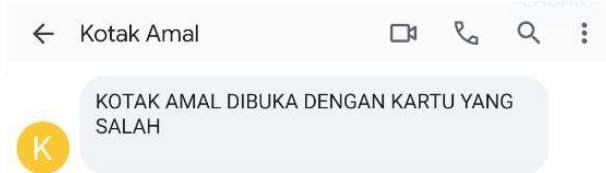


Gambar 12. Hasil Pelacakan Lokasi Kotak Amal Melalui Aplikasi Google Maps



Jika user mengirimkan pesan “LACAK” kepada sistem, maka sistem akan membalas pesan dengan menyertakan link google maps dari lokasi kotak amal tersebut. Hasil pelacakan diatas menunjukkan bahwa pin merah merupakan lokasi dari kotak amal yang ditunjukkan oleh modul GPS, sedangkan titik biru adalah lokasi dari user yang ditunjukkan oleh GPS pada smartphone.

#### 4. Kondisi saat salah membaca 3 kartu berturut-turut



Gambar 13. Notifikasi SMS Saat Terdeteksi Kartu RFID yang salah

Jika RFID reader membaca kartu RFID yang tidak terdaftar maka buzzer akan berbunyi 2 kali, dan saat kartu RFID salah 3 kali maka sistem akan mengirim sms kepada user yang menyatakan bahwa “KOTAK AMAL DIBUKA DENGAN KARTU YANG SALAH”. Saat kondisi normal dan tiga kartu RFID yang sudah didaftarkan terdeteksi secara berurutan, maka solenoid door lock akan aktif dan kotak amal dapat dibuka.

#### IV. Kesimpulan

Setelah melewati proses perancangan, pembuatan dan pengujian alat, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Pengaman kotak amal dilengkapi GPS dan SMS gateway ini menggunakan pengendali arduino uno yang berfungsi sebagai pengendali sistem. Beberapa komponen lain yang digunakan pada sistem pengaman ini diantaranya sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian kotak amal dengan lantai, RFID sebagai pembuka kunci pintu kotak amal, solenoid door lock sebagai pengunci pintu kotak amal, modul GPS sebagai pelacak lokasi, dan modul GSM sebagai media notifikasi kepada user.

b. Sensor ultrasonik mengukur ketinggian kotak amal dengan lantai. Jika ketinggian lebih dari 20 cm maka sistem akan mendeteksi bahwa kotak amal sudah dipindah. Setelah terdeteksi maka buzzer akan terus berbunyi dan modul GSM akan mengirimkan sms kepada user yang menyatakan bahwa “KOTAK AMAL SUDAH PINDAH”. Buzzer akan terus berbunyi sampai RFID reader mendeteksi kartu RFID yang sudah terdaftar pada sistem.

c. Pada saat kondisi normal dan reed switch terputus maka sistem akan mendeteksi bahwa pintu kotak amal dibuka paksa. Setelah terdeteksi, maka buzzer akan terus berbunyi dan modul GSM mengirim notifikasi berupa sms kepada user yang menyatakan bahwa “PINTU KOTAK AMAL DIBUKA PAKSA”. Buzzer akan terus berbunyi sampai RFID reader mendeteksi kartu RFID yang sudah terdaftar pada sistem.

d. Saat user mengirimkan sms “LACAK” kepada sistem, maka sistem akan membalas sms yang berisi lokasi kotak amal berupa link google maps yang dideteksi melalui modul GPS.

e. Modul GPS memberikan lokasi berupa longitude dan latitude kepada arduino uno untuk selanjutnya dikirim kepada user melalui modul GSM. Keakuratan dari modul GPS Neo Ublox NEO-6M V2 ini berkisar antara 2-10 meter tergantung dari kondisi geografis dimana kotak amal berada, karena sinyal GPS sulit untuk menembus benda keras seperti beton dan gedung tinggi.

#### V. Daftar Pustaka

Daftar pustaka mengikuti format IEEE seperti terlihat di bawah ini. Untuk memudahkan sangat dianjurkan untuk menggunakan *Endnotes Program* ataupun *Mendelay* di dalam mengatur daftar pustaka.

- [1] KBBI. (2019). Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Dipetik Desember 18, 2019, dari <https://kbbi.web.id/kotak>
- [2] Napitupulu, F., Kurniawan, E., & Ekaputri, C. (2017). Desain Dan Implementasi Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler. *e-Proceeding of Engineering*, 4(2), 1449-1456. ISSN : 2355-9365
- [3] Kaur, M., & Pal, J. (2015). Distance Measurement of Object by Ultrasonic Sensor HC-SR04. *International Journal for Scientific Research & Development*, 3(05), 503-505. ISSN (Online) : 2321-0613
- [4] GAO (United States Government Accountability Office). (2005). *Information Security : Radio Frequency Identification Technology in the Federal Government*. United States.
- [5] SIMCom. (2013). *SIM800L Hardware Design V1.00*. 1-70.

# Rancang Bangun Dishwasher Otomatis dengan Pengereng pada Rumah Makan

<sup>1</sup>Ririn Indriati, <sup>2</sup>Ahmad Izzuddin, <sup>3</sup>Nuzul Hikmah

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Panca Marga Probolinggo

<sup>1</sup>[ririn0906@gmail.com](mailto:ririn0906@gmail.com), <sup>2</sup>[ahmad.izzuddin@upm.ac.id](mailto:ahmad.izzuddin@upm.ac.id), <sup>3</sup>[n.hikmah1807@upm.ac.id](mailto:n.hikmah1807@upm.ac.id)

**Abstract** - Washing dishes is a common routine in the world. In the previous study, only cleaning plates from the front side and not using a sponge or brush to scrub the stains on the plate, so it is necessary to clean the dishes from the front and back. After washing the dishes, the wet dishes cannot be used immediately, but must be dried first, so that they can be used immediately again. Therefore, a heater was added as a plate dryer. This method is controlled by the Arduino Mega 2560 Microcontroller, because the microcontroller can work at high speed so that the plates can be directly reused in restaurants. The process of collecting data was carried out by observation which was carried out on several dishwashing experiments which were rubbed from 2 sides and the process of drying plates using a heater and thermostat as a temperature barrier. The results obtained are when washing dishes, scourers can clean dishes, but there are still stains in the form of a little residual fat and a slight fishy odor. As a result of the plate drying process, the heat distributed by the heater and fan becomes more evenly distributed with an average temperature of 55 ° C.

**Keywords** — Dishwasher, servo Motor, Arduino Mega 2560, heater, thermostat

**Abstrak**— Kegiatan mencuci piring merupakan hal umum yang rutin dilakukan di dunia. Pada penelitian sebelumnya hanya membersihkan piring dari 1 sisi depan saja dan tidak menggunakan spons atau sikat untuk menggosok noda yang menempel pada piring, sehingga perlu membersihkan piring dari sisi depan dan belakang. Setelah pencucian piring dilakukan, piring yang basah tidak bisa langsung digunakan, tetapi harus dikeringkan terlebih dahulu, sehingga bisa langsung dipergunakan kembali. Oleh karena itu, ditambahkan heater sebagai pengereng piring.

Metode ini dikontrol oleh Mikrokontroler Arduino Mega 2560, karena pada mikrokontroler ini dapat bekerja pada kecepatan tinggi sehingga piring dapat langsung dipergunakan kembali pada rumah makan. Proses pengambilan data dilakukan secara observasi yang dilakukan pada beberapa percobaan pencucian piring yang digosok dari 2 sisi dan proses pengeringan piring yang menggunakan heater serta thermostat sebagai pembatas suhu. Hasil yang diperoleh yaitu pada saat pencucian piring, penggosok bisa membersihkan piring, namun masih terdapat noda berupa sedikit sisa lemak dan sedikit bau amis. Hasil pada proses pengeringan piring, panas yang disebarkan oleh heater dan kipas menjadi lebih merata dengan suhu rata-rata 55°C.

**Kata Kunci**— Dishwasher, Motor servo, Arduino Mega 2560, heater, thermostat

## I. PENDAHULUAN

Kegiatan mencuci piring merupakan hal umum yang rutin dilakukan di dunia. Sebagian besar orang Indonesia menggunakan piring sebagai tempat makanan baik dalam rumah tangga maupun usaha rumah makan dan catering. Dalam proses konvensional, mencuci piring harus menggunakan tangan yang bersentuhan dengan air dan sabun. Pencucian piring dalam jumlah banyak membutuhkan usaha yang melelahkan dan menghabiskan banyak waktu juga membutuhkan banyak air dan sabun, sehingga hal ini kurang efisien. Seiring dengan perkembangannya, proses mencuci piring kini lebih mudah dengan ditemukannya mesin pencuci piring (*dishwasher*) secara otomatis. Kita juga dapat menggunakan mesin pencuci ini pada rumah makan untuk mempermudah pekerjaan tersebut.

Penelitian *dishwasher* sudah dilakukan peneliti sebelumnya diantaranya oleh Ervianto [1] dan Halim [2]. Pada penelitian Ervianto [1] memiliki kelebihan yaitu pada rak dishwasher ini memiliki *sprinkle* yang dapat menyemprotkan sabun ke segala arah dan mengenai setiap permukaan piring lalu dibilas dengan air lalu dikeringkan dengan heater menggunakan thermostat sebagai pengaman panas. Namun memiliki kekurangan yaitu tidak adanya spons atau sikat untuk menggosok piring membuat kegiatan mencuci piring kurang optimal. Pada penelitian Halim [2] memiliki kelebihan yaitu memiliki standar piring berukuran 27 cm yang disusun dalam rak. Namun memiliki kekurangan yaitu sabun dan air hanya menyempot pada 1 sisi permukaan piring serta tidak adanya pembersih spons atau sikat untuk menggosok piring.

Prinsip *dishwasher* mengutamakan kebersihan piring dan efisiensi sumber daya. Pada penelitian sebelumnya hanya membersihkan piring dari 1 sisi depan saja dan tidak menggunakan spons atau sikat untuk menggosok noda yang menempel pada piring, sehingga perlu membersihkan piring dari sisi depan dan belakang. Setelah pencucian piring dilakukan, piring yang basah tidak bisa langsung digunakan, tetapi harus dikeringkan terlebih dahulu, sehingga bisa

langsung dipergunakan kembali. Oleh karena itu, ditambahkan *heater* sebagai pengering piring.

Untuk mengatasi permasalahan ini, pada proses pencucian piring menggunakan sabun dan air yang dapat menyemprot ke segala arah dari sisi depan dan belakang serta 2 penggosok berupa spons atau sikat untuk membersihkan noda yang menempel dari sisi depan dan belakang. Pada proses pengeringan piring, penggunaan *heater* menjadi salah satu solusi. *Heater* merupakan sebuah elemen pemanas mengubah energi listrik menjadi panas melalui proses pemanasan *Joule*. Pada *heater* ini menggunakan tipe air panas dan kipas. Model *heater* yang digunakan adalah model *air mix control damper* yaitu mengubah suhu udara dengan cara mengatur perbandingan udara dingin yang melalui *heater*. Penggunaan kipas sebagai pengering yang dikombinasikan dengan pemanas dan motor untuk menghembuskan energi panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas supaya menghasilkan udara panas.

Metode ini perlu ditambah dengan *thermostat* yang berfungsi sebagai pengaman panas. *Thermostat* akan mematikan elemen pemanas bila panas pada elemen pemanas berlebihan dan akan bekerja kembali bila temperatur pada elemen pemanas sudah menurun. Metode ini dikontrol oleh Arduino mega 2560, karena Arduino mega 2560 pada ini dapat bekerja pada kecepatan tinggi walaupun dengan penggunaan daya rendah sebagai pengendali yang efektif untuk berbagai macam keperluan.

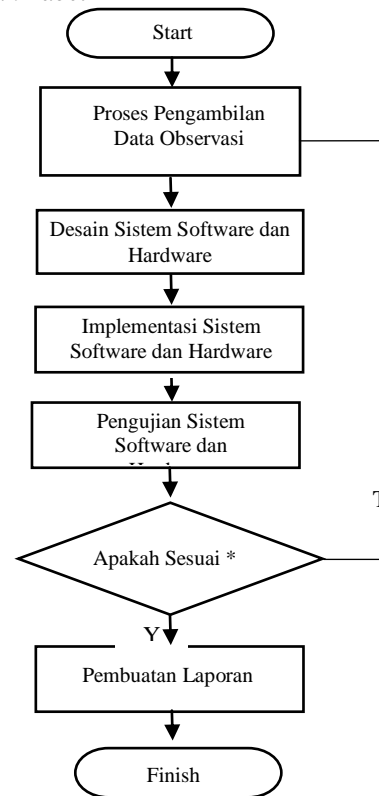
## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

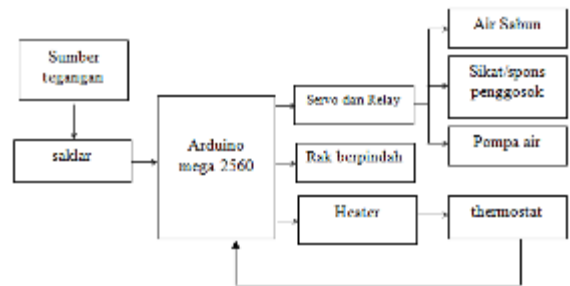
Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Adapun tahapan-tahapan penelitian ini adalah dimulai dengan proses pengambilan data dengan metode observasi, kemudian mendesain sistem dengan menjelaskan hardware dan software yang digunakan. Setelah itu melakukan implementasi atau pembuatan dari alat yang dibuat, kemudian dilakukan pengujian sistem dengan indikator alat bisa membersihkan kedua sisi piring, pengeringan piring oleh *heater* lebih merata, fungsi *thermostat* dalam membatasi suhu. Jika sistem benar maka dilanjutkan dengan pembuatan laporan, namun jika tidak maka sistem akan kembali ke proses pengambilan data observasi.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektro Universitas Panca Marga Probolinggo dan di Rumah Makan Padang “Ampera Simpang 3” sebagai langkah awal percobaan sistem yang akan dirancang oleh peneliti. Penelitian ini akan dilakukan mulai bulan Januari 2019 sampai selesai sebagai bahan penelitian skripsi.

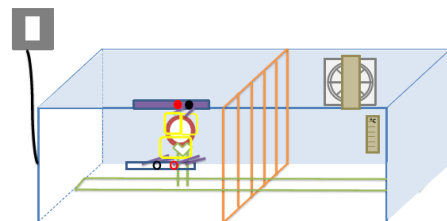
### B. Gambar dan Tabel



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2 Diagram Desain Perangkat Keras



Gambar 3 Desain Perangkat Alat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi sistem

Sistem ini dirancang sebagai upaya mempermudah mencuci piring yang dilengkapi dengan sikat penggosok dan pengereng menggunakan panas yang dihasilkan bersumber dari heater dan menggunakan kipas yang berfungsi menyebarkan panas yang di hasilkan oleh heater.

2. Perancangan perangkat keras

Melakukan perancangan perangkat keras pada pencucian dan pengerian piring yang meliputi pompa air, motor servo, motor ac, pemanas, kipas dan thermostat, Mikrokontroler Arduino Mega dan kebutuhan sistem yang lainnya

2.1 Perancangan Pompa Air

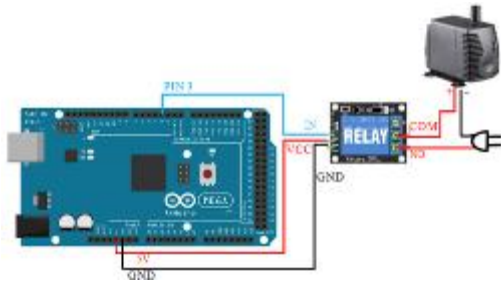
Pompa air dipasang untuk menghisap air dari sumber dan mengalirkannya. Pompa yang digunakan ada 2 yaitu 1 pompa untuk mengalirkan sabun dan 1 pompa mengalirkan air untuk membilas piring

Tabel 1 Konfigurasi Pin Relay Pompa Air dengan Arduino Mega.

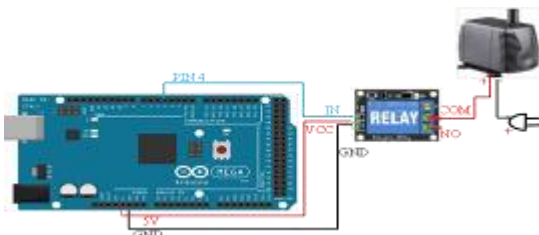
Pin Relay Pompa Air	Pin Arduino Mega
VCC	5 V
GND	GND
IN	Pin 3 dan 4

Tabel 2 Konfigurasi Relay, Pompa Air dan arus listrik 220V.

Relay	Pompa Air	220V
NO	-	(+) 220V
COM	(+)Pompa Air	-
-	(-)Pompa Air	(-) 220V



Gambar 4 Rangkaian Pompa untuk sabun, Relay dan Arduino Mega 2560



Gambar 5 Rangkaian Pompa untuk air, Relay dan Arduino Mega 2560

2.2 Perancangan Motor Servo

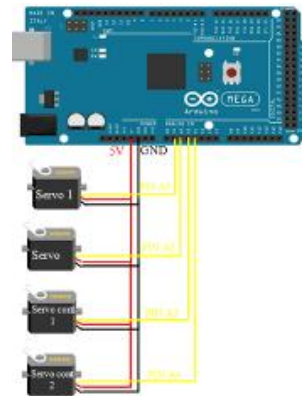
Motor Servo yang digunakan sebagai lengan penggosok adalah servo standar yang hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90°

Tabel 3 Konfigurasi Pin Motor Servo Standar dengan Arduino Mega.

Pin Motor servo	Pin Arduino Mega
VCC	5 V
GND	GND
DATA	Pin A1 dan A2

Tabel 4 Konfigurasi Pin Motor Servo Kontinu dengan Arduino Mega.

Pin Motor servo	Pin Arduino Mega
VCC	5 V
GND	GND
DATA	Pin A3 dan A4



Gambar 6 Motor servo dan motor servo kontinu dan Arduino Mega 2560

2.3 Perancangan Motor Ac

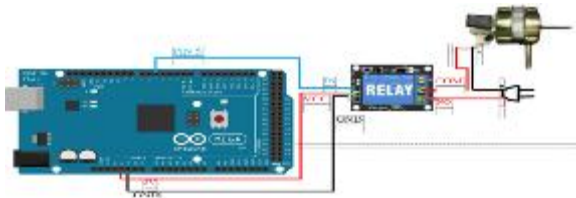
Motor AC merupakan motor arus bolak – balik ( AC ) yang paling banyak dipergunakan pada setiap industri atau rumah tangga. Motor ini memiliki bentuk yang kuat, sederhana, handal, dan murah. Motor ini juga memiliki efisiensi yang tinggi saat berbeban penuh dan perawatannya murah dan mudah. Kecepatan motor AC ini tidak dapat diatur seperti halnya motor DC [5].

Tabel 5 Konfigurasi Pin Relay Motor AC dengan Arduino Mega.

Pin Relay Motor AC	Pin Arduino Mega
VCC	5 V
GND	GND
IN	Pin 5

Tabel 6 Konfigurasi Relay, Motor AC dan arus listrik 220V.

Relay	Motor AC	220V
NO	-	(+) 220V
COM	(+)Motor AC	-
-	(-)Motor AC	(-) 220V



Gambar 7 Rangkaian Motor AC, Relay dan Arduino Mega 2560

2.4 Perancangan Heater

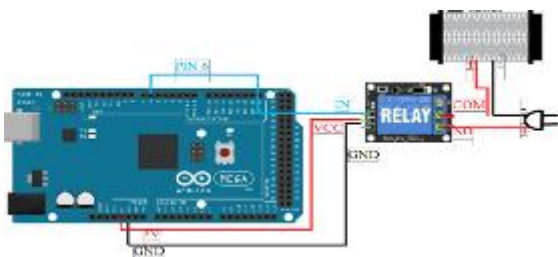
Heater (Elemen pemanas) merupakan alat yang mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses pemanasan Joule [1]. Heater pada sistem ini digunakan sebagai penghasil panas yang berfungsi untuk mengeringkan piring. Dalam perancangan Heater ini kita masih memerlukan perangkat lain yaitu relay yang berfungsi untuk mengatur mati dan hidupnya heater, sehingga kita dapat mengatur kerja heater secara otomatis.

Tabel 7 Konfigurasi Pin Relay Heater dengan Arduino Uno.

Pin Relay Heater	Pin Arduino Mega
VCC	5 V
GND	GND
IN	Pin 6

Tabel 8 Konfigurasi Relay, Heater dan arus listrik 220V.

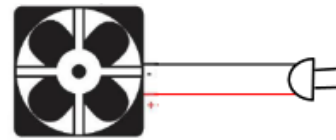
Relay	Heater	220V
NO	-	(+) 220V
COM	(+) Heater	-
-	(-) Heater	(-) 220V



Gambar 8 Heater, Relay dan Arduino Mega 2560

2.5 Perancangan Kipas

Kipas angin adalah alat yang digunakan untuk membuat aliran udara secara terus-menerus. Kipas angin berfungsi sebagai pendingin udara, penyebar udara, pengering dan ventilasi. Kipas angin dapat dikontrol kecepatan hembusan anginnya dengan 4 cara yaitu menggunakan tombol penekan, pemutar, tali penarik dan remote [1]. Kipas pada sistem ini digunakan sebagai penghasil angin yang berfungsi untuk menyebarkan panas yang dihasilkan oleh heater sehingga panas dapat menyebar secara merata dalam ruang pengering.



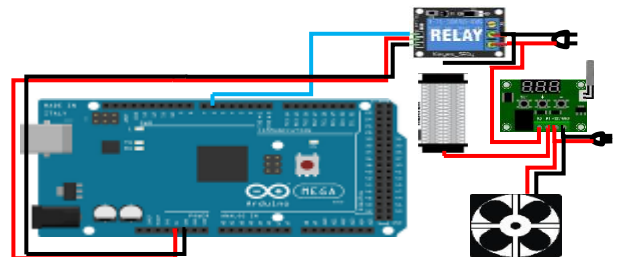
Gambar 9 Rangkaian kipas

2.6 Perancangan Thermostat

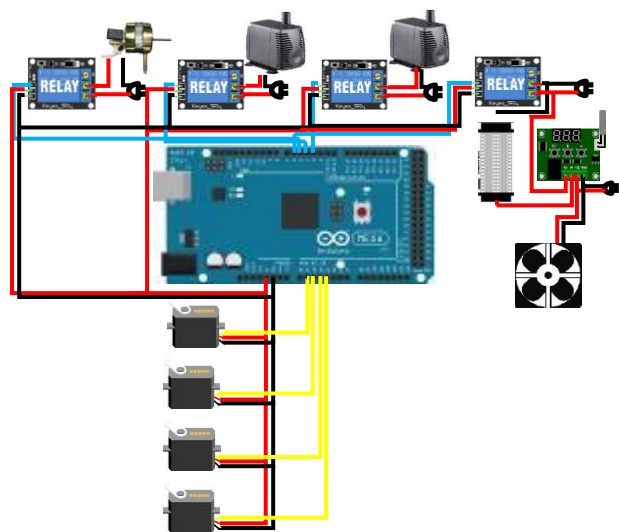
Thermostat adalah suatu alat yang digunakan sebagai saklar pemutus dan penyambung arus listrik ketika mendeteksi perubahan suhu di lingkungan sekitarnya sesuai dengan pengaturan suhu yang telah ditentukan. Thermostat memiliki fungsi sebagai penstabil suhu dengan batas panas dan dingin yang dapat kita atur sesuai kebutuhan [4].

Tabel 9 Konfigurasi Pin Thermostat, dan Pin Arduino Mega

Pin Thermostat	Pin Arduino Mega
12V	12V Adaptor
GND	GND Adaptor
K1	(+)Ke perangkat heater, (-) disambungkan dengan (-) 220V
K0	(+)220V



Gambar 10 Rangkaian Thermostat dengan sensor suhu, heater, kipas dan Arduino Mega 2560



Gambar 11 Rangkaian keseluruhan sistem Servo 1

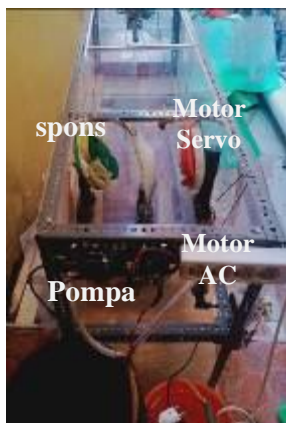
### 3. Implementasi Sistem

Tahapan implementasi dilakukan dengan pembuatan rangkaian sistem alat pengering tembakau, pada pengimplementasian perangkat keras sistem terdapat 3 bagian yaitu, bagian pertama pengimplementasian rangkaian sistem di dalam ruang pencucian, bagian kedua pengimplementasian rangkaian sistem di dalam ruang pengering dan bagian ketiga pengimplementasian rangkaian sistem pada box kontrol.



Gambar 12 Bentuk keseluruhan sistem dishwasher dengan pengering

Gambar 12 menjelaskan desain perangkat alat dimana piring yang ditaruh di rak penyangga, lalu pompa dapat menyemprotkan air dan sabun melalui lubang-lubang selang, lalu spons penggosok menggosok piring dari 2 sisi, sisi depan dan belakang. Setelah itu dinamo AC menggerakkan konveyor sederhana membawa rak penyangga piring menuju ruang pengering melewati batas ruang berupa mika plastik sebagai sekat pembatas. Di ruang pengering terpasang heater yang diletakkan di depan kipas dan thermostat untuk mengetahui suhu dan membatasi suhu di ruang pengering



Gambar 13 Implementasi rangkaian sistem di ruang pencucian

Pada Gambar 13 merupakan rangkaian sistem di ruang pencucian. Beberapa komponen yang sudah di tandai merupakan komponen yang bertugas membasahi dan membersihkan piring. Pompa berfungsi mengalirkan air ke selang untuk menyemprotkan air sabun dan air bersih. Motor AC (Dinamo) berfungsi menjalankan piring dengan prinsip

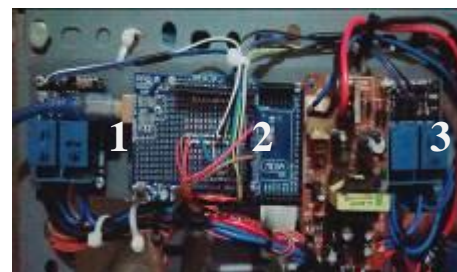
konveyor sederhana, sehingga piring bisa bergerak dari ruang pencucian ke ruangan pengering. Motor servo dengan dilengkapi oleh spons berfungsi untuk menggosok piring, dimana motor servo diletakkan dibawah lengan dan motor servo kontinu diletakkan di atas sebagai penggerak spons.



Gambar 14 Implementasi sistem di ruang pengering

Pada Gambar 14 merupakan rangkaian sistem di ruang pengering. Beberapa komponen yang sudah di tandai merupakan komponen yang bertugas memanaskan dan mengatur suhu panas dalam ruang. Thermostat berfungsi untuk membaca suhu dan kelembapan pada ruang sehingga dapat mengatur heater sampai suhu batas maksimal bekerja. Heater berfungsi menghasilkan panas dan kipas yang berfungsi mengeluarkan angin yang di gunakan untuk mengeringkan tembakau.

Gambar 14 merupakan posisi peletakan heater yang berada di depan kipas, ini berfungsi agar panas yang dikeluarkan oleh heater dapat di sebar oleh angin yang di hasilkan oleh kipas sehingga panas dapat merata dalam ruang pengering.



Pada Gambar 15 Merupakan Implementasi sistem pada Box Kontrol

Pada gambar 15 adalah rangkaian sistem pengering tembakau implementasi di Box Kontrol. Merupakan komponen yang berperan untuk mengontrol komponen dalam ruang pencucian dan ruang pengering sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang di harapkan. Pada gambar 22 yang di tunjukkan pada No.1 Adalah *Relay* yang berfungsi sebagai *switch On/Of* pada pompa 1 dan 2. Relay merupakan komponen yang memiliki fungsi bekerja sebagai saklar pemutus dan penyambung arus listrik yang digerakkan oleh energi listrik. *Contact* ada 2 jenis yaitu NO (*normally open*) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan atau kondisi saat kontak tidak terhubung, dan NC (*normally closed*) yaitu kondisi kontak yang terhubung [3].

Komponen yang ditunjuk No. 2 adalah Mikrokontroler Arduino Mega 2560. Arduino Mega2560 adalah sebuah board atau papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 (datasheet ATmega2560). Arduino Mega2560 mempunyai 54 pin digital I/O (15 pin digunakan sebagai output PWM), 16 pin input analog, dan 4 pin UART, 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, 2x3 header ICSP untuk memprogram arduino dengan program lain, dan tombol reset. Caranya penggunaanya yaitu menggunakan kabel USB pada board arduino mega 2560 ke komputer atau power dihubungkan dengan adaptor DC ke stop kontak listrik AC [6]. Dengan adanya Mikrokontroler dapat membuat alat otomatisasi yang bekerja sesuai dengan program yang telah di buat. Komponen yang di tunjuk Komponen yang ditunjuk No.3 Adalah *Relay* yang berfungsi sebagai *switch On/Of* pada motor AC dan Heater.

4. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui, sistem yang sudah di bangun dapat berfungsi sesuai dengan yang di harapkan.

1. Pada saat pencucian piring dilakukan, pompa air dan pompa sabun bekerja optimal untuk mengalirkan air.
2. alat ini dapat mencuci piring dari 2 sisi dengan menggunakan motor servo sebagai penggerak spons dan motor servo kontinyu sebagai pemutar spons diharapkan maksimal.
3. Motor ac dengan konveyor sederhana mampu memindahkan piring dari ruang pencucian ke ruang pengering.
4. Pada saat pengujian diharapkan proses pengeringan oleh heater dapat mencapai 60° selsius dalam ruang pengering agar lebih merata dan efektif.
5. Penggunaan *thermostat* untuk membatasi panas yang berlebih pada heater diharapkan berkerja maksimal dengan suhu 60°C.

Hasil dari pengujian sistem :

1. pompa air dan sabun dapat mengalirkan air sabun dan air bersih sesuai kebutuhan dan berfungsi dengan baik.
2. alat ini dapat mencuci piring dari 2 sisi dengan menggunakan motor servo sebagai penggerak spons dan

motor servo kontinyu sebagai pemutar spons telah berfungsi dengan baik sesuai dengan sudut rak piring, namun sesekali tidak berkerja

3. Motor servo kontinyu yang digunakan sebagai penggosok berkerja dengan baik dan berputar seperti yang diharapkan.
4. Motor ac dengan konveyor sederhana dapat memindahkan piring dari ruang pencucian dan ruang pengering dengan baik
5. Pada saat pengujian proses pengeringan oleh heater dapat mengeluarkan panas dan disebarkan oleh kipas agar lebih merata dan efektif, namun karena adanya ruangan yang terbuka sedikit, sehingga fungsi ruang pengering kurang optimal dengan suhu rata-rata 55°C
6. Penggunaan *thermostat* bisa membatasi panas yang berlebih pada heater dengan suhu 60°C mampu berfungsi dengan baik.
7. Rangkuman Hasil Pengujian

Berikut merupakan Rangkuman hasil dari pengujian alat pencuci piring dengan pengering:

Tabel 10 Rangkuman Hasil Pengujian Piring dengan Pengering.

Piring ke	Menu	Sisa lemak			Sisa amis			kering		
		bersih	Kurang bersih	Tidak bersih	bersih	Kurang bersih	Tidak bersih	kering	Kurang kering	Tidak kering
1	kikil	√				√			√	
2	Rendang		√			√			√	
3	Paru	√				√			√	
4	Telur dadar		√		√				√	
5	usus		√			√			√	

Tabel diatas merupakan rangkuman hasil pengujian yang dilakukan oleh penulis. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan metode pengujian alat yang sama. Namun tingkat kebersihan piring ditentukan oleh makanan yang dimakan konsumen. Sehingga mendapatkan hasil pengujian yaitu: pengujian yang pertama menu masakan kikil sisa lemak kurang bersih, sisa amis tidak bersih, tingkat kering kurang kering. Pengujian yang kedua menu masakan rendang sisa lemak kurang bersih, sisa amis kurang bersih, tingkat kering kurang kering. Pengujian yang ketiga menu masakan paru sisa lemak bersih, sisa amis kurang bersih, tingkat kering kurang kering. Pengujian yang keempat menu masakan telur dadar sisa lemak kurang bersih, sisa amis bersih, tingkat kering kurang kering. Pengujian yang ke lima menu masakan usus sisa lemak kurang bersih, sisa amis tidak bersih, tingkat kering kurang kering

Tabel 11 Rangkuman Hasil Pengujian Ukuran Piring.

Ukuran piring (cm)	ukuran spons			Derajat servo	Penggunaan pada dishwasher		
	sesuai	Kurang sesuai	Tidak sesuai		bisa	Kurang bisa	Tidak bisa
27	√			45°	√		
23	√			60°	√		
20		√		75°		√	
16			√	80°			√

Pengujian dilakukan sebanyak empat kali dengan metode pengujian alat yang sama. Ukuran piring maksimal 27 cm yang sesuai dengan ukuran spons dengan servo 45° sehingga bisa digunakan pada dishwasher. Ukuran piring 23 cm yang sesuai dengan ukuran spons dengan servo 60° sehingga bisa digunakan pada dishwasher. Ukuran piring 20 cm yang kurang sesuai dengan ukuran spons dengan servo 75° sehingga kurang bisa digunakan pada dishwasher. Ukuran piring 16 cm yang tidak sesuai dengan ukuran spons dengan servo 80° sehingga tidak bisa digunakan pada dishwasher.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian penulis membuat alat *Dishwasher* Otomatis Dengan Pengereng Pada Rumah Makan yang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat ini dapat dapat membantu meringankan mencuci dan mengeringkan piring dari 2 sisi dengan secara higienis dan mudah agar dapat langsung dipergunakan kembali pada rumah makan.
2. Komponen heater menghasilkan panas yang merata dan pengeringan piring yang efektif.

3. Komponen *thermostat* bekerja untuk membatasi panas yang berlebih pada *heater*.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ervianto, E., 2012. Rancang Bangun Pengereng Dishwasher Digital Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau.
- [2] Halim, F.M.A., 2018. Rancang Bangun Alat Pencuci Piring Catering Berbasis Arduino Leonardo. Fakultas Teknik Universitas Panca Marga Probolinggo.
- [3] Handri, W., 2014. Prinsip dan Pengaplikasian Relay.
- [4] Johan, A., 2016. Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Pada Inkubator Penetastelur Ayam Berkapasitas 30 Butir. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
- [5] Nurfaizah, M. 2015. Rancang Bangun Modul Praktikum Motor Ac Dengan Aplikasi Pengaturan Posisi Dengan Menggunakan Pid. Teknik Mesin. Politeknik Negeri Batam.
- [6] Pradipta, Gagat, Dkk., 2016. Pembuatan Prototipe Sistem Keamanan Laboratorium Berbasis Arduino Mega. teknik Komputer. Institut Pertanian Bogor.



## RANCANG BANGUN *MODUL TRAINER PRAKTIK* INSTALASI LISTRIK DAN MOTOR

Muhammad Jawahir<sup>1</sup>, Haryanto<sup>2</sup>, Riza Alfita<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura

[muhammadjawahir21@gmail.com](mailto:muhammadjawahir21@gmail.com)<sup>1</sup>, [Haryanto@trunojoyo.ac.id](mailto:Haryanto@trunojoyo.ac.id)<sup>2</sup>, [riza.alfita@trunojoyo.ac.id](mailto:riza.alfita@trunojoyo.ac.id)<sup>3</sup>

**Abstract** – *This study aims to support the teaching and learning process in the electric power engineering course, especially in the Electrical Engineering Study Program at Trunojoyo University, Madura. Then an electrical and motor installation trainer module was made. This trainer uses a modular concept, where each component is designed separately and a sliding frame, where students can easily install or remove modules according to the material being studied. In this study, the validity, reliability and feasibility of the module trainer were carried out covering aspects of the language of the material, aspects of the content of the material, aspects of the design of the practicum module by giving questionnaires to 42 students as subjects of the trainer module users. The material discussed in this trainer module is a series of single switch relationships with lights, a series of switch series relationships with lights, a series of change switch relationships with lights, a direct on line starting circuit, a motor rotation reversing circuit and a delta start start circuit using a 3-phase motor. The results of the performance testing of all experiments were declared successful as desired. The results of the validity and reliability tests are valid and reliable. The results of the feasibility test show that the electric and motor installation trainers are in the feasible category with a total average score of 3.5.*

**Keywords** — *Trainer, Electrical Installation, Induction Motor Installation*

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan untuk menunjang proses belajar mengajar pada matakuliah teknik tenaga listrik khususnya di Prodi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura. Maka dibuat modul trainer instalasi listrik dan motor. Trainer ini menggunakan konsep modular yaitu setiap komponen dirancang secara terpisah dan frame sliding yaitu mahasiswa dapat dengan mudah memasang atau melepas modul sesuai materi yang dipelajari. Pada penelitian ini dilakukan uji validitas, realibilitas dan kelayakan trainer modul meliputi aspek bahasa materi, aspek isi materi, aspek desain modul praktikum dengan cara memberi kuisioner kepada 42 mahasiswa sebagai subjek pengguna modul trainer. Materi yang dibahas pada modul trainer ini adalah rangkaian hubungan *single switch* dengan lampu, rangkaian hubungan *series switch* dengan lampu, rangkaian hubungan *change switch* dengan lampu, rangkaian *starting direct on line*, rangkaian pembalik putaran motor dan rangkaian *starting start delta* menggunakan motor 3 fasa. Hasil pengujian unjuk kerja semua percobaan dinyatakan berhasil sesuai dengan yang diinginkan. Hasil uji validitas dan realibilitas menyatakan valid dan reliabel. Hasil uji kelayakan menunjukkan bahwa trainer instalasi listrik dan motor dalam kategori layak dengan total nilai rata-rata 3.5.

**Kata kunci:** Trainer, Instalasi Listrik, Instalasi Motor Induksi.

### I. PENDAHULUAN

Instalasi listrik merupakan bagian terpenting dalam kehidupan manusia, baik dalam lingkungan industri maupun lingkungan sekitar rumah. Instalasi listrik terlihat mudah namun bila ada salah penyambungan akan mengakibatkan hubungan singkat pada alat kelistrikan. Oleh karena itu perlu mempelajari bagian dasar bagaimana merangkai instalasi listrik menggunakan bantuan *modul trainer*. Sasaran utama *modul trainer* ini ialah untuk menunjang proses belajar mengajar di perkuliahan khususnya di Prodi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura.

Media pembelajaran atau *trainer* merupakan “perangkat lunak” (*software*) yang berupa pesan atau informasi pendidikan yang disajikan dengan memakai suatu peralatan bantu (*hardware*) agar pesan/informasi tersebut dapat sampai kepada mahasiswa. Di sini jelas bahwa media berbeda dengan peralatan tetapi keduanya merupakan unsur-unsur yang saling terkait satu sama lain dalam usaha menyampaikan pesan/informasi pendidikan kepada mahasiswa [1].

Secara umum, manfaat media dalam proses pembelajaran adalah memperlancar interaksi antara guru dan siswa sehingga kegiatan pembelajaran akan lebih efektif dan efisien [1]. *Modul trainer* akan didesain dan disesuaikan dengan konsep keefektifan, teknis dan fungsinya dalam pembelajaran di salah satu matakuliah teknik tenaga listrik. Materi yang ingin dibahas dan diterapkan pada *modul trainer* instalasi listrik dan motor adalah hubungan saklar tunggal dengan lampu, hubungan saklar seri dengan lampu, hubungan saklar tukar dengan lampu, *starting* motor 3 fasa *direct on line*, *starting* motor 3 fasa *star delta* dan kendali motor 3 fasa dengan dua arah putaran.

*Starting star delta* adalah metode dimana pengasutan awal menggunakan star sampai kecepatan motor mencapai set poin, kemudian motor berputar dengan sistem delta dengan cara mengganti hubungan belitan [2]. Cara membalik putaran motor 3 fasa adalah dengan cara mebalik dua dari tiga polaritas tegangan motor tersebut [3]. *Starting Direct On Line* adalah sebuah metode dimana terminal motor yang dihubungkan langsung pada sumber 3 fasa dengan dilengkapi rangkaian pengendali arus melalui *thermal overload* dan saklar magnet [4].

Dengan adanya manfaat trainer yang begitu besar, maka penulis ingin merancang dan meneliti modul trainer instalasi listrik dan motor menggunakan konsep modular dan *frame sliding* sebagai keefektifan, teknis dan fungsinya dalam pembelajaran. konsep modular yaitu setiap komponen dirancang secara terpisah diberi nama, keterangan dan simbol yang berstandar *International Electronical Commission (IEC)*, *Institute Of Electrical And Electronics Engineers (IEEE)* dan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000). Konsep *frame sliding* berfungsi untuk meletakkan modul-modul trainer sehingga mahasiswa dapat dengan mudah memilih dan memindah modul yang dipilih.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

Pada penelitian perancangan modul trainer instalasi listrik dan motor ini menggunakan metode deskriptif. Fungsi dari metode deskriptif adalah mendeskripsikan kelayakan media melalui instrument kuisioner. Prosedur-prosedur yang akan dilakukan pada metodologi penelitian ini meliputi identifikasi kebutuhan, konsep rancangan alat, implementasi dan perancangan pengujian.

#### 1. Identifikasi Kebutuhan

Modul trainer instalasi listrik dan motor dirancang dengan maksud membantu pembelajaran mahasiswa dalam memahami sistem oprasi listrik baik instalasi rumah maupun industri. Pembuatan trainer ini didasari bahwa laboratorium Prodi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura belum memiliki unit trainer instalasi listrik dan motor yang cukup layak sebagai media pembelajaran. Pada tahap identifikasi kebutuhan juga membuat daftar alat dan bahan beserta spesivikasi alat dalam pengembangan perangkat keras modul trainer instalasi listrik dan motor.

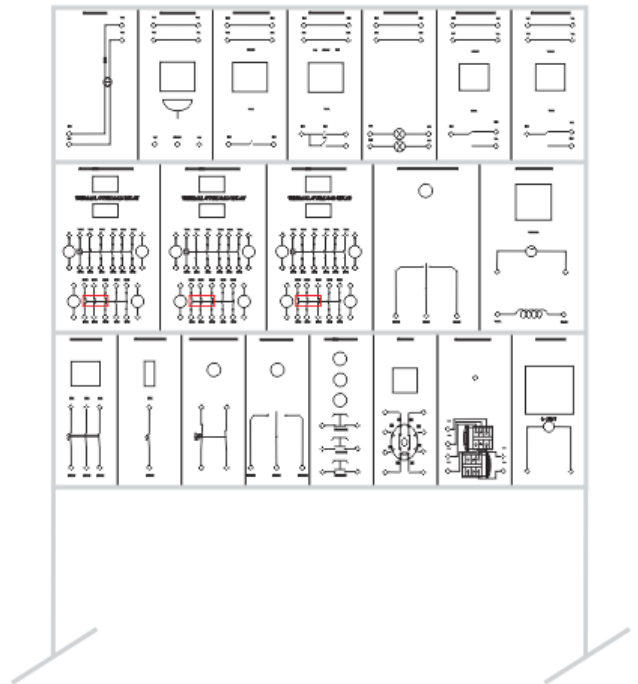
#### 2. Konsep Rancangan Alat

Konsep yang diterapkan pada unit trainer praktik instalasi listrik dan motor adalah konsep modular, dimana setiap komponen dirancang secara terpisah, diberi nama, keterangan dan simbol yang berstandar *International Electronical Commission (IEC)*, *Institute Of Electrical And Electronics Engineers (IEEE)* dan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000). Penempatan modular juga menggunakan konsep *frame sliding*, keuntungannya modul-modul tersebut bisa di pindahkan sesuai keinginan. Ada dua tahap proses perancangan dan pembuatan trainer yaitu perancangan *frame sliding* dan perancangan modul-modul komponen.

#### 3. Implementasi

Trainer modul instalasi listrik dan motor ini diimplementasikan pada mahasiswa yang mengambil mata kuliah Teknik Tenaga Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura. Rancangan modul trainer ini telah memenuhi standar pembelajaran karena pada modul ini dilengkapi dengan simbol dan keterangan, sehingga mahasiswa dengan mudah memahami materi

yang akan diterapkan. Konsep trainer ini menggunakan *frame sliding* untuk meletakkan modul-modul trainer sehingga mahasiswa dapat dengan mudah memilih dan memindah modul yang dipilih.



Gambar 2.1 Desain trainer

#### 4. Perancangan Pengujian

Perancangan pengujian meliputi pengujian modul-modul trainer dengan tujuan untuk mengetahui kondisi komponen-komponen baik atau rusak. Pengujian unjuk kerja trainer bertujuan untuk mengetahui cara kerja setiap rangkaian percobaan sesuai dengan rangkaian yang sudah tercantum dalam modul praktik instalasi listrik dan motor.

Pengambilan data dengan menggunakan instrument penelitian. Instrument penelitian yaitu suatu alat yang berfungsi untuk pengukuran dari sebuah peristiwa sosial ataupun alam. Instrumen penelitian yang akan diterapkan pada skripsi ini adalah kuisioner tertutup. Skala pengukuran jawaban pada kuisioner menggunakan skala *likert* lima pilihan yaitu, sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Pada penelitian ini instrumen kuisioner dibagikan kepada mahasiswa sebagai subjek uji coba penggunaan trainer ini. berikut adalah tabel aspek pertanyaan kuisioner yang akan diajukan.

Tabel 2.1 Aspek pertanyaan kuisioner

Aspek	Kode
Bahasa Materi	X1
Isi Materi	X2
Desain Modul Praktikum	X3

Sebelum instrument kuisioner dijadikan alat untuk

menentukan nilai tingkat kelayakan modul trainer instalasi listrik dan motor maka harus memenuhi dua persyaratan yaitu validitas dan reliabilitas. Tujuan dari uji validitas adalah untuk menilai sebuah instrument valid atau tidak valid. Instrument dinyatakan valid apabila dapat dipergunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur [5].

Tabel 2.2 Interpretasi analisa korelasi

Interval	Interpretasi
0,001 – 0,200	Korelasi Sangat Lemah
0,201 – 0,400	Korelasi Lemah
0,401 – 0,600	Korelasi Cukup Kuat
0,601 – 0,800	Korelasi Kuat
0,801 – 1,000	Korelasi Sangat Kuat

Tujuan dari uji reliabilitas adalah untuk menjadikan instrument penelitian menjadi reliable. instrumen penelitian yang reliable adalah apabila instrument penelitian digunakan berulang-ulang maka hasilnya konsisten menghasilkan data yang sama [5]. Berikut adalah tabel tingkat reliabilitas berdasarkan nilai alpha.

Tabel 2.3 Tingkat reliabilitas berdasarkan nilai alpha

Alpha	Tingkat Reliabilitas
0 – 0,2	Kurang Reliable
>0,2 – 0,4	Agak Reliable
>0,4 – 0,6	Cukup Reliable
>0,6 – 0,8	Reliable
>0,8 – 1,0	Sangat Reliable

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan teknik analisis data deskriptif yang diperoleh dari data kualitatif, setelah trainer ini menjadi produk dan diuji kualitas kelayakan trainer tersebut.

Pengumpulan data menggunakan kuisioner skala likert lima penilaian yaitu sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Data kuantitatif didapatkan dengan cara mengubah data kualitatif melalui proses penjabaran. Berikut kriteria skor penilaian dari data kualitatif menjadi data kuantitatif.

Tabel 2.4 Skala likert

Penilaian	Keterangan	Skor
SS	Sangat Setuju	5
S	Setuju	4
N	Netral	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

Setelah memperoleh data dari hasil kuisioner mahasiswa maka langkah selanjutnya adalah mengubah data kualitatif menjadi data kuantitatif dengan berpedoman pada tabel 3.5 dan mencari nilai rata-rata. Setelah nilai rata-rata diperoleh maka langkah selanjutnya yaitu menilai kelayakan modul trainer instalasi listrik dan motor

berdasarkan hasil nilai rata-rata dengan menggunakan skala pengukuran rating scale. Skala penunjukan rating scale adalah pengubahan data kuantitatif menjadi kualitatif [6]. kategori kelayakan penilaian produk sebagai berikut:

Tabel 2.5 Konversi skor ke kategori

Interval skor	Kategori
$X \geq (\bar{x} + 1.SBx)$	Sangat Layak
$(\bar{x} + 1.SBx) > X \geq A$	Layak
$\bar{x} > X \geq (\bar{x} - 1.SBx)$	Tidak Layak
$X < (\bar{x} - 1.SBx)$	Sangat Tidak Layak

Keterangan :

X = skor hasil penelitian

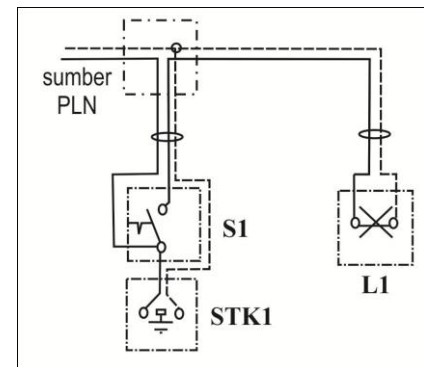
$\bar{x}$  = (1/2) (skor maksimum + skor minimum)

SBx = (1/6) (skor maksimum – skor minimum)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Unjuk Kerja Trainer

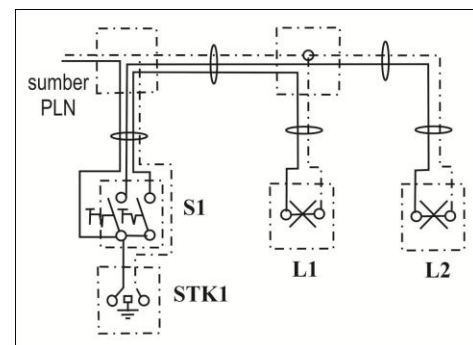
##### 1. Pengujian Hubungan *Single Switch* dengan Lampu



Gambar 3.1 Skema rangkaian hubungan *single switch* dengan lampu

Prinsip kerja dari skema rangkaian hubungan *single switch* dengan lampu adalah sebagai berikut: MCB 1 fasa dan *fuse box* dihidupkan, secara otomatis stop contact terhubung listrik. *single switch* ditekan dalam posisi on maka lampu akan menyala.

##### 2. Pengujian Hubungan *Series Switch* dengan Lampu

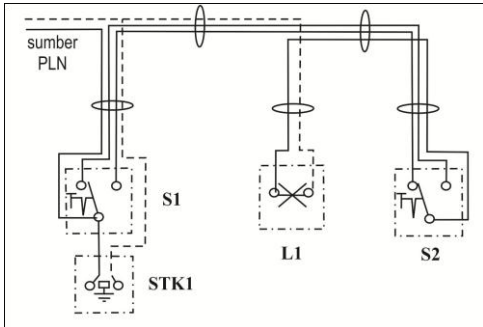


Gambar 3.2 Skema rangkaian hubungan *series switch* dengan lampu

Prinsip kerja dari skema rangkaian hubungan *series*

switch dengan lampu adalah sebagai berikut: MCB 1 fase dan fuse box dihidupkan, secara otomatis stop contact terhubung listrik. series switch ditekan dalam posisi on maka lampu akan menyala.

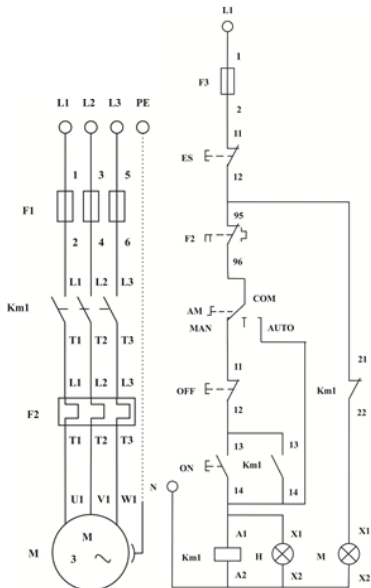
### 3. Pengujian Hubungan Change Switch dengan Lampu



Gambar 3.3 Skema rangkaian hubungan change switch dengan lampu

Prinsip kerja dari skema rangkaian hubungan change switch dengan lampu adalah sebagai berikut: MCB 1 fase dan fuse box dihidupkan, secara otomatis stop contact terhubung listrik. change switch 1 ditekan dalam posisi on dan change switch 2 ditekan dalam posisi off maka lampu akan menyala. change switch 1 ditekan dalam posisi on dan change switch 2 ditekan dalam posisi on maka lampu akan mati. change switch 1 ditekan dalam posisi off dan change switch 2 ditekan dalam posisi off maka lampu akan mati.

### 4. Pengujian Starting Direct On Line Motor 3 Fasa



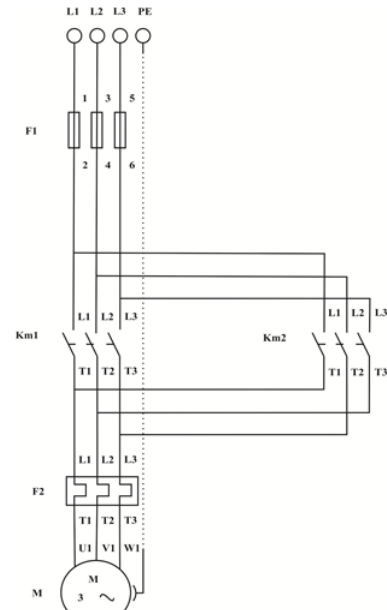
Gambar 3.4 rangkaian power dan kontrol starting direct on line motor 3 fasa

Prinsip kerja dari direct on line motor 3 fasa adalah sebagai berikut: mode manual, putar selector auto-man pada posisi MAN. Motor akan berputar ketika puhs button ON1 ditekan. Ketika puhs button ON1 dilepas maka akan kembali pada posisi NO, akan tetapi rangkaian kontrol tetap beroperasi karena fungsi puhs button ON1 diganti oleh

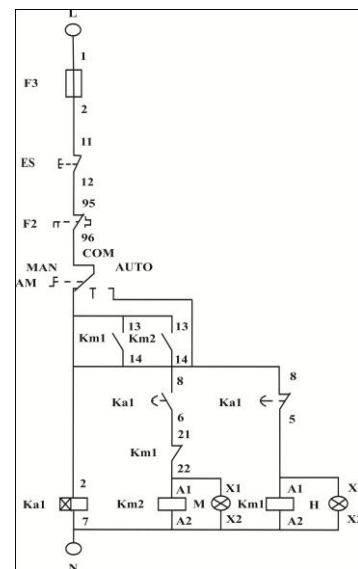
kontak nomor 13 – 14 kontaktor km1 sebagai kontak pegunci. Mode otomatis, putar selector auto-man pada posisi AUTO, maka motor akan berputar karena terhubung langsung pada coil A1 – A2 kontaktor km1.

Untuk menghentikan putaran motor dengan cara menekan puhs button OFF untuk mode manual, putar selector auto-man pada posisi COM untuk mode otomatis.

### 5. Pengujian Pembalik Putaran Motor 3 Fasa



Gambar 3.5 Rangkaian power pembalik putaran motor 3 fasa

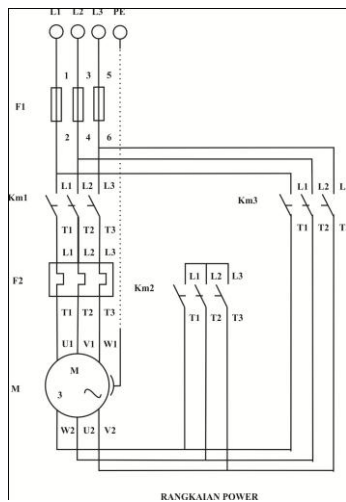


Gambar 3.6 Rangkaian kontrol pembalik putaran motor 3 fasa

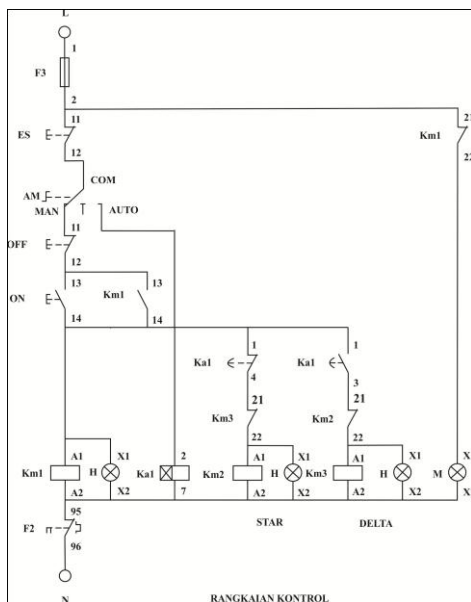
Prinsip kerja dari kendali motor 3 fasa pembalik putaran adalah sebagai berikut: putar selector auto-man pada posisi

MAN maka motor akan berputar kanan dan kontaktor Km2 tidak aktif karena kontak nomor 8 – 6 timer Ka1 dalam kondisi terbuka. Setelah 15 detik *delay timer* Ka1 habis motor berputar kiri dan kontaktor Km1 tidak aktif karena kontak nomor 8 – 5 timer Ka1 dalam kondisi terbuka. Untuk menghentikan putaran motor adalah dengan cara memutar *selector auto-man* pada posisi COM.

6. Pengujian Kendali Motor 3 Fasa Star Delta



Gambar 3.7 Rangkaian power motor 3 fasa star delta



Gambar 3.8 Rangkaian kontrol motor 3 fasa star delta

Prinsip kerja dari kendali motor 3 fasa *star delta* adalah sebagai berikut: mode manual, putar *selestor auto-man* pada posisi MAN. Tekan *push button* ON1 maka motor berputar dengan sistem *star* dan kontaktor Km3 tidak aktif karena kontak nomor 1 – 3 Ka1 dalam kondisi terbuka.

Ketika *push button* ON1 dilepas maka akan kembali pada posisi NO, akan tetapi rangkaian kontrol tetap beroperasi karena fungsi *push button* ON1 diganti oleh kontak nomor 13 – 14 kontaktor Km1 sebagai kontak pengunci. Setelah 5 detik *delay timer* Ka1 habis motor berputar dengan sistem *delta* dan kontaktor Km2 tidak aktif karena kontak nomor 1 – 4 Ka1 dalam kondisi terbuka.

Mode otomatis, putar *selector auto-man* pada posisi AUTO, maka motor akan berputar dengan sistem *star* karena terhubung langsung pada *coil* A1 – A2 kontaktor Km1 dan kontaktor Km3 tidak aktif karena kontak nomor 1 – 3 Ka1 dalam kondisi terbuka. Setelah 5 detik *delay timer* Ka1 habis motor berputar dengan sistem *delta* dan kontaktor Km2 tidak aktif karena kontak nomor 1 – 4 Ka1 dalam kondisi terbuka. Untuk menghentikan putaran motor dengan cara menekan *puhs button* OFF untuk mode manual, putar *selector auto-man* pada posisi COM untuk mode otomatis.

B. Uji Validitas Item Pertanyaan

1. Uji Validitas Konstruk X1

Uji validitas konstruk X1 membahas tentang aspek bahasa materi dengan meliputi pertanyaan Q1, Q2 dan Q3. Perhitungan pengujian validitas menggunakan *software* SPSS IMB *Statistics* 25. Responden pada penelitian ini berjumlah 42 mahasiswa Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura.

Tabel 3.1 Uji validitas konstruk X1

		X1
Q1	Pearson Correlation	.881**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	42
Q2	Pearson Correlation	.877**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	42
Q3	Pearson Correlation	.852**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	42
X1	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	42

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan tabel 3.1 data yang diperoleh menunjukkan bahwa butir pertanyaan Q1, Q2, dan Q3 memiliki *Pearson Correlation* 0,881, 0,877, dan 0,852. Menurut data tabel 2.2, diartikan butir pertanyaan Q1, Q2, dan Q3, memiliki korelasi sangat kuat untuk dijadikan sebuah parameter pertanyaan penelitian.

Hasil dari semua nilai butir pertanyaan *Pearson Correlation* Q1, Q2, dan Q3 memenuhi kriteria signifikansi 1% karena memiliki tanda (\*\*) dibelakang nilai *Pearson Correlation* dan otomatis memenuhi taraf kepercayaan 95%,

oleh karena nilai signifikansi butir pertanyaan Q1, Q2, dan Q3 mempunyai nilai 0,000 atau dibawah 0,005 maka pertanyaan tentang aspek bahasa materi pada modul trainer instalasi listrik dan motor memiliki taraf kepercayaan 95% yang berarti butir pertanyaan Q1, Q2, dan Q3 valid atau sah.

2. Uji Validitas Konstruk X2

Uji validasi konstruk X2 membahas tentang aspek isi materi dengan meliputi pertanyaan Q4, Q5, dan Q6. Perhitungan pengujian validitas menggunakan *software* SPSS IMB *Statistics* 25. Responden pada penelitian ini berjumlah 42 mahasiswa Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura.

Tabel 3.2 Uji validitas konstruk X2

		X2
Q4	Pearson Correlation	.916**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	42
Q5	Pearson Correlation	.851**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	42
Q6	Pearson Correlation	.885**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	42
X2	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	42

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan tabel 3.2 data yang diperoleh menunjukkan bahwa butir pertanyaan Q4, Q5, dan Q6 memiliki *Pearson Correlation* 0,916, 0,851, dan 0,885. Menurut data tabel 2.2, diartikan butir pertanyaan Q4, Q5, dan Q6, memiliki korelasi sangat kuat untuk dijadikan sebuah parameter pertanyaan penelitian.

Hasil dari semua nilai butir pertanyaan *Pearson Correlation* Q4, Q5, dan Q6 memenuhi kriteria signifikansi 1% karena memiliki tanda (\*\*) dibelakang nilai *Pearson Correlation* dan otomatis memenuhi taraf kepercayaan 95%, oleh karena nilai signifikansi butir pertanyaan Q4, Q5, dan Q6 mempunyai nilai 0,000 atau dibawah 0,005 maka pertanyaan tentang aspek isi materi pada modul trainer instalasi listrik dan motor memiliki taraf kepercayaan 95% yang berarti butir pertanyaan Q4, Q5, dan Q6 valid atau sah.

3. Uji Validitas Konstruk X3

Uji validasi konstruk X3 membahas tentang aspek desain modul praktikum dengan meliputi pertanyaan Q7, Q8, dan Q9. Perhitungan pengujian validitas menggunakan *software* SPSS IMB *Statistics* 25. Responden pada

penelitian ini berjumlah 42 mahasiswa Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura.

Tabel 3.3 Uji validitas konstruk X3

		X1
Q7	Pearson Correlation	.843**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	42
Q8	Pearson Correlation	.895**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	42
Q9	Pearson Correlation	.759**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	42
X3	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	42

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

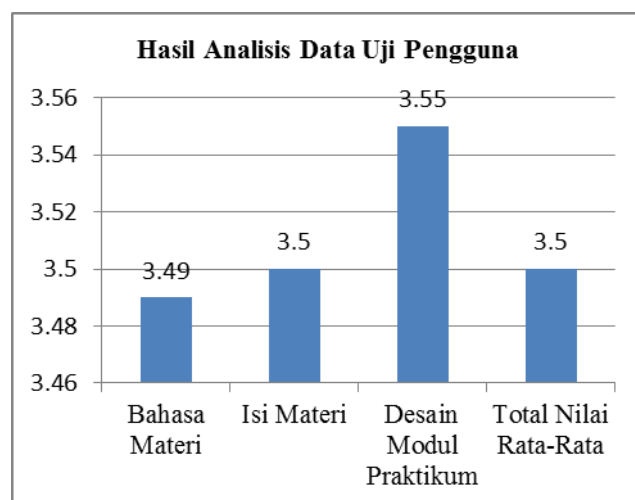
\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Berdasarkan tabel 3.3 data yang diperoleh menunjukkan bahwa butir pertanyaan Q7, Q8, dan Q9 memiliki *Pearson Correlation* 0,843, 0,895, dan 0,759. Menurut data tabel 2.2, diartikan butir pertanyaan Q7, Q8 memiliki korelasi sangat kuat sedangkan pertanyaan Q9 memiliki korelasi kuat untuk dijadikan sebuah parameter pertanyaan penelitian.

Hasil dari semua nilai butir pertanyaan *Pearson Correlation* Q7, Q8, dan Q9 memenuhi kriteria signifikansi 1% karena memiliki tanda (\*\*) dibelakang nilai *Pearson Correlation* dan otomatis memenuhi taraf kepercayaan 95%, oleh karena nilai signifikansi butir pertanyaan Q7, Q8, dan Q9 mempunyai nilai 0,000 atau dibawah 0,005 maka pertanyaan tentang desain modul praktikum pada modul trainer instalasi listrik dan motor memiliki taraf kepercayaan 95% yang berarti butir pertanyaan Q7, Q8, dan Q9 valid atau sah.

Tabel 3.4 Hasil uji validitas item pertanyaan

item pertanyaan	Signifikansi	Kesimpulan pertanyaan
Q1	0.000	Valid atau Sahih
Q2	0.000	Valid atau Sahih
Q3	0.000	Valid atau Sahih
Q4	0.000	Valid atau Sahih
Q5	0.000	Valid atau Sahih
Q6	0.000	Valid atau Sahih
Q7	0.000	Valid atau Sahih
Q8	0.000	Valid atau Sahih
Q9	0.000	Valid atau Sahih



Gambar 3.9 Diagram batang penilaian mahasiswa

### C. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan setelah hasil semua butir pertanyaan kuisioner dinyatakan valid. Kuisioner yang reliable atau konsisten adalah kuisioner yang digunakan berulang-ulang hasilnya konsisten menghasilkan data yang sama. Uji reliabilitas menggunakan *software* SPSS IMB *Statistics* 25 dengan cara klik *analyze-scale-reability analyze*.

Tabel 3.4 Jumlah item yang diuji

		N	%
Cases	Valid	42	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	42	100.0

Tabel 3.5 Hasil uji reliabilitas

Cronbach's Alpha	N of Items
.932	9

Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai alpha 0,932 dari total pertanyaan 9 butir atau item. Menurut tabel 2.3 bahwa tingkat reliabilitas diatas 0,8 masuk dalam kriteria sangat reliabel.

### D. Uji Kelayakan Modul Trainer

Penilaian pada media trainer pembelajaran yang telah dibuat terdiri dari tiga jenis penilaian yaitu bahasa materi, isi materi dan desain modul praktikum. Penilaian ini dilakukan dengan cara memberi kuisioner kepada 42 mahasiswa Teknik Elektro Trunojoyo Madura. Hasil nilai kategori kelayakan berpedoman pada tabel 2.5.

Menurut data yang sudah diperoleh dari hasil penilaian mahasiswa yang ditunjukkan pada gambar 3.1. Penilaian aspek bahasa materi memperoleh rata-rata nilai 3.49 menunjukkan kategori layak. Penilaian aspek isi materi memperoleh rata-rata nilai 3.5 menunjukkan kategori layak. Penilaian aspek desain modul praktikum memperoleh rata-rata nilai 3.55 menunjukkan kategori layak. Hasil dari rata-rata keseluruhan penilaian memperoleh 3.50 menunjukkan kategori layak.

## IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pembuatan Rancang Bangun Modul Trainer Praktik Instalasi Listrik Dan Motor ini, maka dapat disimpulkan:

1. Modul trainer instalasi listrik dan motor ini menggunakan konsep modular dan *frame sliding* sehingga mahasiswa dapat dengan mudah memasang atau melepas modul sesuai materi yang dipelajari. Modul trainer ini menggunakan banana plug sehingga mahasiswa dapat merangkai rangkaian secara berulang-ulang dengan kabel penghubung.
2. Pengujian unjuk kerja modul trainer instalasi listrik dan motor antara lain pengujian semua komponen dan hasil menunjukkan semua komponen dalam keadaan baik sesuai dengan fungsinya. Setelah melakukan pengujian semua percobaan, didapatkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan.
3. Pengujian kelayakan modul trainer instalasi listrik meliputi aspek bahasa materi, isi materi, dan desain modul praktikum. Hasil pengujian kelayakan memperoleh total nilai rata-rata 3.50 yang menyatakan kategori layak.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Muhson, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi," vol. VIII, no. 2, pp. 1–10, 2010.
- [2] H. Istiqlaliyah, "ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN SISTEM STAR DELTA DENGAN RANGKAIAN MANUAL DAN PLC PADA MOTOR LISTRIK 3 PHASA," vol. 2, no. 2, pp. 16–21, 2017.
- [3] T. Sukmadi and Y. Christyono, "PENGASUTAN BALIK PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS SMS CONTROLLER MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN BASCOM," *TRANSIENT*, vol. 2 NO.4, no. ISSN 2302-9927, 907, 2013.
- [4] T. Tohir and P. N. Bandung, "Rancang Bangun Kendali Motor Induksi 3 Fasa Berbasis PLC Dengan Metoda Pemograman Function Block Diagram Control Design of 3 Phase Induction Motor Based PLC with Programming Function Block Diagram," no. November 2019, pp. 501–511.
- [5] H. Retnawati, *ANALISIS KUANTITATIF INSTRUMEN PENELITIAN*. Parama Publising, 2015.
- [6] A. I. Khalid, "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS MULTIMEDIA INTERAKTIF PADA MATA PELAJARAN MENGGAMBAR TEKNIK," 2019.
- [7] Riza A. "Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Produk Unggulan Daerah Menggunakan Metode Weighted Product". 10.14710/jmasif.6.11.27-36 no. ISSN 2086-4930, 2011



# Rancang Bangun Sistem Informasi Administrasi Persuratan Berbasis Web Pada Program Studi Teknik Elektro

<sup>1</sup>R. Gerry Franata, <sup>2</sup>Achmad Ubaidillah <sup>3</sup>Riza Alfita

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

<sup>1</sup>[140431100085@student.trunojoyo.ac.id](mailto:140431100085@student.trunojoyo.ac.id), <sup>2</sup>[ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id](mailto:ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id), <sup>3</sup>[riza.alfita@trunojoyo.ac.id](mailto:riza.alfita@trunojoyo.ac.id)

**Abstract** - Information Systems is a technology centered on processing data – data using computers to collect, process, store, analyze and disseminate information. Each agency needs accurate and fast information. The electrical engineering major is one of the courses at Trunojoyo Madura University. In facilitating time and improving quality, especially in administration, a correspondence information system is required. The purpose of designing and building this system is to reduce the negligence in processing letters done by admins in addition to managing data so that every admin working in the scope of the electrical engineering major can work to the maximum. The design of this information system uses a waterfall system. This system uses data flow diagrams and entity relationship diagrams with PHP programming languages and MySql databases. This research obtained the results of the ease of admin and students in obtaining information in addition admin can manage mail data and group letters well in the scope of electrical engineering major in University of Trunojoyo Madura.

**Keywords** — incoming mail, outgoing mail, PHP, MySQL, ERD

**Abstrak**— Sistem Informasi merupakan teknologi yang berpusat dalam mengolah data – data menggunakan komputer untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, menganalisis dan menyebarkan informasi. Setiap instansi memerlukan informasi yang akurat serta cepat. Program studi teknik elektro merupakan salah satu program studi yang ada di Universitas Trunojoyo Madura. Dalam mengefisiensi waktu serta meningkatkan mutu terutama dalam administrasi, maka diperlukan sebuah sistem informasi surat – menyurat. Tujuan dirancang serta dibangunnya sistem ini adalah mengurangi kelalaian dalam mengolah surat yang dilakukan oleh admin selain itu berfungsi mengelola data agar setiap admin yang bekerja di lingkup prodi teknik elektro dapat bekerja secara maksimal. Perancangan sistem informasi ini menggunakan sistem *waterfall*. Pada sistem ini menggunakan *data flow diagram* dan *entity relationship diagram* dengan bahasa pemrograman PHP dan database MySql. Penelitian ini memperoleh hasil yaitu kemudahan admin dan mahasiswa dalam memperoleh informasi selain itu admin dapat mengelola data – data surat serta mengelompokkan surat dengan baik pada lingkup prodi teknik elektro Universitas Trunojoyo Madura.

**Kata Kunci**— Surat masuk, Surat keluar, PHP, MySQL, ERD.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi memiliki dampak positif dalam mendukung bidang administratif yaitu masalah ke efisienan dalam mengerjakan segala sesuatu. Pengembangan komputerisasi dalam administratif mempermudah serta mempercepat dan menghemat waktu dalam penyelesaian pekerjaan yang masih menggunakan sistem yang konvensional. Sehingga sudah tidak relevan lagi tuntutan perbaikan dan kecepatan layanan proses tersebut. Dampak dari perkembangan tersebut yang di rasakan adalah teknologi informasi yang condong pada bidang administratif serta penjadwalan. Pada program studi Teknik Elektro masih menggunakan cara manual dalam pemberkasan surat – menyurat. Beberapa kesulitan yang dialami saat ini berupa kelalaian pihak admin dalam mengolah persuratan dan pemberkasan untuk mendukung mahasiswa ataupun dosen dalam menuntaskan tugas dan kegiatan akademiknya.

Sistem pengarsipan dalam surat menyurat yang diterapkan di instansi yang masih menerapkan sistem manual dapat menimbulkan berbagai permasalahan dalam pengimplementasiannya. Maka dari itu dirancang sistem yang mampu mengolah surat meliputi, aktivitas pendataan surat, pengarsipan surat, kemampuan melacak surat, dan pelaporan surat. Pengguna sistem diklasifikasikan menjadi dua jenis sesuai dengan perannya [1]. Dalam perancangan sistem informasi manajemen tujuan utamanya yaitu mampu menginformasikan pada setiap pengguna. Selain itu pengguna sistem harus diklasifikasikan berdasarkan hak akses maupun perannya. Karena harus mendukung semua jenis platform, dengan ekspansi dan kompatibilitas peneliti tersebut menerapkan sistem informasi web based [2]. Saat ini memasuki era industri 4.0 (*four point zero*) sehingga hampir semua pekerjaan memanfaatkan teknologi jaringan *computing* sehingga pekerjaan lebih mudah dan efisien. Berdasarkan kendala yang dihadapi dalam penggunaan sistem persuratan dan administrasi yang manual [3], sehingga upaya meringankan pekerjaan admin dilakukan untuk menghindari *human error* yang kerap terjadi.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

Metode yang penulis terapkan dalam perancangan dan pembuatan sistem ini yaitu dengan model proses *waterfall* [4]. Terdapat beberapa tahapan pada model yang diterapkan, berikut tahapan yang digunakan :

1. Perencanaan  
Merupakan mengumpulkan kebutuhan yang digunakan untuk membangun sistem.
2. Analisis  
Membuat analisis sistem yang sedang berjalan
3. Perancangan  
Membuat desain sistem yang akan diimplementasikan sesuai bahan perencanaan
4. Pemrograman  
Merupakan tahap mengimplementasikan perencanaan serta perancangan berdasarkan analisis menjadi sebuah baris kode pemrograman.
5. Implementasi  
Menerapkan sistem informasi yang telah dibuat.

### B. Perancangan Sistem

#### 1. Perencanaan

Pembuatan sistem informasi persuratan ini memerlukan data – data yang dapat diolah dan dipergunakan untuk membangun sebuah sistem informasi.

- a. Data pengguna, berupa NIM atau NIP, nama, e-mail, alamat dan nomor telepon. Data tersebut digunakan sebagai pendaftar pengguna baru dan *password* baru bagi pengguna.
- b. Data surat, data ini terdiri dari nomor surat, asal surat, fungsi surat, isi, tanggal, nama pengirim. Data itu berfungsi sebagai informasi surat tersebut.
- c. Data yudisium, data ini terdiri dari nama, nim, judul, berkas dan tanggal. Data itu berfungsi sebagai informasi pendaftar calon yudisiawan – yudisiwati tersebut.

Dalam merancang sebuah sistem dibutuhkan alur kerja. Alur kerja ini berdasarkan hubungan antar proses yang dipaparkan dalam gambar dengan disertai garis penghubung sebagai relasi antar proses. Alur ini yang nantinya dijadikan acuan dalam merancang sistem informasi persuratan ini.

#### 2. Analisis Kebutuhan

Analisa kebutuhan merupakan hal yang paling mendasar dalam membangun sebuah sistem perangkat lunak. Tujuan menganalisis kebutuhan adalah untuk memahami kebutuhan yang diperlukan dalam membangun sebuah sistem informasi dan mengembangkan kebutuhan tersebut berdasarkan data – data yang diperlukan. Analisis kebutuhan dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu kebutuhan *fungsi* dan

kebutuhan *non- fungsional*.

#### a. Kebutuhan fungsional

Kebutuhan fungsional berisikan proses apa saja yang dilakukan oleh sistem. Proses-proses tersebut adalah sebagai berikut :

##### 1) Pendaftaran pengguna :

- a)Pendaftaran pengguna dengan hak akses mahasiswa berdasarkan data mahasiswa teknik elektro aktif tiap tahunnya dengan acuan data absensi mahasiswa. Pendaftaran tersebut dilakukan oleh admin program studi teknik elektro.
- b)Pendaftaran pengguna dengan hak akses karyawan atau dosen berdasarkan data karyawan dan dosen beserta jabatannya. Pendaftaran tersebut dilakukan oleh admin program studi teknik elektro.
- c)Sistem dapat menampilkan data – data dari pengguna yang telah terdaftar.
- d)Admin dapat menghapus maupun menambah data pengguna.

##### 2) Pendataan surat :

- a)Pembuatan surat dilakukan oleh admin berdasarkan tujuan dan fungsinya.
- b)Admin memilih jenis surat yang akan di lakukan pendataan.
- c) Admin memasukkan isi surat, tanggal surat, serta nomor surat.
- d)Admin dapat menghapus maupun menambah data surat.
- e)Sistem mampu menampilkan data yang diinputkan dalam bentuk *print-out* surat.

##### 3) Pendaftaran calon yudisiawan :

- a)Admin melakukan pembukaan yudisium berdasarkan ketentuan dari pihak fakultas.
- b)Admin dapat menghapus maupun menambah gelombang yudisium.
- c)Mahasiswa sebagai calon pendaftar yudisium, dapat mendaftar apabila admin telah membuka gelombang pendaftaran
- d)Mahasiswa dapat membatalkan pendaftaran yudisium.

#### b. Kebutuhan non-fungsional

Kebutuhan non-fungsional berisikan kebutuhan perangkat yang diperlukan untuk mendukung sistem. Perangkat yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- 1) Monitor
- 2) CPU

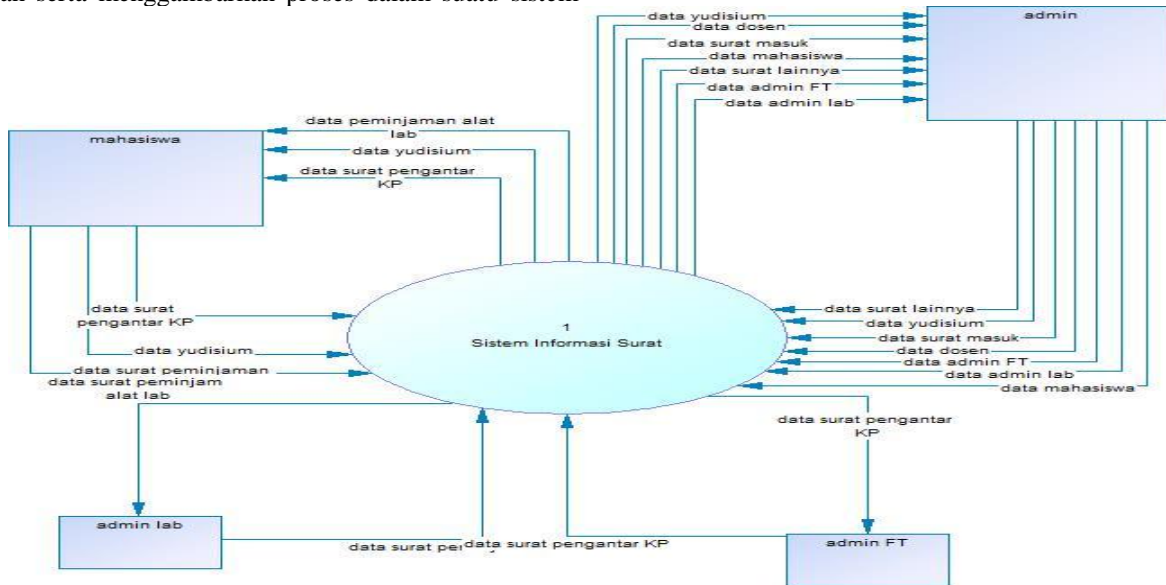
#### 3. Perancangan *Software*

Perancangan perangkat lunak ini menggunakan metode pemodelan pemrograman terstruktur yaitu DFD (*Data Flow Diagram*). Proses ini menterjemahkan kebutuhan kedalam sebuah model perangkat lunak yang dapat diperkirakan kualitasnya sebelum dimulainya implementasi sistem

a. Diagram konteks

Diagram konteks merupakan diagram alir dan sebuah informasi yang menggambarkan sistem dalam satu lingkaran serta menggambarkan proses dalam suatu sistem

secara keseluruhan [5]. Gambar 1 menunjukkan diagram konteks sistem informasi persuratan.



Gambar 1. Diagram Konteks

b. DFD level 1

Data Flow Diagram menggambarkan sistem sebagai jaringan kerja antar fungsi yang berhubungan satu sama lain dengan aliran dan penyimpanan data [6]. Pada gambar 2 DFD level I tersebut terdapat beberapa tugas yang dilakukan Oleh admin, admin FT, admin lab dan mahasiswa.

Admin melakukan 4 tugas, antara lain :

1. Admin dapat melakukan manajemen data pengguna sistem informasi. Admin berhak mengisi data pengguna serta memberikan level pengguna, *username* dan *password*.
2. Admin melakukan manajemen persuratan berdasarkan tujuan dan fungsi surat tersebut.
3. Admin dapat membuat jadwal pembukaan yudisium bagi calon yudisiawan teknik elektro.
4. Admin dapat membuat dan menghapus berita pada bagian dashboard pengguna.

Mahasiswa melakukan 5 proses, antara lain :

1. Mahasiswa dapat mengubah password yang telah diberikan admin untuk meningkatkan keamanan dari akun pengguna
2. Mahasiswa dapat membuat laporan surat pengantar kerja praktek dengan melampirkan surat pengantar dari perusahaan terkait untuk dikirimkan ke admin
3. Pengajuan pinjaman alat di laboratorium elektronika oleh mahasiswa dengan melampirkan KTM (Kartu Tanda Mahasiswa) yang masih aktif.

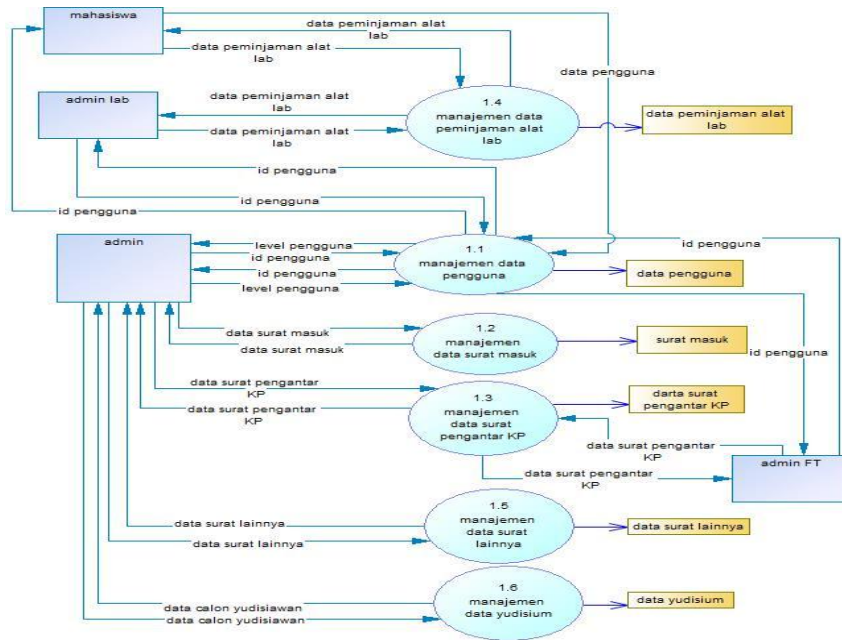
4. Mahasiswa yang telah selesai menuntaskan skripsi dapat mendaftarkan diri sebagai calon yudisiawan ketika admin membuka gelombang pendaftaran yudisium.
5. Mahasiswa dapat mengajukan form surat pengantar kerja praktek ke fakultas dengan mengisi data yang telah disediakan.

Admin lab melakukan 3 proses, antara lain :

1. Admin lab dapat melakukan manajemen peminjaman alat lab kepada mahasiswa teknik elektro.
2. Admin lab berhak melihat data yang telah dikirim mahasiswa yang melakukan transaksi peminjaman alat lab.
3. Admin lab berhak membatalkan ataupun menerima transaksi peminjaman alat lab kepada mahasiswa teknik elektro.

Admin FT melakukan 2 proses, antara lain :

1. Admin FT dapat melakukan manajemen pengajuan form surat pengantar kerja praktek kepada mahasiswa teknik elektro.
2. Admin FT berhak memberikan informasi kepada mahasiswa teknik elektro apabila surat pengantar telah disetujui dekan fakultas teknik.



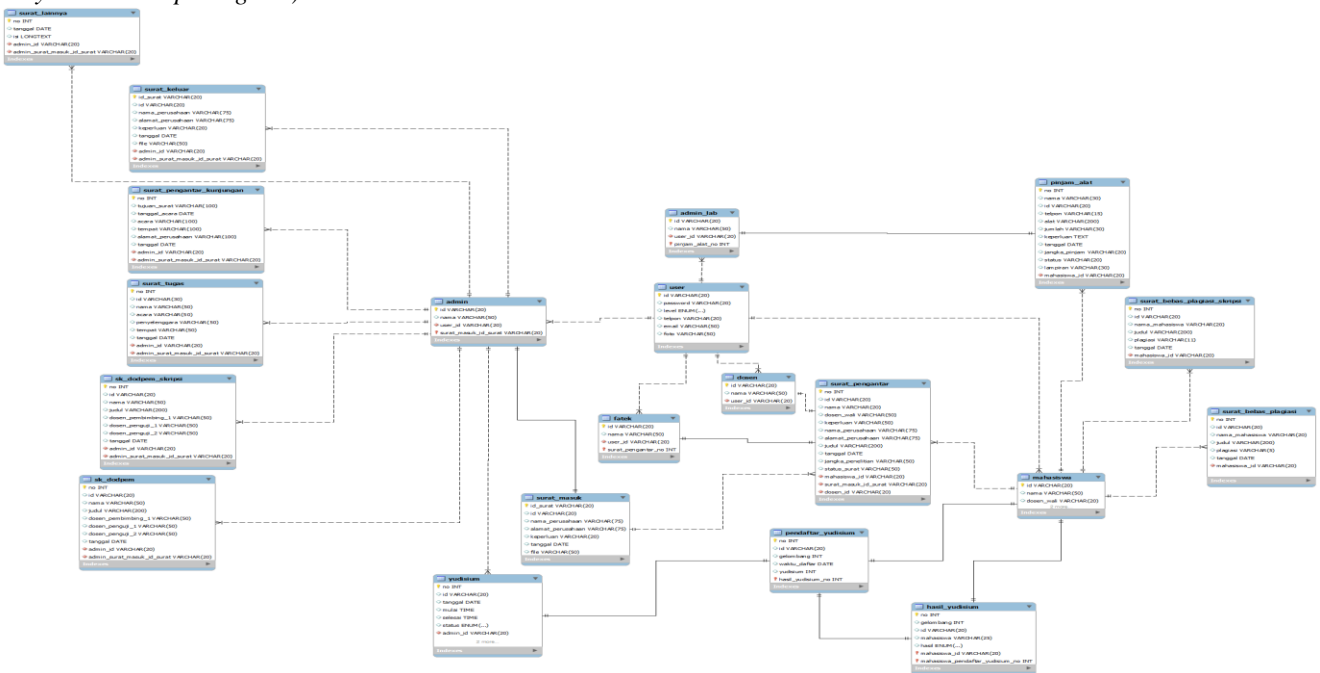
Gambar 2. DFD Level 1

4. Perancangan basis data

Perancangan basis data untuk membuat sistem informasi persuratan dibutuhkan suatu pendekatan yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antar data [7]. Hubungan tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk ERD (*Entity Relationship Diagram*).

a. ERD (*Entity Relationship Diagram*).

Perancangan basis data menggunakan metode ERD, metode ini menyajikan data menggunakan Entity dan Relationship. Gambar 3. memperlihatkan ERD dari sistem informasi persuratan yang dirancang.



Gambar 3. Entity Relationship Diagram

b. Pemrograman

Pada tahapan tahapan ini, penulis menguraikan desain yang telah dibuat ke dalam bahas pemrograman dengan tujuan agar coding yang dibuat dapat dimengerti oleh komputer. *Software* yang digunakan adalah sublimetext dalam bahasa PHP serta database SQL. PHP adalah *script* yang digunakan untuk membuat halaman website yang dinamis. Dinamis berarti halaman yang akan ditampilkan dibuat saat halaman itu diminta oleh *client* [8]. SQL adalah sebuah konsep pengoperasian basisdata, terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis [9].

5. Implementasi

Pada tahapan ini dilakukan pengujian untuk menunjukkan apabila terjadi kesalahan program dikarenakan penggabungan tiap modul secara bersamaan [10]. Setelah tahap coding selesai, penulis menjalankan percobaan terhadap sistem – sistem yan telah dibuat dengan tujuan tehindar dari malfungsi dan hasilnya harus memenuhi kebutuhan yang sudah direncanakan pada analisis kebutuhan dan perencanaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Blackbox*

Tabel 1. Tabel *Blackbox*

No	Pengujian	Bentuk Pengujian	Hasil Yang Diinginkan	Hasil Pengujian
1	Menu Login	Memasukkan <i>id</i> dan <i>password</i> dari pengguna yang terdaftar	Menampilkan menu sesuai level pengguna	Berhasil
2	Menu Logout	Klik <i>logout</i>	Menampilkan halaman <i>login</i>	Berhasil
3	Menu Surat	Klik menu surat, pilih satu sub menu yang diinginkan.	Menampilkan halaman dari sub menu surat yang diinginkan.	Berhasil
4	Menu Yudisium	Klik menu yudisium	Menampilkan halaman yudisium	Berhasil

5	Menu Berita	Klik menu berita	Menampilkan halaman pengolahan berita	Berhasil
6	Menu peminjaman alat lab	Klik menu pinjam alat	Menampilkan halaman peminjaman alat lab	Berhasil
7	Menu form surat pengantar	Klik menu form surat pengantar	Menampilkan halaman pengolahan surat pengantar	Berhasil

B. Pengujian setiap menu pada sistem informasi persuratan

1. Menu *Login*

Gambar 4 menampilkan halaman *Login* pengguna. Setiap pengguna diwajibkan memasukkan ID dan *password* yang benar untuk dapat mengakses halaman sesuai hak akses bagi admin. Didalam Sistem Informasi ini hak akses yang dimiliki oleh setiap pengguna berbeda, yang dijabarkan sebagai berikut :

- a) Admin bertugas melakukan penambahan data pengguna, memberikan informasi ke pengguna lain melalui berita yang dibuat, membuat jadwal pendaftaran yudisium dan membuat surat – surat sesuai kebutuhan akademik.
- b) Mahasiswa memiliki hak untuk mengirimkan surat pengantar KP ke admin prodi, mendaftarkan diri yudisium, mengajukan permohonan surat pengantar KP
- c) Admin Fakultas memiliki tugas untuk memberikan informasi mengenai pengajuan surat pengantar KP
- d) Admin Laboratorium ntuk memberikan informasi mengenai pengajuan peminjaman alat laboratorium kepada mahasiswa.



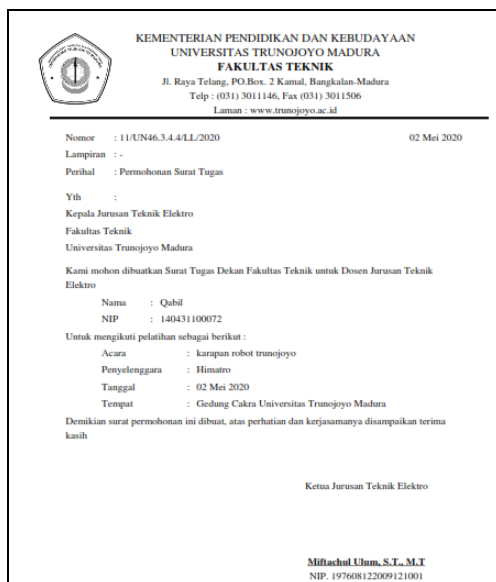
Gambar 4. Halaman login

2. Menu *Logout*

Setiap pengguna dapat keluar dari akunnya masing – masing menggunakan menu logout.

### 3. Menu Surat

Menu surat setiap level pengguna berbeda – beda, untuk level admin terdiri dari surat masuk, surat tugas, surat kunjungan, dan surat lainnya. Dalam hal ini admin bertindak untuk membuat surat sesuai kebutuhan dengan memasukan beberapa data terkait surat yang akan diarsipkan. Hasil dari penyimpanan data tersebut berupa surat yang dapat dicetak dengan ekstensi file pdf seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Untuk pengguna mahasiswa hanya dapat mengajukan surat pengantar serta mengirim surat pengantar yang telah didapat dari instansi terkait.



Gambar 5. Print-Out Surat

### 4. Menu Yudisium

Admin membuat jadwal pembukaan yudisium berdasarkan ketentuan dari pihak fakultas dan mengelola daftar pendaftar yudisium. Mahasiswa diberi hak untuk mendaftar yudisium dengan mengupload berkas yudisium yang telah disediakan dengan ketentuan admin telah membuka pendaftaran yudisium.

### 5. Menu Berita

Halaman ini hanya dapat diakses oleh pihak admin. Admin membuat berita yang dapat ditampilkan pada dashboard mahasiswa.

### 6. Menu Peminjaman Alat

Halaman alat yang hanya dapat diakses oleh admin laboratorium. Pihak admin laboratorium berhak menerima atau menolak pengajuan peminjaman alat yang diajukan oleh mahasiswa. Mahasiswa yang ingin mengajukan akan diberikan form pengisian dengan melampirkan foto KTM sebagai bukti peminjaman.

### 7. Menu Form Surat Pengantar

Halaman dari menu form surat pengantar, halaman ini hanya dapat diakses oleh pihak admin fakultas. Admin akan mengelola data pengajuan surat pengantar Kerja Praktek yang di ajukan oleh mahasiswa.

## IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengimplementasian sistem persuratan ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Tujuan dari sistem informasi ini adalah mempermudah admin serta mahasiswa dalam bidang persuratan akademik, sehingga dapat mengefisiensi waktu kerja.
2. Data-data yang tersimpan di dalam database dapat dicetak apabila sewaktu-waktu diperlukan..

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nirsal and Syafriadi, "Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Surat Pada Universitas Cokroaminoto Palopo," *Pros. Semin. Nas. ISSN 2443-1109*, 2016.
- [2] D. Puspitasari, "RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI KOPERASI SIMPAN PINJAM KARYAWAN BERBASIS WEB," *J. Pilar Nusa Mandiri*, 2016.
- [3] Sutirman, "Inovasi Pembelajaran Kearsipan Digital," *ResearchGate*, 2018. .
- [4] A. Suryadi and Y. S. Zulaikhah, "Rancang Bangun Sistem Pengelolaan Arsip Surat Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall," *J. Khatulistiwa Inform.*, 2019, doi: 10.31294/jki.v7i1.5738.
- [5] T. A. Kurniawan, "Pemodelan Use Case (UML): Evaluasi Terhadap beberapa Kesalahan dalam Praktik," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201851610.
- [6] R. 2014 Afyenni, "Perancangan Data Flow Diagram untuk Sistem Informasi Sekolah (Studi Kasus Pada SMA Pembangunan Laboratorium UNP)," *Teknoif*, 2014.
- [7] Q. Li, Y.-L. Chen, Q. Li, and Y.-L. Chen, "Entity-Relationship Diagram," in *Modeling and Analysis of Enterprise and Information Systems*, 2009.
- [8] S. Anshar, "Pengertian PHP," *Membangun Aplikasi Web dengan Metode OOP*. 2016.
- [9] C. Shah, "MySQL," in *A Hands-On Introduction to Data Science*, 2020.
- [10] G. W. Sasmito, "Penerapan Metode Waterfall Pada Desain Sistem Informasi Geografis Industri Kabupaten Tegal," *J. Inform. Pengemb. IT*, 2017.

# Alat Identifikasi Jenis Kayu Berbasis *Image Processing* Dengan Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN)

Muhammad A'inul Yaqin<sup>1</sup> Riza Alfita<sup>2</sup> Kunto Aji Wibisono

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

<sup>1</sup> yaqin2225@gmail.com, <sup>2</sup> riza.alfita@trunojoyo.ac.id, <sup>3</sup> Kunto.ajiw@trunojoyo.ac.id

**Abstract** — Classification of wood types is usually determined by several parameters, including color, weight, texture, grain, and many more. One important factor in classifying wood types is wood fiber. Human views are usually more subjective on objects in clarification. So that technology is needed as a tool for clarifying wood groups through wood fibers by using image processing. The process in this clarification includes an image of wood fibers using the *K-Nearest Neighbors* (KNN) algorithm for the classification of wood types. The determination of the value of *k* greatly determines the level of success in identifying wood types. The maximum accuracy is 96% using the *k* value of 9. While the minimum accuracy is 71% using the *k* value of 7. The average accuracy of all test parameters is 86%.

**Keywords** — Classification of Wood Types, Wood Fiber, Human View, Image Processing, *K-Nearest Neighbor*.

**Abstrak**— Pengelompokan jenis kayu biasanya ditentukan oleh beberapa parameter, diantaranya adalah warna, berat, tekstur, serat, dan masih banyak lagi. Salah satu faktor penting dalam pengelompokan jenis kayu ialah serat kayu. Pandangan manusia biasanya lebih subyektif pada obyek dalam pengklarifikasian. Sehingga perlu teknologi sebagai alat pengklarifikasian kelompok kayu melalui serat kayu dengan menggunakan pengolahan citra. Proses dalam pengklarifikasian ini berinputkan citra serat kayu dengan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk penggolongan jenis kayunya. Penentuan nilai *k* sangat menentukan tingkat keberhasilan identifikasi jenis kayu. Akurasi maksimal sebesar 96% dengan menggunakan nilai *k* 9. Sedangkan akurasi minimumnya ialah 71% dengan menggunakan nilai *k* 7. Rata – rata akurasi dari seluruh parameter pengujian adalah 86%.

**Kata Kunci**— Pengelompokan Jenis Kayu, Serat Kayu, Pandangan Manusia, Pengolahan Citra, *K-Nearest Neighbor*.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak sumber daya alam berupa gas, minyak bumi, rempah-rempah sampai kayunya yang berada dari pepohonan di hutan serta yang dibudidayakan. Banyak jenis-jenis kayu yang ada di Indonesia yang bermanfaat buat kita dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, pengelompokan jenis kayu rata-rata ditentukan dari beberapa parameter antara lain warna, berat, serat, dan lain sebagainya. Salah satu faktor penting dalam pengelompokan jenis kayu adalah serat kayu.

Pengelompokan jenis kayu tidak dapat dipastikan karena penglihatan mata manusia mengenai faktor serat kayu

berbeda. Untuk mempermudah dalam penggolongan suatu jenis kayu dibutuhkan suatu teknologi untuk menganalisa serat kayu ke dalam kelas-kelas tertentu.

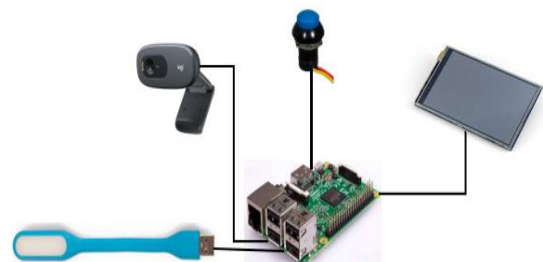
Maka dalam penelitian ini dirancang alat identifikasi jenis kayu berbasis *image processing*. *Image processing* adalah suatu bentuk pengolahan atau pemrosesan data dengan input berupa gambar dan ditransformasikan menjadi gambar lain sebagai keluarannya dengan teknik tertentu. Data tersebut diolah menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). *K-Nearest Neighbor* merupakan salah satu metode yang menggunakan klasifikasi untuk melakukan prediksi terhadap data baru. Klasifikasi tersebut dilakukan terhadap suatu objek atau data berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Objek data baru inilah yang dinamakan titik *query*. Jadi intinya, metode ini mencari kasus dengan menghitung kedekatan antara kasus baru dengan kasus lama atau lebih tepatnya klasifikasi tetangga karena kalau kita lihat dari nama algoritmanya sendiri adalah *Nearest Neighbor* atau tetangga terdekat [1]. [2]

Penelitian ini mempermudah manusia dalam proses pemilihan 8 jenis kayu yaitu kayu glugu, jati, kamper, kruing, meranti, nangka, randu, dan sengon. Diharapkan dengan adanya alat ini dapat meminimalisir adanya kesalahan dalam pemilihan jenis kayu berdasarkan citra yang dilihat.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

Dalam perancangan alat identifikasi jenis kayu berbasis *image processing* dengan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). *Image processing* digunakan untuk memproses data yang berupa gambar yang kemudian diolah dan dianalisa menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Hasil dari perhitungan tersebut digunakan untuk memprediksi jenis kayu.



Gambar 1. Perancangan *Hardware*.

Pada sistem perancangan *hardware*, komponen-komponen yang menyusun diantaranya adalah:

1. *Push Button*  
*Push button* berfungsi untuk meng-*capture* gambar.
2. Lampu *Portable LED USB*  
 Lampu *Portable LED USB* berfungsi untuk pencahayaan dalam box agar serat kayu ketika dideteksi dapat terlihat.
3. *Raspberry Pi 3B*  
*Raspberry Pi* berfungsi untuk menggantikan peran dari sebuah laptop. *Raspberry Pi* menjalankan program dari aplikasi *python*. *Raspberry Pi* sendiri membutuhkan sumber tegangan 5 V dari sebuah adaptor.
4. LCD 3.5 Inch TFT Touch Screen  
 LCD digunakan untuk menginformasikan bagaimana klasifikasi atau penentuan jenis kayu pada saat itu. LCD akan menampilkan gambar dan *text* jenis kayu yaitu kayu glugu, jati, kamper, kruing, meranti, nangka, randu, dan sengo.

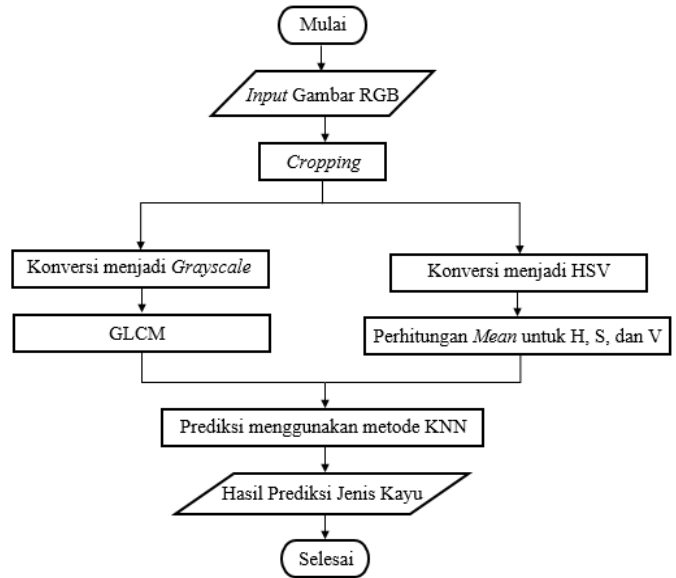


Gambar 2. Perancangan *Software*

Pada sistem perancangan *software*, *software* yang digunakan diantaranya adalah:

1. *Python*  
*Python* ialah *software* yang biasa digunakan untuk programming tentang *image processing*. *Python* ini sering digunakan karena cara mengolah dan menjalankan sebuah program cukup mudah karena *library* telah disediakan oleh *OpenCV*. *Software* ini menggunakan bahasa *python* sendiri dimana bahasa pemrograman ini lebih mudah daripada bahasa pemrograman C atau C++.
2. *VNC Viewer*  
*Virtual Network Computing (VNC)* ialah *software remote-control* yang memungkinkan untuk mengontrol komputer lain melalui koneksi *network*. *VNC* adalah platform *independent* dan *kompatible* dengan *operating system* apapun. Komputer harus berada di jaringan *TCP/IP* dan memiliki port yang terbuka untuk *traffic* dari *IP address* suatu alat yang akan mengontrol.

Langkah – langkah untuk mengidentifikasi jenis kayu dapat dilihat pada gambar 3. Yang pertama dilakukan adalah masukkan kayu ke dalam box. Kemudian *capture* gambar kayu dengan menekan *push button*. Setelah itu, hasil *capture* gambar di konversi menjadi dua fitur yaitu *HSV* dan *GLCM*. Lalu nilai dari metode *KNN* akan diperoleh dan hasilnya akan keluar, yakni prediksi jenis kayu.



Gambar 3. Flowchart Prediksi *K-Nearest Neighbor*

Gambar 3. Menunjukkan alur untuk mendapatkan hasil dari prediksi jenis kayu dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.

Setelah dilakukan proses input gambar, maka langkah selanjutnya adalah *cropping* gambar dengan ukuran *pixel* 100×100. Kemudian gambar tersebut dikonversi menjadi dua gambar yaitu *grayscale* dan *HSV*. Gambar *grayscale* digunakan untuk mencari fitur pada metode *GLCM*. Sedangkan gambar *HSV* digunakan untuk mencari suatu perhitungan *mean H, S, dan V*. Setelah nilai dari fitur *GLCM* dan *mean HSV* diperoleh, maka nilai tersebut akan diolah menggunakan metode *KNN*. Lalu nilai dari metode *KNN* akan diperoleh dan hasilnya akan keluar, yakni prediksi jenis kayu.

Pada penelitian ini terdapat beberapa metode yang digunakan, antara lain sebagai berikut:

1. *HSV*

Model warna *HSV* mendefinisikan warna dalam kategori *Hue, Saturation* dan *Value*. Definisi untuk *Hue* adalah perbedaan sebuah warna dasar. *Saturation* adalah intensitas terhadap warna. Sedangkan untuk *Value* memiliki arti kecerahan dari warna yang ada variasi dengan warna *saturation*[3].[4][5]

Untuk mendapatkan nilai rata – rata *HSV* pada penelitian ini diawali dengan menggunakan objek hasil *capture* dari kamera *Logitech C270*. Ukuran *pixel* dari gambar hasil *capture* kamera tersebut adalah 100×100. Untuk mencari nilai rata – rata *HSV* dari sebuah gambar yaitu dengan menjumlahkan seluruh nilai *pixel* nya lalu dibagi luas *pixel* nya. Dapat dituliskan dengan rumus berikut ini :

$$Mean H = \frac{\sum H}{jumlah\ pixel} \tag{1}$$



$$\text{Mean } S = \frac{\sum S}{\text{jumlah pixel}} \quad (2)$$

$$\text{Mean } V = \frac{\sum V}{\text{jumlah pixel}} \quad (3)$$

2. *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*

GLCM adalah matrik ko-okurensi yang dibentuk dari suatu citra dengan melihat pada piksel-piksel yang berpasangan yang memiliki intensitas tingkat keabuan tertentu. Di dalam GLCM terdiri atas empat sudut komputasi, yaitu 0°, 45°, 90°, dan 135°.

GLCM memiliki 6 fitur yang digunakan untuk mengekstrak serat, yaitu ASM (energi), entropi, kontras, homogenitas, dan korelasi[6].

- ASM (energi)

*Fitur Angular Second Moment (ASM)* atau biasa kita sebut energi berfungsi untuk mengukur homogenitas gambar melalui jumlah kuadrat elemen gambar pada matrik kookurensi.

$$\text{Energi} = \sum_{i,j} p(i,j)^2 \quad (4)$$

Berdasarkan persamaan diatas, dimana

$i$  = baris

$j$  = kolom

$P_{ij}$  = peluang keabuan baris ke- $i$ , kolom ke- $j$

- Entropi

Entropi semakin tidak seragam piksel-pikselnya, maka entropinya akan semakin kecil. Semakin besar nilai entropinya, maka gambar tersebut semakin seragam.

$$\text{Entropi} = - \sum_i \sum_j p(i,j) \cdot \log p(i,j) \quad (5)$$

- Kontras

Kontras adalah perbedaan intensitas antara piksel satu dan piksel yang berdekatan. Akan bernilai nol untuk gambar yang konstan.

$$\text{Kontras} = \sum_{i,j} |i - j|^2 p(i,j) \quad (6)$$

- Homogenitas

Nilai homogenitas GLCM menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen memiliki *homogeneity* yang besar.

$$\text{Homogenitas} = \sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1 + |i - j|} \quad (7)$$

- Korelasi

Korelasi adalah ketergantungan linier antara piksel pada posisi tertentu terhadap piksel lain. Nilai yang lebih tinggi diperoleh pada daerah *gray-level* yang sama[7].

$$\text{Korelasi} = \sum_{i,j} \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j) p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (8)$$

3. *K-Nearest Neighbor (KNN)*

*K-Nearest Neighbor* adalah pendekatan untuk mencari kasus dengan menghitung kedekatan antara kasus baru dan kasus lama, yaitu setiap contoh baru dapat diklasifikasikan oleh suara mayoritas dari  $k$  tetangga, di mana  $k$  adalah bilangan bulat positif, dan biasanya dengan jumlah kecil. Klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Rumus dari KNN sendiri, yakni  $D$  atau jarak dari skalar  $a$  ke  $b$  atau dari data lama ke baru sama dengan akar dari jumlah keseluruhan selisih antara data lama dengan data baru lalu dikuadratkan[8].

$$D(a,b) = \sqrt{\sum_{k=1}^d (a_k - b_k)^2} \quad (9)$$

Berikut adalah langkah-langkah untuk menghitung algoritma *K-Nearest Neighbor*.

1. Menentukan nilai  $k$  (jumlah tetangga paling dekat).
2. Menghitung jarak sesuai dengan rumus *euclidean*. Jadi masing-masing data dihitung jaraknya antara data lama dengan data baru. Hasil perhitungan jarak tersebut kemudian diurutkan dari kecil ke besar.
3. Mengumpulkan kategori  $Y$  (Klasifikasi *Nearest Neighbor*).
4. Dengan menggunakan kategori *nearest neighbor* yang paling mayoritas, maka dapat dipredisikan nilai jarak *euclidean* yang telah dihitung[9].



Gambar 4. Alat Identifikasi Jenis Kayu Tampak Depan

Pembuatan alat identifikasi jenis kayu pada penelitian ini menggunakan bahan berwujud dasar kayu yang dicat warna hitam dengan tinggi keseluruhan 55 cm. Desain alat dibuat tertutup agar tidak ada cahaya yang masuk dari luar. Jika cahaya masuk, maka akan bisa mengubah pandangan kamera untuk melakukan suatu proses pengambilan gambar pada kayu.



Gambar 5. Kotak Bagian Bawah Alat Identifikasi Jenis Kayu

Untuk jarak kamera ke permukaan kayu  $\pm 12 \text{ cm} - 15 \text{ cm}$ , karena kalau terlalu dekat jarak kamera ke permukaan kayu jadi tidak fokus dan serat pada kayu tidak begitu terlihat. Sebaliknya, jika jarak kamera ke permukaan kayu terlalu jauh, maka proses *crop* pada gambar kayu tidak pas terhadap lebar balok kayu. Untuk proses pengambilan gambar kayu diperlukan cahaya yang cukup untuk menerangi kotak bagian bawah agar serat kayu dapat terlihat sehingga dalam hal ini dibutuhkan satu lampu LED USB.



Gambar 6. Kotak Bagian Atas Alat Identifikasi Jenis Kayu

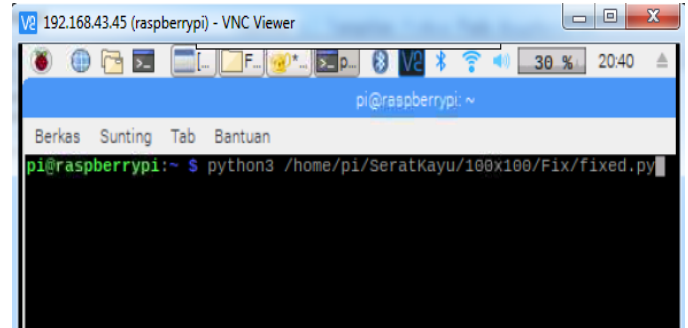
Pada sebuah kotak yang berada dibagian atas berfungsi untuk meletakkan beberapa komponen diantaranya kamera Logitech C270, LCD 3.5 inch TFT dengan *Raspberry Pi*, *push button*, Adaptor, dan lampu LED USB. Di dalam kotak juga terdapat lubang untuk peletakkan kamera dan lampu LED USB serta ada atap penutup supaya tidak ada celah untuk cahaya yang masuk dari luar.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN



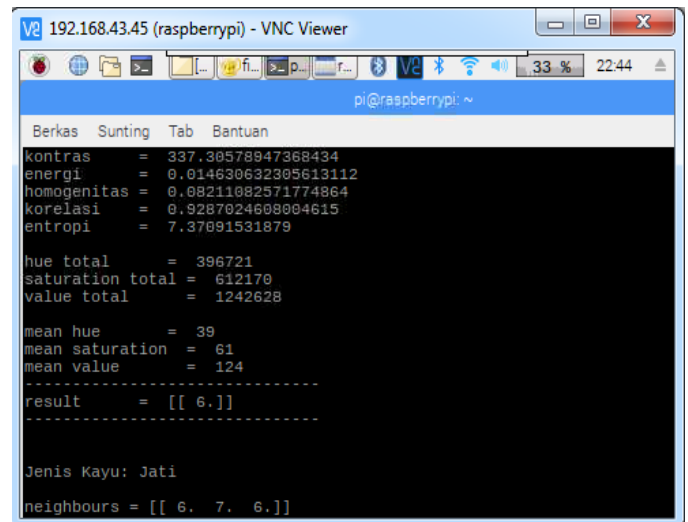
Gambar 7. Tampilan *Raspberry Pi* menggunakan software VNC Viewer

*Software python* pada penelitian ini berfungsi untuk menjalankan program yang di dalamnya terdapat metode HSV, GLCM, dan KNN. *Software* ini dijalankan oleh *Raspberry Pi 3 B*. Untuk melihat dan melakukan pemrograman dilakukan menggunakan *software VNC viewer*. Tampilan *Raspberry Pi* pada VNC viewer dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 8. Terminal *Raspberry Pi* untuk menjalankan Program Python

Untuk menjalankan sebuah program *python* pada *Raspberry Pi*, dapat dilakukan atau dijalankan melalui terminal pada *Raspberry Pi*. Hal pertama yang dilakukan adalah membuka folder yang terdapat program *python* yang akan dijalankan. Yang selanjutnya menjalankan program pada folder tersebut. Tampilan terminal pada *Raspberry Pi* untuk menjalankan sebuah program *python* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 9. Terminal *Raspberry Pi* ketika Program Python Berjalan

Setelah langkah pada Gambar 8 program *python* akan berjalan dan melakukan proses *capture* gambar yang dilakukan oleh kamera web C270 yang telah dihubungkan dengan *Raspberry Pi*. Sebelum meng-*capture* gambar, maka terlebih dahulu tekan *push button* untuk *capture* gambar. Selanjutnya Setelah dilakukan *capture* oleh kamera, maka

program pada *python* selanjutnya akan berjalan yaitu menjalankan fungsi *mean*. Fungsi *mean* yaitu mencari nilai rata – rata HSV pada sebuah gambar. Setelah mendapatkan nilai rata – rata HSV selanjutnya angka diproses dan dimasukkan ke dalam metode GLCM dan KNN. Pada terminal *Raspberry Pi* akan ditampilkan angka hasil fitur metode GLCM yang terdiri dari nilai kontras, energi, homogenitas, korelasi, dan entropi. Setelah itu akan menampilkan nilai dari metode KNN dan hasil klasifikasi jenis kayu. Terminal yang menampilkan program berjalan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 10. *Cropping* Menggunakan Kamera Logitech C270

Pada pengambilan sebuah gambar oleh kamera web Logitech C270, dilakukan sebuah *cropping* dengan ukuran 100 100 *pixel*. Dari hasil *cropping* gambar itulah yang digunakan untuk mencari nilai HSV, fitur GLCM, dan KNN. Gambar 10 merupakan tampilan untuk mengambil foto kayu yang akan dikenali atau diidentifikasi.



Gambar 11. Hasil *Capture* Kayu

Gambar 11 merupakan tampilan hasil dari identifikasi jenis kayu yang sudah melalui proses ekstraksi yang meliputi HSV, GLCM, dan KNN.

Pada pengujian sistem, data yang digunakan sebagai data *training* berjumlah 110 data dengan perincian 10 data kayu jenis *angka*, 10 jenis *randu*, 10 jenis *sengon*, 10 jenis *kamper*, 10 jenis *keruing*, 10 jenis *glugu*, 10 jenis *meranti*, 10 jenis *jati*, dan 30 bukan kayu. Data *testing* berjumlah 45 dengan perincian 5 data kayu jenis *angka*, 5 jenis *randu*, 5 jenis *sengon*, 5 jenis *kamper*, 5 jenis *keruing*, 5 jenis *glugu*, 5 jenis *meranti*, 5 jenis *jati*, dan bukan kayu.

1. Percobaan 1

Pada percobaan 1, pengujian dilakukan dengan parameter K bernilai 3. Rata – rata akurasi pada percobaan 1 yaitu 89%. Detail hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Percobaan 1

No	Jenis Kayu	Sesuai	Tidak Sesuai	Akurasi
1	Glugu	5	0	100%
2	Jati	5	0	100%
3	Kamper	4	1	80%
4	Kruing	4	1	80%
5	Meranti	5	0	100%
6	Nangka	4	1	80%
7	Randu	4	1	80%
8	Sengon	4	1	80%
9	Bukan Kayu	5	0	100%

2. Percobaan 2

Pada percobaan 2, pengujian dilakukan dengan parameter K bernilai 5. Rata – rata akurasi pada percobaan 2 yaitu 89%. Detail hasil uji coba dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Percobaan 2

No	Jenis Kayu	Sesuai	Tidak Sesuai	Akurasi
1	Glugu	5	0	100%
2	Jati	5	0	100%
3	Kamper	4	1	80%
4	Kruing	4	1	80%
5	Meranti	5	0	100%
6	Nangka	3	2	60%
7	Randu	4	1	80%
8	Sengon	5	0	100%
9	Bukan Kayu	5	0	100%

3. Percobaan 3

Pada percobaan 3, pengujian dilakukan dengan parameter K bernilai 7. Rata – rata akurasi pada percobaan 3 yaitu 71%. Detail hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Percobaan 3

No	Jenis Kayu	Sesuai	Tidak Sesuai	Akurasi
1	Glugu	5	0	100%
2	Jati	5	0	100%
3	Kamper	4	1	80%
4	Kruing	2	3	40%
5	Meranti	2	3	40%
6	Nangka	3	2	60%
7	Randu	3	2	60%
8	Sengon	3	2	60%
9	Bukan Kayu	5	0	100%

4. Percobaan 4

Pada percobaan 4, pengujian dilakukan dengan parameter K bernilai 9. Rata – rata akurasi pada percobaan 4 yaitu 96%. Detail hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Percobaan 4

No	Jenis Kayu	Sesuai	Tidak Sesuai	Akurasi
1	Glugu	5	0	100%
2	Jati	5	0	100%
3	Kamper	5	0	100%
4	Kruing	4	1	80%
5	Meranti	5	0	100%
6	Nangka	4	1	80%
7	Randu	4	1	80%
8	Sengon	5	0	100%
9	Bukan Kayu	5	0	100%

Dari hasil pengujian seluruh percobaan didapatkan akurasi maksimal ialah 96% dengan menggunakan nilai K 9, sedangkan akurasi minimum 71% dengan menggunakan nilai K 7. Rata-rata akurasi dari seluruh percobaan, yakni 86% seperti pada tabel 5. Semakin besar nilai K akurasi semakin tinggi, sehingga nilai K berpengaruh pada akurasi. Untuk mendapat akurasi yang optimal disarankan menggunakan nilai K 9.

Tabel 5. Rekap Hasil Pengujian Seluruh Parameter

No	Uji Coba	Akurasi
1	Percobaan 1	89%
2	Percobaan 2	89%
3	Percobaan 3	71%
4	Percobaan 4	96%
Rata - Rata		86%

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian identifikasi jenis kayu, maka dapat disimpulkan bahwa penentuan nilai k sangat menentukan tingkat keberhasilan identifikasi jenis kayu. Akurasi maksimal sebesar 96% dengan menggunakan nilai k 9. Sedangkan akurasi minimumnya ialah 71% dengan menggunakan nilai k 7. Rata – rata akurasi dari seluruh parameter pengujian adalah 86%. Kegagalan deteksi dipengaruhi oleh karakteristik serat dan warna kayu yang hampir sama. Kemungkinan faktor lain juga berpengaruh seperti efek pencahayaan dalam box yang kurang optimal sehingga hasilnya tidak optimal. Nilai dari pemrosesan di

metode KNN didapatkan dengan mengetahui nilai mean HSV dan juga nilai dari beberapa fitur ciri metode GLCM.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Liantoni, “Klasifikasi Daun Dengan Perbaikan Fitur Citra Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor,” *ULTIMATICS*, vol. 7, no. 2, pp. 98–104, 2016.
- [2] R. V. Nahari *et al.*, “Cow Weight Estimation Using Local Adaptive Thresholding Method And Connected Component Labelling,” 2018.
- [3] I. Mudzaki, R. Alfita, and M. Ulum, “Rancang Bangun Smart Urinoir Untuk Mendeteksi Status Dehidrasi Berbasis Image Processing dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron,” *JEECOM*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [4] R. V. Nahari, S. S. Putro, N. Setiawan, and R. Alfita, “Detecting Text in the Scene Text Image Using Fast Fourier Transform,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1569, no. 3.
- [5] R. V. Nahari and R. Alfita, “Identification of Chlorophyll-A Distribution Using Landsat 8 in Madura,” *Adv. Sci. Lett.*, vol. 23, no. 12, pp. 12333–12335, 2018.
- [6] S. Santosa, Martono, M. B. Utomo, and B. S. Budi, “Seleksi Arah Sudut Komputasi dan Fitur GLCM pada Ekstraksi Citra Kayu Jati, Mahoni, Mindi, dan Sengon,” *J. Wahana Tek. Sipil*, vol. 23, no. 2, pp. 77–87, 2018.
- [7] D. P. Pamungkas, “Ekstraksi Citra menggunakan Metode GLCM dan KNN untuk Identifikasi Jenis Anggrek ( Orchidaceae ),” *INNOVATICS*, vol. 1, no. 2, pp. 51–56, 2019.
- [8] S. Saadoon Jasim and A. Adel Mahmood, “A Comparison Between SVM and K-NN for Classification of Plant Diseases,” *Diyala J. Pure Sci.*, vol. 14, no. 2, pp. 94–105, 2018.
- [9] D. N. Dani Syahid, Jumadi, “Klasifikasi Daun Philodendron Menggunakan Metode K-Nearest Neighbour (KNN) Berdasarkan Nilai Hue , Saturation , Value (HSV),” *JOIN*, vol. 1, no. 1, pp. 20–23, 2016.

# Perancangan Dan Pengembangan *Trainer Air Conditioner* Jenis *Split* Untuk Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura

<sup>1</sup>Indra Dwi Setiawan, <sup>2</sup>Achmad Ubaidillah, <sup>3</sup>Riza Alfita

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura

<sup>1</sup>indrasemetiawan@gmail.com, <sup>2</sup>ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id, <sup>3</sup>riza.alfita@trunojoyo.ac.id

**Abstract** – *The very rapid development of science in the field of technology requires each individual to participate in all aspects including education on modern technology such as air conditioning. Based on these problems, the researcher plans to design an AC trainer that is accompanied by a module. This thesis research aims to develop and provide training for electrical engineering students. So that students know how to install, operate, maintain, solve problems and also the level of capacity for cooling load requirements that are suitable for use in a room with a predetermined calculation formula. From the research on the design and development of the split type air condenser trainer for the electrical engineering study program laboratory, Trunojoyo Madura University, the calculation results are that the current is 1.6 A, the voltage is 220-240 V and the power is 390 W. 1.6 A, a voltage of 213 V, and a power of 340.9 W. From the results obtained between calculations and measurements, it is found that the difference in voltage is 27 V so that it affects the power value. this is caused by the voltage that often changes, because the load at night is more so that the voltage drops.*

**Keywords:** *Air Conditioner, Technology, AC Trainer, split, Module*

**Abstrak**— Perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknologi yang sangat pesat mengharuskan setiap individu untuk ikut serta dalam segala aspek tidak terkecuali pendidikan mengenai teknologi modern seperti halnya AC (*Air Conditioner*). Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti berencana merancang AC *trainer* yang di sertai dengan modul. Penelitian skripsi ini bertujuan untuk mengembangkan dan memberi pelatihan pada mahasiswa teknik elektro. Sehingga mahasiswa mengetahui cara pemasangan, mengoperasikan, perawatan, mengatasi permasalahan dan juga tingkat kapasitas kebutuhan beban pendingin yang sesuai untuk digunakan pada sebuah ruangan dengan rumus hitungan yang telah di tetapkan. Dari penelitian perancangan dan pengembangan *trainer air conditioer* jenis *split* untuk laboratorium prodi Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura didapatkan hasil perhitungan yaitu arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 220-240 V dan daya sebesar 390 W. Pada hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 213 V, dan daya sebesar 340,9 W. Dari hasil yang didapat antara perhitungan dan pengukuran didapatkan selisih tegangan sebesar 27 V sehingga mempengaruhi nilai daya. hal ini disebabkan oleh tegangan yang sering berubah, karena beban pada malam hari lebih banyak sehingga tegangan turun.

**Kata Kunci:** *Air Conditioner, Teknologi, AC Trainer, split, Modul*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknologi yang sangat pesat mengharuskan setiap individu untuk ikut serta dalam segala aspek tidak terkecuali pendidikan mengenai teknologi. Untuk itu upaya untuk meningkatkan sumber daya manusia supaya mampu mengikuti perkembangan serta kemajuan teknologi tersebut adalah dengan cara meningkatkan kualitas pada proses pembelajaran serta ketersediaan media pembelajaran tersebut. Salah satunya adalah alat pelatihan mesin pendingin ruangan yang bervariasi untuk menyesuaikan kebutuhan yang di inginkan[1]. Mesin pendingin ruangan bisa mendinginkan sebuah ruangan karena ada proses perpindahan panas, yaitu dari suhu panas ruangan sebelumnya akan diserap oleh kondensor[2]. Setelah itu terjadilah proses penguapan, penguapan terjadi ketika zat panas diserap oleh panas yang ada disekitar zat yang menguap sehingga zat yang menguap akan kehilangan panasnya. Berdasarkan hal tersebut, salah satu upaya dalam meningkatkan sumber daya manusia tersebut diracangkah sebuah media pembelajaran berupa *air conditioner trainer*.

Media pembelajaran juga berperan dari pembawa informasi kepada yang menerima informasi agar memicu pikiran, perhatian, perasaan, serta minat sehingga terjadi proses kegiatan belajar. Penggunaan media pembelajaran dapat membantu dalam menyampaikan informasi berupa materi yang diajarkan serta mempermudah proses belajar karena dapat memahami materi dengan menggunakan media[3][4][5].

Penggunaan media pembelajaran dalam kegiatan belajar mengajar dan membantu dalam menyampaikan materi yang diajarkan sementara itu mahasiswa terbantu karena dapat memahami materi dengan mudah mulai dari pemasangan, perbaikan dan perawatan air conditioner[6].

Pentingnya efisiensi daya listrik yang digunakan AC terhadap suatu ruangan[7]. Maka memberikan tuntutan untuk membuat perhitungan dan pengujian di setiap jenis AC split yang akan di gunakan[8]. Agar tidak terjadi keborosan ataupun tidak mendinginkan suatu ruangan jika ukuran AC tidak tepat[9].

Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti berencana merancang AC *trainer* sebagai modul praktikum atau media pembelajaran dengan judul “PERANCANGAN PENGEMBANGAN *TRAINER AIR CONDITIONER* JENIS *SPLIT* UNTUK LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA”.

## II. METODE PENELITIAN

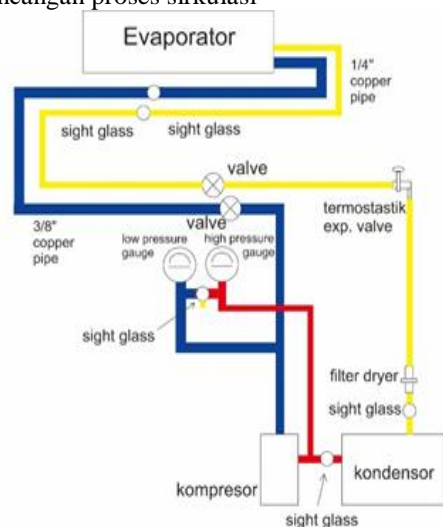
Dalam perancangan menjelaskan bahwa pengerjaan penelitian dimulai dari proses persiapan dimana proses tersebut mencari data lapangan secara langsung dan mengumpulkan data melalui studi literatur. Proses yang kedua yaitu perancangan sistem yang mencakup perancangan kebutuhan sistem. Selanjutnya pembuatan sistem yang akan meliputi pembuatan alat. Setelah alat dibuat selanjutnya akan diujicoba dan setelah itu dianalisa untuk mendapatkan kesimpulan..

### A. Desain trainer

Proses sirkulasi pendinginan serta desain sistem.

Sebagai berikut.

#### 1. Perancangan proses sirkulasi



Gambar 1. Perancangan modul refrigerator

Pada saat kompresor dihidupkan, *refrigerant* akan terpompa masuk ke dalam kondensor (proses pengembunan *refrigerant*), pipa kondensor yang panjang ini dibentuk berkeluk-keluk sejajar agar tidak memakan banyak tempat. Jajaran ini pada kedua ujungnya diperkuat pada jari-jari besi yang kecil-kecil. Adapun fungsi dari kondensor ini ialah untuk menurunkan suhu dari gas yang mengalir dalam pipa-pipa kondensor ini berfungsi mengubah gas (*refrigerant* yang telah mengalami penguapan oleh *evaporator*), menjadi wujud cair pada titik embunnya[10].

Dari kondensor *refrigerant* masuk ke dalam *filter drayer* terus ke pipa kapiler. Pada pipa kapiler ini, *refrigerant* masih mempunyai suhu dan tekanan yang tinggi dalam wujud gas karena hasil kerja dari kompresor.

Karena gas ini harus melewati lubang yang sempit dari pipa kapiler (dalam hal ini adalah *thermostatic*) maka hal ini merupakan pengendali bagi beredarnya gas tersebut, akibatnya tekanan gas dalam kondensor naik. Dengan naiknya tekanan ini dan juga oleh pendinginnya dari luar maka gas dalam kondensor akan berubah menjadi cair. *Refrigerant* cair ini akhirnya mengalir lewat *filter drayer* dan pipa kapiler masuk ke dalam evaporator

(pipa penguapan). Sebelum masuk menuju evaporator terlebih dahulu dapat dilihat alirannya melalui sight glass.

Evaporator memiliki diameter pipa yang lebih besar daripada diameter pipa kapiler dari tekanan dalam kondensor. Akibatnya cairan dari *refrigerant* akan menguap. Dari penguapan ini diambil/diserap panas dari sekitar pipa *evaporator* sehingga terjadi pendinginan[11]. Maksud dari *evaporator* di bengkokkan agar tidak memakan tempat.

*Refrigerant* yang telah melewati pipa evaporator seluruhnya berubah menjadi gas dan gas ini akan dihisap oleh kompresor melalui pipa hisap. *Refrigerant* yang dihisap dipompakan lagi oleh kompresor sehingga menjadi gas dengan suhu tinggi. Demikian proses terus berulang-ulang selama kompresor beroperasi.

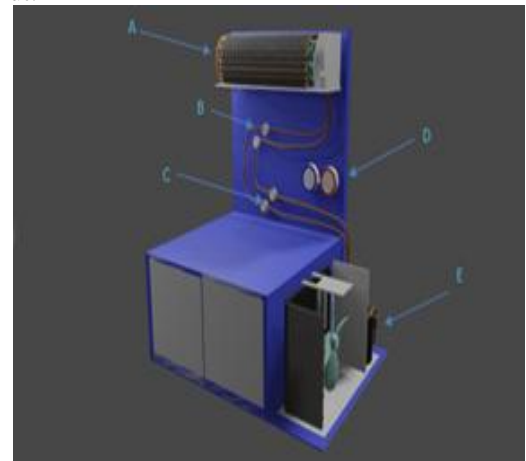
Pada pengoperasian *thermostatic* arah aliran *refrigerant* menuju pipa kapiler gunanya untuk menurunkan tekanan dan mengatur jumlah cairan *refrigerant* yang mengalir. Setelah aliran *refrigerant* melalui akumulator menuju *sight glass* kemudian menuju kompresor selanjutnya proses mengulang kembali terus menerus.

Sebagai pengendali aliran digunakan *valve* untuk pengaturannya, untuk mengetahui tekanan hisap (tekanan rendah) dan tekanan kompresi (tekanan tinggi) dapat diamati melalui *pressure gauge*.

Konsep sistem ini terdiri dari gambaran umum dimana menjelaskan tentang alur system aliran *refrigerant* pada AC trainer.

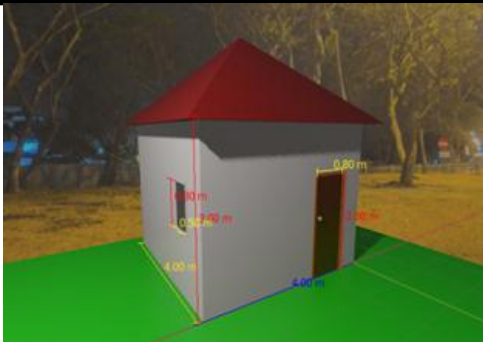
#### 2. Desain sistem

Desain dari basic AC trainer secara 3 dimensi sebagai berikut.



Gambar 2. Desain sistem

- a. Indoor unit tanpa case
  - b. Sight glass
  - c. Valve
  - d. Manifold gauge
  - e. Outdoor unit tanpa case
- B. Perancangan dan perhitungan ruangan
- Pada perancangan dan perhitungan ruangan membahas mengenai perhitungan suatu ruangan jika dirancang instalasi AC.
- a. Tinjauan ruangan
- Berikut gambar dari bangunan yang akan di hitung total beban kalor yang di dihasilkan.



Gambar 3. Skema bangunan

Data Ruangan seabgai berikut :

- Panjang ruangan = 4 m
- Lebar ruangan = 4 m
- Tinggi ruangan = 3 m
- Tebal dinding = 15 cm = 0,15 m
- Warna dinding = Cerah/putih
- Luas pintu = 2 m x 80 cm = 2 m x 0,8 m = 1,6 m<sup>2</sup>
- Luas jendela = 80 cm x 50 cm = 0,8 m x 0,5m = 0,4 m<sup>2</sup>
- Penerangan = 2 x 10 = 20 watt
- Peralatan listrik lain = 100 watt

b. Kondisi Udara

Kondisi udara berupa temperatur yang diinginkan (dalam ruangan) serta temperatur luar ruangan. Berikut tabelnya:

Tabel 1. Kondisi udara

Kondisi	Temperatur	Kelembapan Relatif
Dalam ruangan (Temperatur yang diinginkan)	20°C	50%
Luar Ruangan (Temperatur Luar Ruangan)	20°C	50%

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan beban pendinginan pada ruangan

Suatu ruangan memiliki karakteristik mulai dari suhu ruangan yang berbeda-beda, bahan bangunan dan volume ruangan yang bervariasi[12]. Sehingga sangat diperlukan untuk melakukan perhitungan kapasitas beban pendinginan. Pada penentuan kapasitas beban pendinginan ini dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Beban kalor sensibel dari luar ruangan

Beban kalor sensibel luar ruangan dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Q1 = A \times I \times Ftr \times Fsh \quad (1)$$

$$= 0,4 \times 430 \times 0,64 \times 0,76$$

$$= 83,66 \text{ Kcal/jam}$$

2. Beban transmisi kalor melalui jendela

Beban transmisi kalor yang melalui jendela dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q2 = A \times k \times \Delta t \quad (2)$$

$$= (0,4+1,6) \times 5,5 \times (30-20)$$

$$= 110 \text{ Kcal/jam}$$

3. Perolehan kalor akibat dari ventilasi dan infiltrasi udara

Kalor dari ventilasi dan infiltrasi udara dapat ditentukan dengan persamaan :

a. Ventilasi

Jumlah pergantian udara untuk ruangan satu jendela adalah 1, maka kebutuhan udara luar dapat ditentukan dengan:

$$Q = N \times V60 \quad (3)$$

$$= 1 \times 9060$$

$$= 1,5 \text{ 1/detik}$$

Maka kalor sensibel akibat ventilasi adalah

$$Q3 = 1,2 \times Q \times \Delta t \quad (4)$$

$$= 1,2 \times 1,5 \times 10$$

$$= 10 \text{ Kcal/jam}$$

Pada kalor laten akibat ventilasi ditentukan dengan ketentuan temperatur 30°C memiliki tekanan jenuh 4,241 kPa dan temperatur 20°C memiliki tekanan jenuh 2,337 kPa

$$w0 = 0,622 \times 4,241(101,3-4,241)$$

$$= 0,0436 \text{ Kg/Kg}$$

$$w1 = 0,622 \times 2,337(101,3-2,337)$$

$$= 0,0146 \text{ Kg/Kg}$$

Maka kalor laten akibat ventilasi adalah :

$$Q4 = 3000 \times Q \times (w0 - w1) \quad (5)$$

$$= 3000 \times 1,5 \times (0,0436-0,0146)$$

$$= 130,5 \text{ Kcal/jam}$$

b. Infiltrasi

Kalor laten akibat infiltrasi dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q5 = V \times N \times K \times \Delta k \quad (6)$$

$$= 48 \times 1 \times 597,3 \times 0,012$$

$$= 344,04 \text{ Kcal/jam}$$

4. Beban kalor melalui dinding

Dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q6 = A \times U \times (Te + Ta) \quad (7)$$

Dimana:

$$U = 1,61 \text{ Kcal/m}^2\text{jam}^\circ\text{C}$$

Temperatur ekuivalen radiasi matahari (Te) dengan persamaan:

$$Te = \epsilon_r \times Rso \times J \quad (8)$$

Temperatur ekuivalen temperatur atmosfer (Ta) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Ta = t0 - \Delta t2 - tr + k \Delta t2 \text{ Cos } 15 (\tau - \gamma - \Gamma) \quad (9)$$

$$= 30 - 202 - 20 + 0,75 \times 202 \text{ Cos } 15$$

$$(-4 - 2 - 3,5) = 5,63 \text{ }^\circ\text{C}$$

Maka:

$$Q6 = A \times U \times (Te + Ta)$$

$$Q6u = 10,4 \times 1,61 \times (1,48 + 5,63)$$

$$= 119,05 \text{ Kcal/jam}$$

$$Q6t = 11,6 \times 1,61 \times (10,75 + 5,63)$$

$$= 305,91 \text{ Kcal/jam}$$

$$Q6s = 12 \times 1,61 \times (5,4 + 5,63)$$

$$= 213,1 \text{ Kcal/jam}$$

$$Q6b = 12 \times 1,61 \times (1,48 + 5,63)$$

$$= 137,37 \text{ Kcal/jam}$$

Maka jumlah beban transmisi melalui dinding adalah:

$$Q6 = Q6u + Q6t + Q6s + Q6b \quad (10)$$

$$= 119,05 + 305,91 + 213,1 + 137,37$$

$$= 775,43 \text{ Kcal/jam}$$

5. Transmisi kalor melalui atap

Dapat ditentukan dengan persamaan:  

$$Q7 = A \times U \times (T_e + T_a)$$
 (11)  
 Maka:  

$$Q7 = 16 \times 2,90 \times (2,98 + 5,63) = 389,74 \text{ Kcal/jam}$$

6. Beban sensibel dari dalam ruangan  
 Beban kalor sensibel dari dalam ruangan terjadi karena transmisi kalor melalui lantai dan kalor sesibel dari penghuni ruangan.

a. Transmisi kalor melalui lantai  
 Dapat ditentukan dengan persamaan:  

$$Q8 = A \times U \times (T_o - T_r)$$
 (12)  

$$T_o - T_r = \text{Pada lantai mendekati Satu}$$
  
 Maka:  

$$Q8 = 16 \times 2,90 = 46,4 \text{ Kcal/jam}$$
 (13)

b. Kalor sensibel dari penghuni ruangan  
 Dapat ditentukan dengan persamaan :  

$$Q9 = M \times S \times f_k$$
 (14)  

$$= 2 \times 53 \times 0,95 = 100,7 \text{ Kcal/jam}$$

Sedangkan kalor laten dari penghuni ruangan ditentukan dengan persamaan:  

$$Q10 = M \times L \times f_k$$
 (15)  

$$= 2 \times 47 \times 0,95 = 89,3 \text{ Kcal/jam}$$

c. Beban kalor sensibel dari lampu penerangan  
 Dapat ditentukan dengan persamaan :  

$$Q11 = P \times F_u \times f_b \times CLF$$
 (16)  

$$= 20 \times 1 \times 1,2 \times 0,99 = 23,76 \text{ Kcal/jam}$$

d. Beban kalor sensibel dari peralatan listrik lain  
 Dapat ditentukan dengan persamaan:  

$$Q12 = P \times 0,806 \times f_p$$
 (17)  

$$= 100 \times 0,806 \times 1 = 80,6 \text{ Kcal/jam}$$

e. Tambahan kalor dari masuknya udar didinginkan  
 Dapat ditentukan dengan persamaan:  

$$Q13 = V0Vs \times K_s \times (t_0 - t_r)$$
 (18)  

$$= 18,20,91 \times 0,24 \times (30 - 20) = 48,32 \text{ Kcal/jam}$$

7. Beban kalor total  
 Beban kalor total dari perhitungan diatas dapat dijumlahkan dengan cara sebagai berikut ini:  

$$Q_{tot} = 2.234,45 \text{ Kcal/jam}$$

Tabel 2. Total beban pendinginan

No	Perhitungan beban pendinginan	Kalor sensibel Kcal/jam	Kalor laten Kcal/jam
A	Beban kalor dari luar ruangan		
1	Radiasai matahari melalui jendela	83,66	
2	Transmisi kalor melalui jendela	110	130,5
3	Perolehan		

	kalornakibat Ventilasi	10	
4	Infiltrasi	344,04	
5	Transmisi kalor melalui dinding	775,43	
	Transmisi kalor melalui atap	389,74	
B	Beban kalor dari dalam ruangan		
1	Transmisi kalor melalui lantai	48,4	
2	Kalor dari penghuni ruangan	100,7	89,3
3	Beban kalor lampu penerangan	23,76	
4	Beban kalor peralatan listrik lain	80,6	
5	Tambahan kalor oleh masuknya udara yang didinginkannya	48,32	
	Jumlah	2.014,65	219,8
	Total beban pendinginan	2.234,45	

Dengan demikian total beban kalor yang dihasilkan adalah 2.234,45Kcal/jam atau  $\frac{2234,45}{0,252} = 8.866 \text{ Btu/jam}$ .

Data acuan besaran ukuran Pk pada *air conditioner* sebagai berikut :

Tabel 3. Acuan besaran Pk

BTU/hr	PK
± 5.000	½
± 7.000	¾
± 9.000	1
± 12.000	1 ½
± 18.000	2

Maka jika ukuran AC tipe split yang ingin digunakan sesuai pada data bangunan di atas adalah yang bisa mencukupi bebannya, yaitu 1 Pk yang bisa mencapai ± 9.000 Btu/jam.

B. Percobaan Konsumsi Daya pada *Air Conditoner Trainer*

Pada percobaan konsumsi daya dilakukan percobaan selama satu hari dengan selisih waktu di setiap percobaan dua jam. Untuk data yang sudah kami ukur sebagai berikut :

Tabel 4. Konsumsi Daya

No.	Waktu	Arus	Tegangan	Daya
1.	06.00	1,6 A	215 V	344 W
2.	08.00	1,6 A	215 V	344 W
3.	10.00	1,6 A	215 V	344 W
4.	12.00	1,6 A	216 V	345,6 W
5.	14.00	1,6 A	216 V	345,6 W
6.	16.00	1,6 A	216 V	345,6 W
7.	18.00	1,6 A	210 V	336 W
8.	20.00	1,6 A	210 V	336 W
9.	22.00	1,6 A	211 V	337,6 W
10.	24.00	1,6 A	211 V	337,6 W
11.	02.00	1,6 A	211 V	337,6 W
12.	04.00	1,6 A	211 V	337,6 W
	<b>Rata-rata</b>	1,6 A	213 V	340,9 W



Pada tabel 4 menunjukkan konsumsi daya yang dihasilkan dari trainer AC. Untuk tegangan tiap percobaan ada perbedaan pada waktu tertentu. Di dapatkan hasil perhitungan pada data AC split  $\frac{1}{2}$  pk yaitu arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 240 V dan daya sebesar 390 W. Pada hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata arus sebesar 1,6 A, Tegangan sebesar 213 V, dan daya sebesar 340,9 W. Dari hasil yang didapat antara perhitungan dan pengukuran. Didapatkan selisih tegangan sebesar 27 V sehingga mempengaruhi nilai daya. hal ini disebabkan oleh tegangan yang sering berubah, karena beban pada malam hari lebih banyak sehingga tegangan turun.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, percobaan, pembuatan animasi serta anilisa sistem dari modul pendingin ruangan (AC) dapat diambil beberapa kesimpulan. Pada perancangan atau pemasangan air conditioner trainer pada ruangan hendaknya diperhitungkan dulu untuk pemasangan Ac agar tidak ada permasalahan dalam suhu ruangan antara dingin dan kurang dingin. Seperti contoh diatas jika menggunakan bangunan seperti dengan data diatas, yang memiliki kebutuhan 8.866 Btu/jam maka AC berukuran  $\frac{1}{2}$  pk tidak tepat karena hanya menghasilkan 5.000 Btu/jam jadi sebaiknya menggunakan 1 pk karena mencapai 9.000 Btu/jam yang sudah memenuhi kebutuhan ruangan tersebut.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Raj, A., & Soni, N. (2017). *Review of Design of Air Conditioning System for Commercial and Domestic Applications. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(7), 3124–3128. Retrieved from <https://irjet.net/archives/V4/i7/IRJET-V4I7628.pdf>
- [2] P. K. W. Silvia, “Analisis Variasi Tipe Kondensor Air Conditioner Terhadap Besar Peningkatan Suhu Yang Di Hasilkan” 294 Jurnal Pembelajaran Fisika, vol. 7, no.03, september(2018).
- [3] Usman, N. (2016). Pengembangan AC Trainer Sebagai Media Pembelajaran Sistem Instalasi Tata Udara Siswa Kelas XI SMK N 1 Magelang. E-Journal

Universitas Negeri Yogyakarta.

- [4] R. Alfita, R. V. Nahari, F. Teknik, and U. Trunojoyo, “Pengaruh pembelajaran cooperative script menggunakan media video tutorial berbasis opensource,” 2015.
- [5] U. N. Malang, “Seminar Nasional Teknologi Pendidikan UM, 2015 1,” Tantangan dan Peran Teknol. Pembelajaran dalam Transform. Pendidik. di Era Digit., p. 757, 2015.
- [6] Rahardjo, I. A. (2016). Pelatihan Perbaikan Dan Perawatan Air Conditioner (Ac). Sarwahita, 13(1), 24–26. <https://doi.org/10.21009/sarwahita.131.04>
- [7] Ferry, I. (2018). Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada AC Split Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan. Teknologi Pendingin Dan Tata Udara, 5, 33–40.
- [8] Mukhtia mirulhaq. (2016). perencanaan alat uji prestasi sistem pengkondisian udara (air conditioner) jenis split. *Jurnal Mahasiswa Teknik Upp*, 2(2), 1–10. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- [9] Fitriana, Saghifa “Analisis Menentukan Rekomendasi Penyejuk Udara Yang Tepat Menggunakan Metode Moora” ISSN : 2338 - 8161 Jurusan Sistem Informasi, STMIK Nusa Mandiri Jakarta : Vol.7, No.1 – 2019.
- [10] Poernomo, H., Teknik, J., Kapal, P., Perkapalan, P., & Surabaya, N. (2015). Analisis Karakteristik Unjuk Kerja Sistem Pendingin (Air Conditioning) Yang Menggunakan Freon R-22 Berdasarkan Pada Variasi Putaran Kipas Pendingin Kondensor. *Kapal*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.12777/kpl.12.1.1-8>
- [11] Bansal, V., & Mathur, J. (2018). Performance enhancement of earth air tunnel heat exchanger using evaporative cooling. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 4(3), 150–158. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctp017>
- [12] Yoon, M. S., Lim, J. H., Qahtani, T. S. M. A. L., & Nam, Y. (2018). Experimental study on comparison of energy consumption between constant and variable speed air-conditioners in two different climates. ACRA 2018 - 9th Asian Conference on Refrigeration and Air-Conditioning, (April)

# Penempatan Kapasitor Pada Saluran Transmisi Purwosari - Pakis Malang Dengan Metode Algoritma Genetika

Dimas Prihara Yopi Prasetya<sup>1</sup>, Nurhadi<sup>2</sup>, Ermanu Azizul Hakim<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang  
E-mail: harapras@gmail.com

**Abstract** - Various sectors have experienced various advances, namely from the industrial sector, education, health and even in a small scale, namely households. This progress makes the need for electricity to increase every year. PLN (State Electricity Company) as a provider of electricity services for consumers has an important role, namely the availability of electricity. The process of distributing electricity itself goes through three stages, namely generation, transmission and distribution. The transmission line has an important role, namely as a means of sending large amounts of electricity before it reaches the distributed to consumers. However, the process of sending power or transmission often experiences various kinds of problems, including power losses. In this study, research on the transmission line GI Purwosari – GI Pakis Malang was carried out by analyzing power losses and how to improve the voltage value using a capacitor. The genetic algorithm method is used to determine the optimum location for the capacitor placement. The result showed an increase in stress which was 0.328% from the initial stress.

**Keywords** — Optimization, Transmission, Voltage, Capacitors, Genetic Algorithms.

**Abstrak**—Berbagai macam sektor telah mengalami berbagai kemajuan yaitu mulai sektor industri, pendidikan, kesehatan dan bahkan dalam skala kecil yaitu rumah tangga. Kemajuan ini membuat kebutuhan akan listrik meningkat setiap tahunnya. PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai penyedia layanan listrik untuk konsumen memiliki peran penting yaitu tercukupinya ketersediaan listrik. Proses penyaluran listrik sendiri melalui tiga tahapan yaitu pembangkitan, transmisi dan distribusi. Pada saluran transmisi memiliki peran penting yaitu sebagai sarana pengiriman listrik dalam jumlah yang besar sebelum sampai ke jaringan distribusi dan di sebar luaskan ke konsumen. Namun pada proses pengiriman daya atau transmisi sering kali mengalami berbagai macam kendala diantara adalah kerugian daya. Pada penelitian ini yaitu penelitian pada saluran transmisi GI purwosari – GI Pakis Malang dilakukan dengan menganalisa kerugian daya dan cara memperbaiki nilai tegangan dengan menggunakan kapasitor. Metode algoritma genetika di gunakan untuk menentukan letak optimum pada penempatan kapasitor. Hasil penelitian menunjukkan sebuah kenaikan tegangan yaitu sebesar 0,328 % dari tegangan awal.

**Kata Kunci** — Optimasi, Transmisi, Tegangan, Kapasitor, Algoritma Genetika.

## I. PENDAHULUAN

Berbagai macam sektor telah mengalami berbagai macam kemajuan mulai dari sektor industri, Pendidikan, kesehatan, dan bahkan dalam skala kecil yaitu rumah tangga. Dari beberapa sektor tersebut rata-rata memerlukan listrik sebagai penopang kebutuhan. PLN (Perusahaan Listrik Negara) yaitu sebagai penyedia layanan listrik utama untuk kebutuhan listrik konsumen memiliki peran penting sebagai penyuplai dan pemenuhan daya listrik. Pada proses pengiriman listrik ke konsumen sendiri memiliki tiga tahapan diantaranya yaitu pembangkitan, transmisi dan distribusi. Namun seringkali pada saat pengiriman daya mengalami beberapa kendala diantara adalah rugi-rugi daya. Kerugian daya ini sangat berpengaruh pada penerimaan suplai listrik ke konsumen mengingat jumlah daya yang cukup besar pada proses transmisi maka di perlukan optimasi yang optimal agar kebutuhan listrik terpenuhi secara maksimal [1].

Pada proses transmisi, listrik dialirkan melalui sebuah kawat penghantar atau konduktor. Umumnya proses transmisi dilakukan dengan dua cara yaitu melalui saluran udara dan bawah tanah [1]. Jenis konduktor dan jenis tiang transmisi yang di gunakan juga akan mempengaruhi proses pengiriman daya listrik [2].

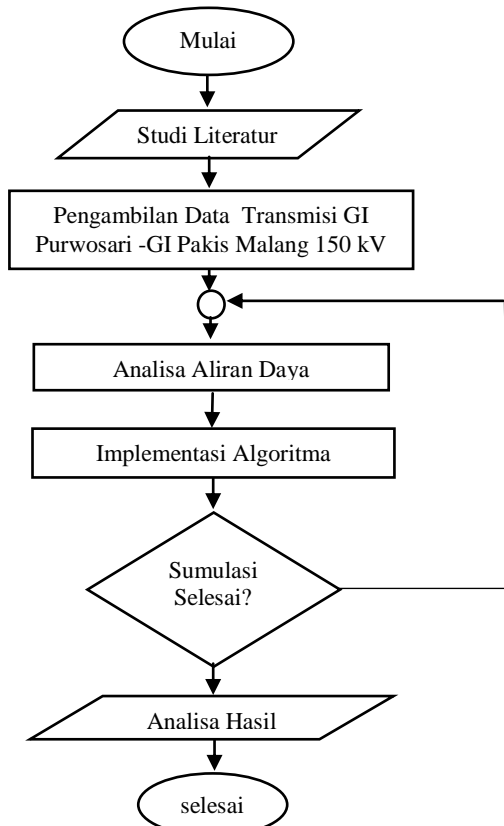
Kapasitor merupakan komponen listrik yang di gunakan untuk memperbaiki faktor daya. Namun penggunaan kapasitor sendiri tidak bisa di lakukan secara sembarangan karena mengingat akan mempengaruhi beberapa faktor diantaranya yaitu kontrol sistem, biaya dan batas tegangan, Maka di perlukan suatu metode untuk penempatan kapasitor yang optimal [3].

Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma optimasi yang terinspirasi dari teori evolusi. Metode algoritma genetika dapat di gunakan untuk masalah pemecahan berbagai macam solusi salah satunya adalah penempatan kapasitor untuk perbaikan tegangan [3].

Pada penelitian ini penulis meneliti tentang kerugian daya yang terjadi pada saluran transmisi gardu induk Purwosari – gardu induk Pakis Malang 150 kV dan perbaikan tegangan menggunakan kapasitor dengan metode algoritma genetika.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian kerugian daya di dilakukan di GI Purwosari – GI Pakis Malang dengan melakukan beberapa langkah – langkah. Untuk mempermudah dalam memahami proses penelitian maka di buat sebuah alir diagram penelitian Analisa kerugian daya dan perbaikan tegangan menggunakan kapasitor yang mana langkah-langkah tersebut di jelaskan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 1. penelitian di mulai dengan melakukan studi literatur yaitu serangkaian kegiatan pengumpulan data dimana untuk datanya di ambil secara langsung di Gardu Induk Pakis Malang 150 kV. Data – data yang diambil diantaranya adalah single line diagram, data konduktor, jenis tiang transmisi dan daya yang di terima. Berikutnya adalah melakukan analisa atau perhitungan pengolahan data yang menghasilkan nilai tahanan, induktansi, reaktansi dan impedansi saluran. Setelah itu yaitu penggunaan metode algoritma genetika sebagai penentu penempatan kapasitor yang optimal dan yang terakhir adalah Analisa hasil yaitu perbandingan sesudah dan sebelum pemasangan kapasitor pada saluran transmisi.

A. Saluran Transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang

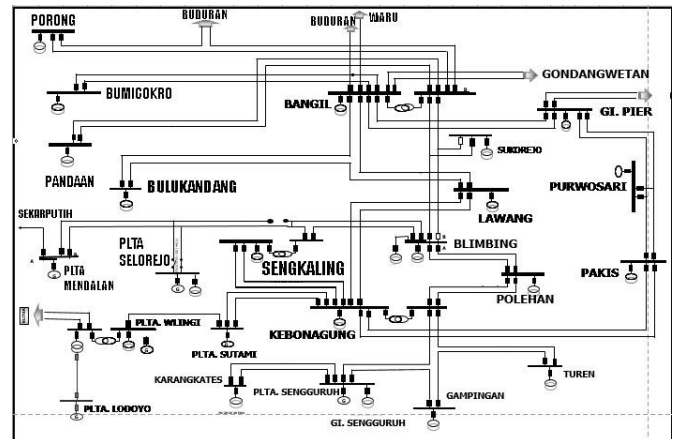
Dalam hal ini gardu induk pakis malang menerima daya dari gardu induk Purwosari yang mana daya tersebut sebagian

di salurkan ke gardu induk Kebon Agung Malang dan ke beberapa penyulang.

Tabel 1. Data Daya Yang Di Terima GI Pakis Malang

No	kV	I	MW
1	148,000	110	102,1

Gardu induk Pakis Malang menerima daya sebesar 148,000 dari gardu induk Purwosari Malang yang mana dapat di lihat pada tabel 1.



Gambar 2. Single Line Wilayah Kerja APP Malang

Pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT), gardu induk Pakis Malang terhubung oleh beberapa gardu induk di Malang raya diantaranya GI Bangil, GI Bumi Cokro, GI PIER, GI Bulukandang, GI Lawang, GI Sengkaling , Gi keon Agung, PLTA Sutami dan PLTA Wlingi dapat di lihat pada gambar 2.

Tabel 2. Data Teknis Saluran Transmisi Malang

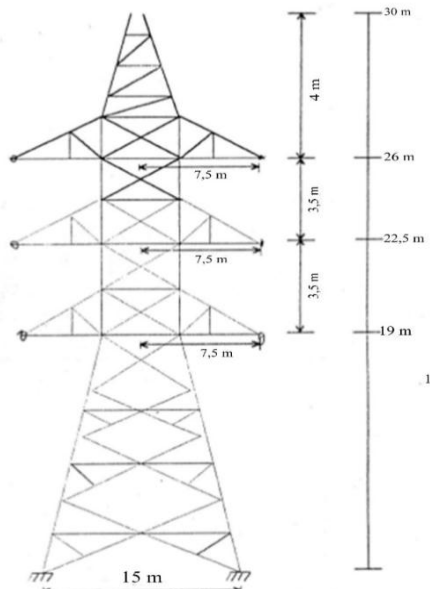
Gardu Induk	Jenis Penghantar	Panjang Saluran	Jarak Antar Tiang
GI Purwosari – GI Pakis	ACSR ZEBRA	15,000 km	±400 m
GI Kebon Agung – GI Pakis	ACSR ZEBRA	12,900 km	±400 m
GI Bangil – GI PIER	ACSR ZEBRA	5,150 km	±400 m

B. Tiang Transmisi

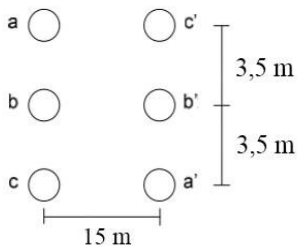
Pada saluran transmisi gardu induk purwosari – gardu induk pakis malang merupakan saluran transmisi jarak pendek yang mana memiliki Panjang saluran 15 kilometer. Pada saluran transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang menggunakan kawat penghantar atau konduktor berjenis ACSR Zebra dengan tiang jenis suspension. Untuk jenis tiang dapat dilihat pada gambar 3.

Pada gambar 3. Tiang Transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang berjenis saluran transmisi ganda dimana pada sisi

kanan A terdapat tiga buah konduktor (R,S,T) begitupula pada sisi sebelah kiri B terdapat tiga konduktor (R,S,T). Untuk mempermudah dalam perhitungan GMD dan GMR maka konfigurasi di bedakan tiap tiap konduktornya menjadi A = R, S, T menjadi A = a, b, c dan B = a', b', c' dan untuk gambar konfigurasi salurannya dapat di lihat pada gambar 4.



Gambar 3. Tiang Transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang



Gambar 4. Konfigurasi Saluran Transmisi GI Purwosari – GI pakis Malang

C. Studi Aliran Daya

Analisa aliran daya merupakan sebuah studi analisis yang bertujuan untuk mengukap kinerja pada suatu sistem tenaga listrik dan juga aliran daya pada keadaan tertentu saat sistem aktif atau bekerja [5]. Pada proses pengiriman daya analisa aliran daya dilakukan dengan menghitung nilai kerguan daya atau losses yang terjadi [6].

Pada penelitian ini studi aliaran daya bertujuan untuk mengetahui besarnya losses yang terjadi pada saluran transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang. Hasil paling utamanya yaitu untuk mengetahui rugi-rugi daya yang terjadi pada saat pengiriman daya.

Resistansi Merupakan sebuah nilai hambatan pada tegangan ataupun arus listrik pada suatu konduktor. untuk

menghitung nilai resistansi atau hambatan maka dapat dilakukan dengan rumus persamaan berikut.

$$R_{dc} = \rho \frac{l}{A} \tag{1}$$

Dimana untuk koduktor atau kawat yang dipilin dilakukan faktor koreksi 1,02 (yaitu faktor koreksi 2%) [7]. Dengan batas temperatur 10% sampai dengan 100% untuk kawat (Cu) dan Aluminium (Al) yang berlaku sebuah persamaan sebagai berikut.

$$R_{t_2} = R_{t_1} (1 + \alpha t_1 (t_2 - t_1)) \tag{2}$$

Jadi

$$\alpha t_1 = \frac{1}{t_0 + t_1} \tag{3}$$

Sehingga

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T_0 + t_2}{T_0 + t_1} \tag{4}$$

Induktansi merupakan sebuah medan magnet yang terjadi apabila konduktor di bebabni oleh tegangan atau arus listrik. Dimana untuk menghitung rekatnsi pada saluran GI Purwosari – GI Pakis Malang dapat di lakukan dengan menghitung nilai GMD dan GMR terlebih dahulu. Setelah nilai GMD dan GMR diketahui maka untuk menghitung impedansi saluran dapat di lakukan dengan menggunakan rumus persaaan berikut.

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{GMD}{GMR} \text{ [H/m]} \text{ perfasa} \tag{5}$$

Reaktansi merupakan sebuah perlawanan terhadap tegangan ataupun arus listrik saat di aliri listrik AC. Dimana untuk menghitung nilai reaktansi saluran dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$X_L = 2\pi f L \text{ [\Omega/km]} \tag{6}$$

Pada Saluran transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang menggunakan saluran jarak pendek sehingga untuk nilai XC pada saluran di abaikan. Dimana untuk Panjang saluran transmisi adalah untuk saluran jarak pendek yaitu kurang dari 80 km, saluran menengah 80 km sampai dengan 250 km dan saluran Panjang di atas 250 km.

Impedansi merupakan penjumlahan dari bilangan (real + imajiner) [8]. Dimana pada impedansi bilangan real'nya merupakan resitif karena sudutnya adalah 0 (nol) dan bilangan imajiner'nya adalah X tergantung apabila XL maka sudutnya 90° (Induktif) sedangkan apabila xj sifatnya adalah kapasitif yang sudutnya 270° atau - 90°.

D. Jatuh Tegangan

Pada saluran transmisi jatuh tegangan merupakan selisih antara ujung kirim (sending end) dengan ujung terima [8]. Jatuh beban atau regulasi tegangan (voltage regulation) dapat di nyatakan oleh persamaan.

$$\frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100 \quad (7)$$

Regulasi tegangan untuk jarak dekat hanya beberapa persen, sedangkan untuk jarak yang sedang dan jauh dapat mencapai 5-15% [7].

Pada suatu kondisi jatuh tegangan yaitu berdasarkan presentase didefinisikan sebagai presentase jatuh tegangan pada saluran dengan frekuensi tegangan pada posisi pengirim yang dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$(\Delta V)\% = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\% \quad (8)$$

Sehingga

$$(\Delta V)\% = \frac{S \times L (R \cos \theta + jX \sin \theta)}{V^2} \times 100\% \quad (9)$$

### E. Kapasitor

Kumpulan beberapa kapasitor yang di jadikan sebuah kesatuan merupakan pengertian dari kapasitor bank. Dimana untuk besar ukuran kapasitor dinyatakan dalam satuan dasar yaitu Var. Pada sebuah rangkain yang terdapat sebuah kapasitor dan di berikan tegangan yang terjadi adalah elektro akan mengalir masuk ke kapasitor pada saat kapastor dalam kodisi penuh dengan muatan elektro maka akan merubah nilai tegangan [9].

Pada penelitian ini yaitu kerugian daya listrik pada proses transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang penggunaan kapasitor adalah sebagai perbaikan daya. Pada pengaplikasiannya kapasitor di pasang dengan cara di jumper pada konduktor atau pada saluran GI Purwosari – GI Pakis Malang. Yang untuk rumus kenaikan tegangan setelah penambahan kapasitor sebagai berikut.

$$VR = \frac{QC \times XL \times L}{10 \times V^2} \quad (10)$$

Jadi besar daya kapsitor yang di butuhkan

$$QC = \frac{\%VR \times 10 \times V}{XL \times L} \quad (11)$$

### F. Faktor Daya

Faktor daya atau  $\cos \theta$  merupakan sebuah perbandingan antara arus yang di gunakan untuk dapat menghasilkan kerja pada rangkain terhadap arus total yang masuk atau dalam kata lain merupakan perbandingan antara daya aktif (KW) dan daya semu.

$$\cos \theta = P/S \quad (12)$$

maka untuk daya semu.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (13)$$

### G. Metode Algoritma Genetika

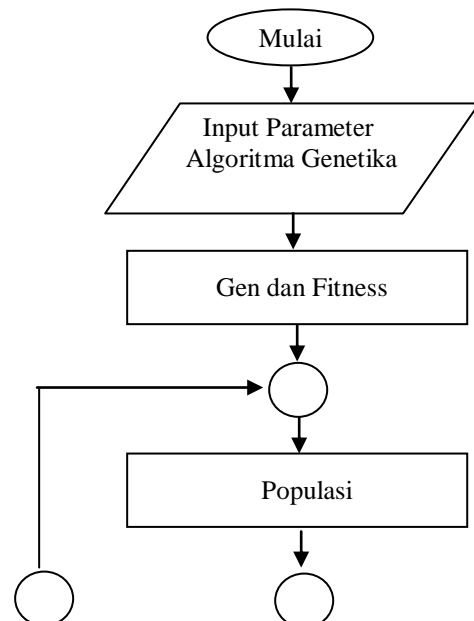
Untuk menentukan posisi yang optimal pada penempatan kapasitor pada saluran transmisi gardu induk Purwosari – Pakis Malang maka di gunakan sebuah metode yang dapat memecahkan masalah optimasi. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah algoritma genetika yang mana untuk langkah – langkahnya dapat di lihat pada gambar 5. Yang mana untuk proses eksusinya yaitu menggunakan bantuan sofwere matlab sebgai sarana pemograman.

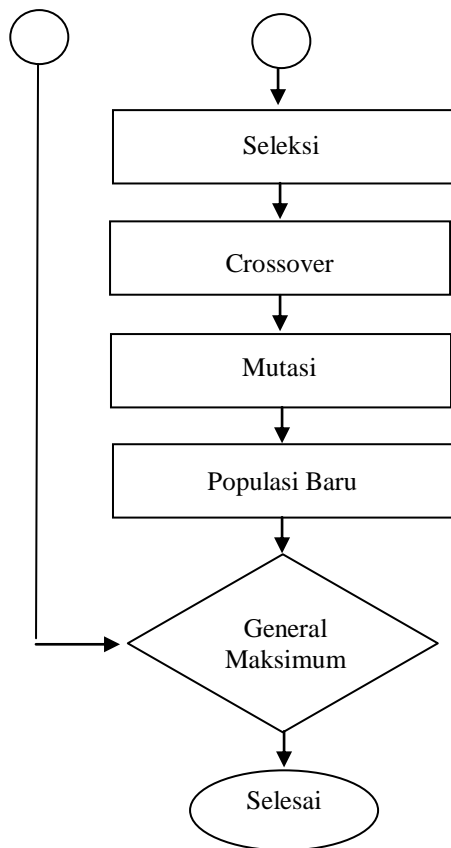
### H. Parameter Metode Algoritma Genetika

Pada metode algoritma genetika ini terdapat beberapa parameter yang di gunakan untuk mencari optimasi penempatan kapasitor diantaranya yaitu adalah (L) panjang saluran, (Z) nilai impedansi saluran, (S) daya semu, (V) tegangan GI Pakis Malang dan (Pr) daya terima. Parameter tersebut berfungsi sebagai perhitungan dalam metode algoritma genetika yaitu sebagai pembuatan gen dan nilai fitness. Nilai dari parameter tersebut sebagai di dapatkan dari proses perhitungan analisa aliran daya. Beberapa nilai dari parameter yang di dapatkan dari proses perhitungan aliran daya adalah (Z) nilai impedansi saluran GI Purwosari-Pakis Malang dan (S) Nilai daya semu GI Purwosari Pakis Malang.

### I. Eksekusi Program Algoritma Genetika

Pada proses eksekusi metode algoritma genetika di lakukan dengan beberapa tahapan yang mana untuk alurnya dapat dilihat pada gambar 5. Proses eksekusi program matlab dimulai dengan memasukan parameter yaitu hasil nilai aliran daya ke dalam program algoritma genetika.





Gambar 5. Diagram Alir penelitian dan Penggunaan Metode Algoritma Genetika

J. Pembuatan Gen dan Fitness GI Purwosari – GI Pakis Malang

Pada program algoritma genetika pertama yaitu membuat program *function* pada matlab untuk gen dan nilai fitness. Untuk mendapatkan gen dan nilai fitnessnya yaitu dengan memasukan beberapa parameter. Pada gen parameter yang di masukan adalah nilai tegangan dan Panjang saluran, sedangkan pada fitness nilai yang dimasukan berupa nilai hasil dari gen yaitu niali tegangan sisi terima dan nilai penambahan kapasitor yang mana output dari fitneessnya berupa nilai kenaikan tegangan. Oleh karena itu nilai gen akan mempengaruhi nilai fitnessnya atau nilai fitness menyatakan baik tidaknya suatu gen. dimana untuk fungsi objektifnya yaitu sebagai berikut.

$$F(x) = VR / 100 \times \text{Tegangan Sisi terima} \quad (14)$$

VR pada penelitian ini berupa nilai kenaikan tegangan yaitu berupa nilai kenaikan tegangan setelah penambahan kapasitor dengan penentuan jarak pemasangan secara acak. Tegangan sisi terima merupakan tegangan yang di terima dari Gi Purwosari Pakis Malang ke malang dengan data penerimaan tegangan dapat melihat pada tabel.1. Dalam

penelitian ini nilai VR merupakan nilai fungsi yang di optimalakan.

Pada saluran transmisi GI Purwosari – GI pakis Malang yang memilki Panjang saluran 15 kilometer. Dimana untuk nilai Panjang saluran ini dapat di lihat pada tabel 2. Maka untuk mencari opimasi penempatan kapasitor nilai dari panjang salurannya akan di bagi ke beberapa jarak. Pada program matlab untuk nilai bilangan acak dapat menggunakan nilai randi (*random integer*). Untuk mendapatkan nilai dari gen dan fitness yang terus berubah maka dapat memasukan paremater jarak dengan masukan nilai randi (15) yang mana 15 merupakan nilai dari Panjang saluran.

K. Pembuatan Populasi GI Purwosari – PakIs Malang

Setelah mendapatkan nilai gen dan fitnessnya langkah berikutnya adalah pembuatan populasi. Pada program matlab untuk membuat sebuah populasi dari suatu gen dan fitness dapat di lakukan dengan cara mebuat perintah *struct* pada program matlab. Dimana dalam sebuah *struct* terdapat beberapa data yang dapat dimasukan diantaranya yaitu gen dan fitness. Pada penelitian ini untuk besar populasi adalah 10. Untuk mempermudah dalam pembuatan populasi maka di buat *looping* atau perulangan dari besar populasi. Dimana dalam perulangan tersebut dalam suatu poplasi untuk setiap individunya terdapat terdapat nilai fitness dan gen yang berbeda-beda.

L. Seleksi

Langkah selanjutnya setelah pembuatan populasi adalah seleksi. Seleksi adalah pencarian individu terbaik dari populasi yang mana hasilnya dari seleksi akan di silangkan atau *Crossover*. Pada penelitian ini terdapat 10 individu dari sebuah populasi. Dimana dalam setiap individu terdapat nilai gen dan fitness. Untuk mendapatkan nilai individu terbaik maka dapat di lakukan dengan cara masukan program pada matlab yaitu max dari nilai fitness dari besar populasi. Dimana pada pengambilan indivduu terbaik diambil sebanyak 2 individu. Hasil dari pengambilan 2 individu terbaik kemudian di jadikan *parent* yaitu *parent 1* dan *parent 2*. *Parent* merupakan sebuah calon solusi dari sebuah individu.

M. Pindah Silang atau Cossover

*Crossover* adalah penggabungan dari dua individu terbaik untuk dijadikan solusi Dari seleksi maka di peroleh 2 individu terbaik yang mana dua individu terbaik ini dinamakan *parent 1* dan *parent 2*. Pada proses seleksi berikutnya adalah menggabungkan antara nilai dari *parent 1* dan *parent 2*. Dari proses penggabungan 2 tersebut maka di peroleh 2 individu baru lagi yang berinama *child1* dan *child2*. Proses pindah silang atau *crossover* pada penelitian ini menggunakan metode *fixed point* untuk memperoleh nilai dari *Child 1* dan *child 2*. Pada penelitian ini yaitu pada program matlab untuk nilai CP (*Crossover point*) yaitu *round* dari *length* atau panjang nilai dari *parent1* di bagi dengan 2. Dimana nilai hasil dari CP tersebut untuk nilai dari gen *parent 1* yaitu nilai dari awal

sampai dengan CP akan diambil dan di silangkan dengan nilai pada gen *parent 2* dan dengan nilai CP.

#### N. Mutasi

Mutasi adalah perubahan komposisi suatu nilai yang ada pada suatu kromosom untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Pada laju mutasi atau besar mutasi umumnya menggunakan nilai 0,7 sampai dengan 1,0 namun ada juga yang menggunakan besar mutasi 0,6 sampai dengan 0,9 [3]. Pada penelitian ini untuk nilai besar laju mutasinya adalah 0,6 dimana nilai tersebut bertujuan untuk menjaga penyebaran dalam nilai probabilitas.

#### O. Regenerasi

Regenerasi adalah proses mendapat suatu populasi baru. Pada proses regenerasi hasil dari individu baru yaitu hasil dari mutasi di kembalikan ke dalam populasi, yaitu dengan cara mengambil 2 individu dengan nilai fitness terendah yang kemudian pengambilan 2 individu terendah tersebut di gantikan dengan 2 individu baru sehingga membentuk sebuah populasi baru. Dimana pada siklus ini dimulai dari populasi, seleksi, crossover, mutasi dan regenerasi ini akan terus berulang mengikuti *looping* sampai dengan menemukan nilai maksimal. Untuk mengetahui berapa banyak regenerasi maka pada program matlab di buat *function* regenerasi yang berisi tentang banyaknya looping terjadi. Dimana inialisasi yaitu regenerasi = 0 + n, n merupakan banyaknya looping sehingga setiap terjadi looping nilai dari generasi akan di tambah 1. Maka pada saat di *run* bisa di tampilkan di *command window*.

#### P. Terminasi dan Looping

Proses yang terakhir adalah *looping* dan terminasi. *Looping* merupakan proses perulangan dari suatu program sedangkan terminasi adalah suatu fungsi yang di buat untuk memberikan logika *true* dan *false*. Pada penelitian ini untuk proses perulangannya menggunakan *while* yaitu sebuah *Looping* yang akan terus mencari suatu kondisi sampai dengan suatu kondisi itu terpenuhi. Untuk membuat kondisi terpenuhi atau *true* maka dibuat suatu fungsi terminasi.

Untuk mempermudah dalam menjelaskan cara kerja *looping* dan terminasi dalam penelitian ini maka nilai dari fitness penulis menggantinya dengan nilai Y yang mana nilai Y ini merupakan maksimum dari fitness atau nilai maksimum yang di dapat dari individu terbaik pada suatu populasi yang telah melalui proses seleksi, *crossover* dan mutasi. Saat regenerasi nilai Y tadi yang berisi 2 calon solusi di kembalikan lagi ke populasi dimana pada populasi tersebut terdapat 8 individu yang nilai terus berubah karena input yang di berikan berupa bilangan acak. Saat 2 individu di kembalikan ke populasi berikutnya yaitu pemilihan nilai max dalam suatu populasi. Nilai max yang di peroleh kemudian di tampilkan ke *command window* dengan menggunakan fungsi *looging*. Nilai Y akan di simpan dan dimasukan kembali ke dalam perulangan berikutnya nilai Y hanya akan terгатikan

jika pada suatu populasi baru dimana ada individu yang memiliki nilai lebih besar daripada Y. Sedangkan untuk X yaitu sebuah nilai acak akan memberikan berungsi sebagai pemberenti program. saat nilai X mencapai batas maksimal maka otomatis pada fungsi terminasi akan memberikan logikan *true* sehingga program berhenti. Saat program berhenti saat itu juga di dapatkan nilai terbaik atau maksimal dari proses perulangan. Dimana ada beberapa nilai yang dapat di ambil yaitu maksimal dari teganga. Dari nilai maksimal tegangan juga akan menampilkan jarak dari keberapa maksimal tegangan itu di peroleh jadi disini juga mendapatkan data jarak optiomal. selain itu juga dari nilai maksimal tegangan juga di peroleh maksimal besar daya kapasitor yang di butuhkan. Yang mana beberapa nilai tersebut kemudian di tampilkan dengan menggunakan fungsi *looging* di *command window*.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Studi Aliran Daya

Pada penelitian ini yaitu mengenai rugi-rugi daya dan perbaikan tegangan menggunakan kapasitor pada saluran transmisi gardu induk purwosari – gardu induk pakis malang maka sebelum menentukan letak optimum di lakukan studi aliran daya terlebih dahulu untuk mengetahui rugi-rugi yang terjadi di saluran transmisi. Langkah-langakahnya adalah sebagai berikut, yaitu menghitung induktansi pada kabel, menghitung reaktansi dan impedansi saluran transmisi. Dalam perhitungan ini di lakukan dengan menggunakan bantuan software matlab untuk mendapat hasil yang lebih baik. Dari proses perhitungan menggunakan software matlab pada saluran transmisi maka untuk hasilnya dapat di lihat pada gambar 6.

#### B. Hasil Nilai Hambatan

Pada saluran tranmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang dengan menggunakan konduktor berjenis ACSR Zebra dimana untuk spesifikasi dapat di lihat pada tabel 3. Dengan menggunakan rumus persamaan 1 maka di peroleh hasil nilai dengan hambatan sebesar 0.079832 dimana nilai tersebut sudah mengalami faktor koreksi sebesar 2 % atau 1,02.

```
Command Window
-----STUDI ALIRAN DAYA-----
HAMBATAN
Nilai tahanan ACSR ZEBRA: 0.079832 ohm per km
-----
INDUKTANSI
Nilai GMR: 0.435851
Nilai GMD: 552.415435
-----
REAKTANSI
Nilai Reaktansi : 0.368664
-----
IMPEDANSI
Nilai R Impedansi: 0.011229
Nilai J Impedansi: 0.056428
Nilai hasil Impedansi: 0.057535 ohm
-----
Daya Semu
Nilai Daya Semu : 102.290224
-----
fx >>
```

Gambar 6. Hasil Studi Aliran Daya

### C. Nilai Hasil Induktansi

Jenis saluran transmisi GI Purwosari – Gi Pakis Malang merupakan jenis saluran transmisi ganda dengan menggunakan tiang jenis suspension. Untuk ukuran tiang dan jarak antar konduktor maka dapat dilihat pada gambar 3. tiang transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang. Untuk mempermudah dalam proses perhitungan maka dapat melihat konfigurasi konduktor pada gambar 4. Dengan menggunakan software matlab maka di peroleh nilai untuk GMRnya sebesar 0,435851 dan nilai GMDnya sebesar 552,415345.

### D. Nilai Hasil Reaktansi

Reaktansi induktif atau XL merupakan perlawanan terhadap arus atau tegangan yang di timbulkan oleh konduktor apabila di aliri sebuah tegangan AC (Sinusoidal). Pada penelitian ini nilai reaktansi akan berpengaruh pada nilai impedansi pada saluran GI Purwosari – Pakis Malang. Untuk menghitung nilai reaktansi (XL) maka menggunakan rumus pada persamaan (6).

Pada gambar 6. Hasil Studi Aliran Daya maka di peroleh untuk nilai reaktansinya (XL) sebesar 0,368664. Hasil tersebut di peroleh dari persamaan rumus 2.5 dengan memasukan hasil nilai GMR dan GMD saluran transmisi GI Purwosari – Pakis Malang.

### E. Nilai Hasil Impedansi

Impedansi merupakan penjumlahan dari bilangan kompleks (real + imajiner). Pada perhitungan menggunakan matlab maka pada gambar 6. di peroleh nilai untuk R impedansinya sebesar 0.01134 sedangkan untuk J adalah 0.056804. Pada saluran transmisi GI Purwosari - GI Pakis Malang merupakan saluran jarak pendek yaitu 15 kilometer, untuk saluran pendek maka nilai j pada XC diabaikan hanya mengambil nilai XL. Untuk batasan saluran Panjang transmisi adalah saluran transmisi dengan jarak pendek yaitu kurang

dari 80 km, saluran transmisi untuk jarak menengah yaitu mulai dari 80 kilometer sampai dengan 260 km dan saluran transmisi Panjang lebih dari 260 km. dari perhitungan menggunakan matlab untuk nilai impedansinya adalah sebesar 0.057535 ohm.

### F. Nilai Hasil Daya Semu

Untuk penggunaan metode algoritma genetika untuk optimasi penempatan kapasitor di perlukan beberapa parameter diantaranya adalah daya semu. Pada penelitian ini hasil dari nilai daya semu yaitu 102,290224 yang mana dapat dilihat dari hasil perhitungan pada matlab pada gambar 6. Dimana untuk rumus yang di gunakan pada program matlab tersebut menggunakan rumus (11) yaitu mencari daya semu.

### G. Hasil Penggunaan Algoritma Genetika

Metode Algoritma genetika di gunakan untuk menentukan optimasi penempatan kapasitor pada saluran GI Purwosari – GI Pakis Malang. Dari penggunaan metode ini dengan menggunakan software matlab maka di peroleh hasil untuk pemasangan optimum kapasitor dapat dilihat pada gambar 7.

```
Command Window
-----ALGORITMA GENETIKA-----
kenaikan tegangan: 148.048683
jarak pemasangan: 15 km
generasi: 80
daya kapasitor: 3.191365e+04 KVAR
```

Gambar 7. Hasil Metode Algoritma Genetika

Penggunaan metode ini dilakukan dengan penempatan kapasitor pada saluran transmisi GI Purwosari – GI Pakis Malang dengan pembagian ke beberapa jarak dengan menggunakan nilai random. Besar random nilai adalah 15 yang mana merupakan nilai dari Panjang saluran GI Purwosari – GI Pakis Malang yaitu sepanjang 15 kilometer. Pada proses running di peroleh hasil untuk penempatan optimal kapasitor pada generasi 80. Generasi merupakan banyaknya looping jadi nilai generasi tidak tentu tergantung dengan berapa kali looping terjadi. Looping merupakan proses pencarian nilai secara berulang hingga memperoleh nilai terbaik. Untuk mencapai nilai optimal maka menggunakan fungsi objektif pada rumus (14). Pada gambar 7 di peroleh hasil nilai kenaikan tegangan yaitu dari 148,000 kV dapat dilihat pada **Tabel 1**. Tegangan awal yang di terima GI Pakis Malang naik menjadi 148,048 Kv. kenaikan tegangan ini sebesar 0,328 % dari tegangan awal. Untuk kebutuhan daya kapasitor yang di gunakan yaitu sebesar 300 MVAR.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu penggunaan metode algoritma genetika sebagai sarana optimasi penempatan kapasitor pada saluran transmisi 150 kv pada



gardu induk Purwosari – Pakis Malang maka di peroleh hasil nilai yang mana pada bagian ini mendapat beberapa kesimpulan.

Nilai kerugian daya pada saluran transmisi GI Purwosari Pakis Malang dapat di kurangi dengan cara menambahkan kapasitor bank dengan cara di jumper ke konduktor pada jarak 15 kilometer. Dimana dari haril penampahan kapasitor mendapatkan nilai perbaikan atau kenaikan tegangan sebesar 0,328% yaitu dari sebelumnya 148,000 kV menjadi 148,148 kV.

Jenis tiang transmisi akan mempengaruhi konfigurasi pada konduktor sehingga mempengaruhi hasil nilai induktansi dan reaktansi saluran . Nilai induktansi dan reaktansi akan berpengaruh juga pada impedansi saluran. Nilai impedansi saluran mempengaruhi nilai jatuh tegangan pada saluran transmisi. Selain itu dapat di simpulkan bahwa semakin panjang saluran maka nilai rugi daya juga akan semakin besar.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ghofur Barum Kosasih, “Analisa Rugi-rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150KV Pada Gardu Induk Jajar-Gondangrejo” Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, Bab 2, 2017.
- [2]. Salama Manjang, Yedi George, Ikhlas kitta, ”Analysis Of Power Losses Of The 150kv Transmission Using Poynting Vector” Electrical Engineering”, Hasanuddin University Makassar, Politeknik Negeri Ujungpandang Makassar, IEEE Conference on Power Engineering and Renewable Energy, juli, 2012
- [3]. Syukri Yunus, Heru Dibyo Laksono, Putri Nidia, “Memperbaiki Tegangan dan Rugi-rugi Daya Pada Sistem Transmisi Dengan Optimasi Penempatan Kapasitor Menggunakan Algoritma Genetika”,Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik , Universitas Andalas , Vol. 5, No. 2, pp. 291-296, Juli, 2016.
- [4]. Nandi Wardana, “Analisis Keandalan Komposit Pembangkit dan Transmisi (Kotigensi N-2) Sistem Tenaga Listrik” Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang, Vol. 1, No.4, pp. 301-3010, Desember, 2012.
- [5]. Adip Gutian Nigara, Yohanes Primadinoyo, “Analisis Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pada Bagian Texturizing di PT Asia Pasific Fibers Tbk Kendal Menggunakan Software Etap Power Stasion 4.0” Jurusan Teknik Elektro Universitas Semarang, Vol. 7, No.1, Juni, 2015.
- [6]. Mohamad Tresna Wikarsa, “Studi Analisis Program Percepatan 10.000 MW Tahap 1 Pada Operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali”, Tesis Program Magister Teknik Elektro Kekhususan Tenaga Listrik, Universitas Indonesia, Bab 2, 2010.
- [7]. Jacklien Landang, Sartje Silimang, Maickel Tuegeh, “Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Jaringan Transmisi Teling-Tomohon Menggunakan Kecerdasan Buatan” E-journal Elektro dan Komputer, Jurusan Teknik Elektro, UNSRAT, pp. 8-16, Manado, 2015.
- [8]. Hernawan Sujatmiko, ”Analisis Kerugian Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi 500 KV di PT.PLN (Persero) Penyaluran & Pusat dan Pengaturan Beban (P3B) Jawa Bali Regional Jawa Tengah & DIY Unit Pelayanan Transmisi Semarang” Teknik Elektro, Vol. 1, No. 1, pp. 33-52, Juni, 2009.
- [9]. Kadafi Alland, efrita Arfah Z, “Perancangan Kebutuhan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor daya Pada Line Mess I di PT. Bumi Lamongan Sejati”, Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, ITATS, Universitas Negeri Surabaya, pp. 29-35.
- [10]. Ryan Iriany, Agus Wahyu Widodo, Wayan Firdaus Mahmudy, “Pemanfaatan Algoritma Genetika Untuk Optimasi 0/1 Multi-Dimensional Knapsack Problem Dalam Pendistribusian Produk (Studi Kasus UD.Tosa)”, Jurnal Pengembangan Teknologi informasi dan Ilmu Komputer , Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Vol.1, No.4, pp. 257-269, April, 2017

# Monitoring Kadar Gas Karbon Monoksida (CO) Dalam Ruangan Menggunakan Mikrokontroler

<sup>1</sup>Febri Angga, <sup>2</sup>Kukuh Setyadjit, <sup>3</sup>Santoso

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

<sup>1</sup>febry972@gmail.com, <sup>2</sup>kukuh@untag-sby.ac.id, <sup>3</sup>santoso@untag-sby.ac.id

**Abstract**— Carbon monoxide (CO) is a very dangerous gas which is created due to the incomplete combustion process of carbon compounds. If inhaled for a certain period of time and in high enough levels it can cause various health problems. The waiting room for car service is one of the places that has the potential for exposure to this gas, because of the large amount of vehicle exhaust that occurs during the service process. To overcome this problem, a monitoring system for carbon monoxide (CO) gas levels in the room using a microcontroller was created, so that the CO gas levels in the service waiting room can be monitored real-time via the LCD, this tool is also equipped with a data logger system that can store data. monitoring automatically every 10 seconds. will definitely be affected by exposure to this gas. So the need for a monitoring tool for carbon monoxide gas levels. The data logger is also plotted via Matlab software, so that data reading and analysis processes are easier. In the test, 3 gas samples were used, namely, car exhaust emissions, motorbikes, and cigarette smoke using a room simulation prototype that had been scaled to the actual room. In the test results, the highest exposure results were in motor exhaust emission samples with a concentration of 0.74 ppm in 1 minute after being scaled, much higher than samples of motor exhaust emissions and cigarette smoke which were only 0.12 ppm.

**Keywords:** Carbon monoxide (CO), Microcontroller, LCD, Matlab, Prototype

**Abstrak**— Karbon monoksida (CO) adalah gas yang sangat berbahaya yang tercipta karena proses pembakaran yang tidak sempurna dari senyawa karbon. Jika terhirup dalam jangka waktu tertentu dan dalam kadar yang cukup tinggi dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan. Ruang tunggu servis mobil merupakan salah satu tempat yang sangat berpotensi akan paparan gas ini, karena banyaknya gas buang kendaraan yang timbul pada saat proses servis. Untuk menanggulangi permasalahan ini, maka dibuatlah sistem monitoring kadar gas karbon monoksida (CO) dalam ruangan menggunakan mikrokontroler, sehingga kadar gas CO dalam ruang tunggu servis dapat terpantau secara real-time melalui LCD, dalam alat ini juga dilengkapi sistem data logger yang mampu menyimpan data monitoring secara otomatis setiap 10 detik. pasti akan terdampak paparan gas ini. Sehingga perlunya alat monitoring kadar gas karbon monoksida. Data logger juga di plotting lewat software Matlab, sehingga pembacaan data dan proses analisa lebih mudah. Dalam pengujian digunakan 3 sampel gas yaitu, emisi gas buang mobil, motor, serta asap rokok dengan menggunakan prototype simulasi ruangan yang telah di skalakan dengan

ruangan yang sesungguhnya. Pada hasil pengujian didapatkan hasil paparan paling tinggi pada sampel emisi gas buang motor dengan konsentrasi 0,74 ppm dalam 1 menit setelah di skalakan, jauh lebih tinggi dari sampel emisi gas buang motor dan asap rokok yang hanya 0,12 ppm.

**Kata Kunci:** Karbon monoksida (CO), Mikrokontroler, LCD, Matlab, Prototype

## I. PENDAHULUAN

Udara yang sehat merupakan faktor penting dalam kehidupan, seiring berkembangnya teknologi di saat ini, berakibat meningkatnya pencemaran udara sehingga menurunkan kualitas udara. Pencemaran udara dihasilkan dari berbagai sumber di antaranya gas buang dari kendaraan bermotor, asap dari aktivitas pabrik dan industri dan fenomena alam seperti kebakaran hutan dan gunung meletus. Terdapat gas-gas berbahaya dari pencemaran udara tersebut yang dapat mengganggu kesehatan dan lingkungan hidup, khususnya gas karbon monoksida (CO) yang mempunyai tingkat bahaya tinggi, serta karakteristiknya yang tidak mempunyai warna, bau dan rasa. Paparan gas karbon monoksida dalam jangka waktu lama akan berakibat buruk bagi kesehatan manusia, jika terhirup dalam jumlah sedikit dapat menyebabkan pusing dan mual-mual dan jika terhirup dalam jumlah besar dapat menyebabkan kematian[1], [2].

Penanggulangan pencemaran udara tidak dapat terlaksana tanpa mengurangi sumber penyebabnya. Dengan pertimbangan dari berbagai macam penyebab pencemaran udara, maka perlu dibuatkan sistem yang mampu memonitor dan memberikan informasi tingkat pencemaran udara khususnya gas karbon monoksida (CO) sehingga konsentrasi gas CO dalam ruangan bisa diketahui sebagai langkah awal dalam pencegahan berbagai macam penyakit akibat paparan gas karbon monoksida[3]–[5].

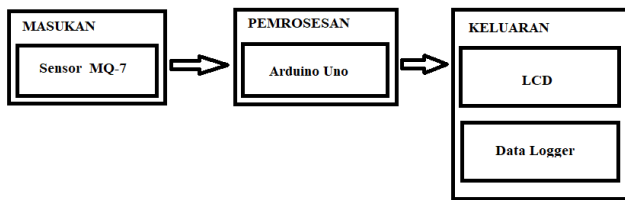
Dalam Penelitian ini direalisasikan suatu alat pengukur yang dapat memberikan informasi konsentrasi gas karbon monoksida dalam ruangan. Alat ini tersusun atas bagian input, proses dan output. Di bagian input, sensor MQ-7 yang lebih spesifik mengukur konsentrasi gas karbon monoksida, dan untuk proses pengolahan data digunakan mikrokontroler Arduino yang dapat mengolah data dari berbagai sensor dengan baik, dan output akan ditampilkan pada LCD dan di

sini data akan di plot dalam bentuk grafik pada software Matlab, hasil data yang terbaca juga akan disimpan dalam memori sehingga data yang terkumpul bisa diolah dan dianalisis[6]–[8].

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Perangkat Keras

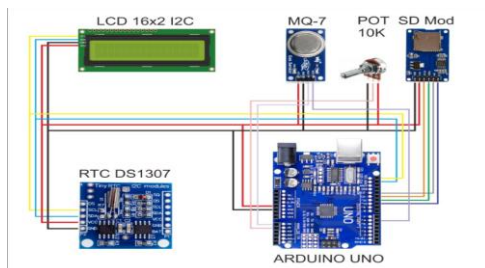
Penggabungan dari komponen dan piranti elektronika untuk mendapatkan alat yang berfungsi sesuai target adalah langkah dalam perencanaan perangkat keras (*hardware*). Bagian dari hardware adalah bagian masukan, bagian pemroses serta bagian keluaran.



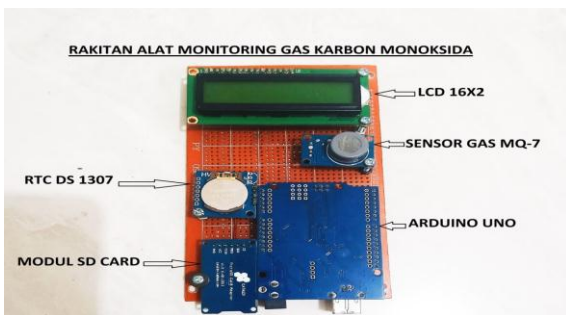
Gambar 1 Bagian-bagian dari perangkat keras

B. Rangkaian Hardware secara Keseluruhan

Rangkaian-rangkaian hardware secara keseluruhan bisa dilihat pada gambar, agar lebih jelas dan mudah dipahami maka ditampilkan gambar secara garis besar modul komponen yang digunakan[9].



Gambar 2 Susunan dari Perangkat Keras



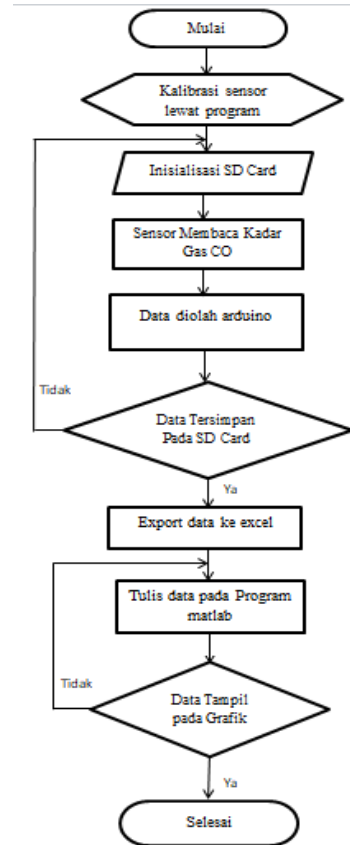
Gambar 3 Rakitan Alat Monitoring Gas CO

C. Perancangan Perangkat Lunak

Untuk menjalankan perangkat keras dibutuhkan perangkat lunak (*software*). Dalam perancangan ini, software digunakan untuk mengendalikan sinyal dari yang diterima

sensor MQ-7 yang kemudian dikirim ke mikrokontroler dan akhirnya tersaji melalui tampilan LCD. Perancangan software ini didukung dengan bahasa pemrograman guna mendukung sistem monitoring kandungan gas CO dalam ruang dan menyimpan datanya dalam data logger, di sini disimpan di MMC/SD card[10]–[12].

Adapun diagram alir program sebagai berikut :



Gambar 4 Diagram alir program

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengujian ini digunakan sampel emisi gas buang mobil Suzuki All New Ertiga, nilai pada data simulasi akan dibagi dengan nilai (18,2) sesuai dengan hasil perhitungan skala antara ruang simulasi dengan ruang sebenarnya ,dengan hasil seperti pada tabel :

Tabel 1 Data pada sampel gas buang mobil

No.	S	A (ppm)	B (ppm)
1.	10	1,10	0,06
2.	20	1,29	0,07

3.	30	1,58	0,08
4.	40	1,81	0,09
5.	50	1,91	0,10
6.	60	2,25	0,12

Keterangan :

S= Waktu (detik)

A= Nilai (pada kotak simulasi ruangan)

B= Nilai (pada ruangan sesungguhnya)

Dilakukan enam kali pembacaan kadar gas CO pada sampel gas buang mobil, dengan kelipatan waktu 10 detik sesuai program penyimpanan pada data loggernya, dengan hasil pembacaan kadar gas CO pada box simulasi ruangan (A), dan setelah dibagi dengan skala ruangan yang sebenarnya, sehingga kadar gas yang terbaca pada ruangan sesungguhnya (B).

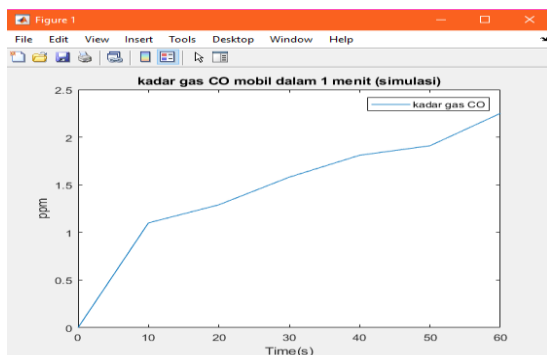
```

DATA_CO.TXT - Notepad
File Edit Format View Help
TAHUN, JAM, CO_VALUE

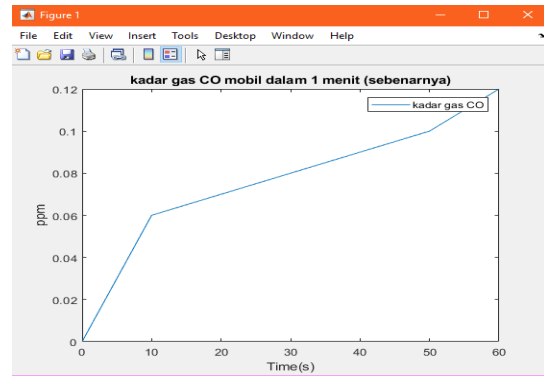
2020/7/1,9:57:24,1.10
2020/7/1,9:57:34,1.29
2020/7/1,9:57:44,1.58
2020/7/1,9:57:54,1.81
2020/7/1,9:58:4,1.91
2020/7/1,9:58:15,2.25
    
```

Gambar 5 Data logger pada sampel gas buang mobil

Data terbaca lengkap mulai dari waktu pembacaan dan kadar gas CO yang terbaca setiap 10 detik. Dengan diambil sampel pembacaan selama 6 kali (1 menit).



Gambar 6 Grafik data simulasi pada gas mobil



Gambar 7 Grafik data sebenarnya pada gas mobil

Gambar 6 dan 7 memperlihatkan kenaikan kadar gas CO secara bertahap.

#### A. Pengujian Pada Sampel Gas Buang Motor

Dalam pengujian ini digunakan sampel emisi gas buang motor Honda CB 150R, nilai pada data simulasi akan dibagi dengan nilai (18,2) sesuai dengan hasil perhitungan skala antara ruang simulasi dengan ruang sebenarnya, dengan hasil seperti pada tabel :

Tabel 2 Data pada sampel gas buang motor

No.	S	A (ppm)	B (ppm)
1.	10	1,95	0,10
2.	20	4,37	0,24
3.	30	6,89	0,37
4.	40	10,13	0,55
5.	50	11,44	0,62
6.	60	13,53	0,74

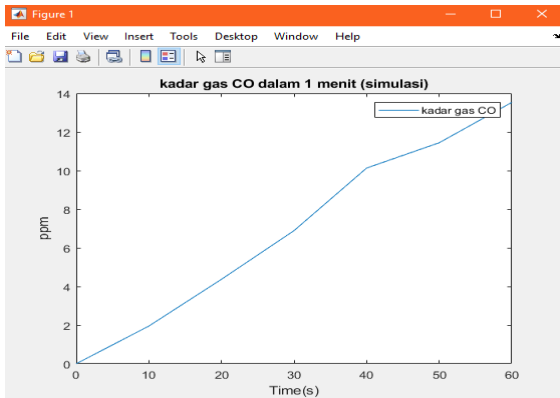
```

DATA_CO.TXT - Notepad
File Edit Format View Help

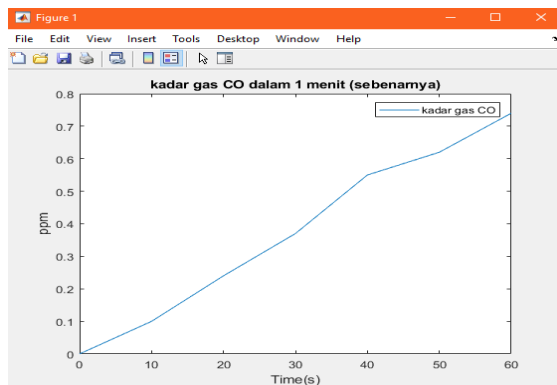
TAHUN, JAM, CO_VALUE

2020/7/1,9:58:5,1.95
2020/7/1,9:58:15,4.37
2020/7/1,9:58:25,6.89
2020/7/1,9:58:35,10.13
2020/7/1,9:58:45,11.44
2020/7/1,9:58:55,13.53
    
```

Gambar 8 Data logger pada sampel gas buang motor



Gambar 9. Grafik data simulasi pada gas motor



Gambar 10. Grafik data sebenarnya pada gas motor

Pada tabel 2 ditunjukkan enam kali pembacaan kadar gas CO sampel gas buang motor, dengan kelipatan waktu 10 detik, hasil pembacaan kadar gas CO pada box simulasi ruangan (A), dan setelah dibagi dengan skala ruangan yang sebenarnya, sehingga kadar gas yang terbaca pada ruangan sesungguhnya (B). Gambar 8 Tampilan pada program, gambar 9, grafik pengujian pada box simulasi (A), dan gambar 10, grafik pada ruang sesungguhnya (B).

**B. Pengujian Pada Sampel Gas Asap Rokok**

Dalam pengujian ini digunakan sampel asap dari satu batang rokok, nilai pada data simulasi akan dibagi dengan nilai(18,2) sesuai dengan hasil perhitungan skala antara ruang simulasi dengan ruang sebenarnya ,dengan hasil seperti pada tabel :

Tabel 3. Data pada sampel gas asap rokok

No.	S	A (ppm)	B (ppm)
1.	10	0,74	0,04
2.	20	1,02	0,05
3.	30	1,28	0,07

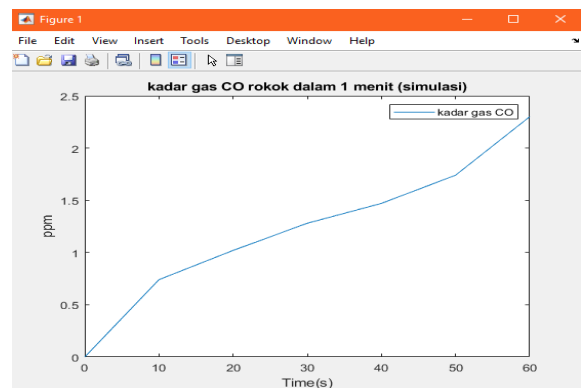
4.	40	1,47	0,08
5.	50	1,74	0,09
6.	60	2,30	0,12

DATA\_CO.TXT - Notepad

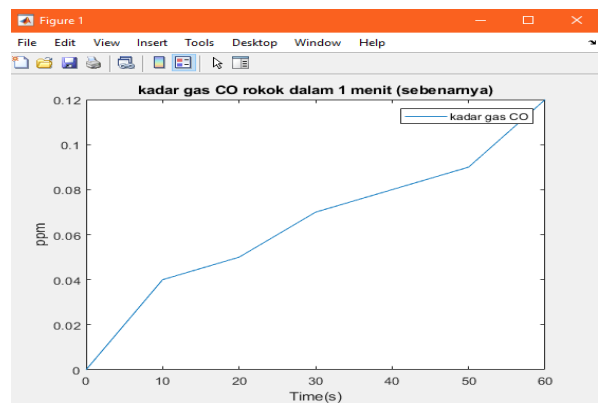
```
File Edit Format View Help
TAHUN, JAM, CO_VALUE
```

```
2020/7/1,9:58:5,0.74
2020/7/1,9:58:15,1.02
2020/7/1,9:58:25,1.28
2020/7/1,9:58:35,1.47
2020/7/1,9:58:45,1.74
2020/7/1,9:58:55,2.30
```

Gambar 11. Data logger pada sampel asap rokok



Gambar 12. Grafik data simulasi pada asap rokok



Gambar 13. Grafik data sebenarnya pada asap rokok

Pada tabel 3 ditunjukkan enam kali pembacaan kadar gas CO sampel gas buang motor, dengan kelipatan waktu 10 detik, hasil pembacaan kadar gas CO pada box simulasi ruangan (A), dan setelah dibagi dengan skala ruangan yang

sebenarnya, sehingga kadar gas asap rokok yang terbaca pada ruangan sesungguhnya (B). Gambar 8 Tampilan pada program, gambar 12, grafik pengujian pada box simulasi (A), dan gambar 13, grafik pada ruang sesungguhnya (B).

#### IV. KESIMPULAN

1 unit mobil mampu menghasilkan emisi gas karbon monoksida kurang lebih 0,12 ppm dalam 1 menit, jauh lebih rendah dari motor karena didukung sistem catalytic converter yang mampu menetralsir gas beracun pada emisi gas buang mobil. 1 unit motor mampu menghasilkan emisi gas karbon monoksida kurang lebih 0,74 ppm dalam 1 menit. 1 batang rokok mampu menghasilkan emisi gas karbon monoksida kurang lebih 0,12 ppm dalam 1 menit, cukup rendah meskipun dalam bentuk asap.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. D. Kurniawati and U. Nurullita, 'INDIKATOR PENCEMARAN UDARA BERDASARKAN JUMLAH KENDARAAN DAN KONDISI IKLIM (Studi di Wilayah Terminal Mangkang dan Terminal Penggaron', p. 6, 2017.
- [2] P. Su, D. Lin, and C. Qian, 'Study on Air Pollution and Control Investment from the Perspective of the Environmental Theory Model: A Case Study in China, 2005–2014', *Sustainability*, vol. 10, no. 7, p. 2181, Jun. 2018, doi: 10.3390/su10072181.
- [3] S. Nishioka, 'Traffic pollution: Control policy and research trend', *Transportation Research Part A: General*, vol. 23, no. 1, pp. 73–81, Jan. 1989, doi: 10.1016/0191-2607(89)90142-8.
- [4] E. R. Putri and M. Subhan, 'Model Matematika Penanggulangan Pencemaran Udara', p. 6.
- [5] S. Sudarman, D. D. Saputra, K. Karnowo, and F. Febrian, 'MINIMALISASI PENCEMARAN UDARA MELALUI PENYETELAN PERANGKAT PEMBAKARAN MOTOR SESUAI DENGAN BAKU MUTU EMISI', *Rekayasa*, vol. 16, no. 2, pp. 165–172, Jan. 2019, doi: 10.15294/rekayasa.v16i2.17507.
- [6] N. A. Mohd Bakri, S. A. M. Al Junid, A. H. A. Razak, M. F. Md Idros, and A. K. Halim, 'Mobile Carbon Monoxide Monitoring System Based on Arduino-Matlab for Environmental Monitoring Application', *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 99, p. 012009, Nov. 2015, doi: 10.1088/1757-899X/99/1/012009.
- [7] A. Mardiyanto, 'Design and Development of Real-Time Plant Process Control Monitoring System in Organic Fertilizer Production', *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 536, p. 012106, Jun. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/536/1/012106.
- [8] M. D. Melany Febrina Hafizh Prihtiadi, Eko Satria, 'Filter Asap Ramah Lingkungan Berbasis Limbah Arang dan Ampas Tebu', *risal.fis.*, vol. 3, no. 1, pp. 5–8, Apr. 2019, doi: 10.35895/rf.v3i1.139.
- [9] M. A. Ngah, A. Ahmad, and A. Abdul Samad, 'A Low Cost Method to Analyse Concentration of Carbon Monoxide (CO)', *Jurnal Teknologi*, vol. 73, no. 3, Mar. 2015, doi: 10.11113/jt.v73.4245.
- [10] S. Wilson and T. Manuel, 'Smart Pollution Monitoring System', vol. 7, no. 6, p. 6, 2019.
- [11] Z. Li, 'ARDUINO BASED ENVIRONMENTAL AIR MONITORING SYSTEM', p. 74.
- [12] S.-M. Kim, Y. Choi, and J. Suh, 'Applications of the Open-Source Hardware Arduino Platform in the Mining Industry: A Review', *Applied Sciences*, vol. 10, no. 14, p. 5018, Jul. 2020, doi: 10.3390/app10145018.

# KOORDINASI OPTIMAL *DIRECTIONAL OVERCURRENT RELAY* DENGAN *CUCKOO SEARCH ALGORITHM* PADA SISTEM DISTRIBUSI MESH

Zsa Zsa Septina Atsil<sup>1</sup>, Zulfatman<sup>2</sup>, Diding Suhardi<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang  
Zsa Zsa Septina Atsil: [zsazsaseptina@gmail.com](mailto:zsazsaseptina@gmail.com)

*Abstract* - Mesh distribution system IEEE 8 bus is one of the important parts from electric power system that used to distribute the electricity to a group of loads and consumer, the general problem in distribution system is disturbances in the protection system that requires protection system coordination. Selection of Directional Overcurrent Relay (DOCR) in this distribution network is very suitable because it can work in two directions. The purpose of this study is to find the value of DOCR coordination by optimizing the Time Dial Setting (TDS) and Pickup parameters using Cuckoo Search Algorithm (CSA). The results from CSA method will be entered into DOCR setting to find out the coordination in mesh distribution network. TDS value from CSA method is 2,438 seconds rather than manual calculations of 6,134 seconds on the distribution network with DG. This proves that CSA method is able to used in optimizing the TDS value and the coordination between the primary relay and the relay backup in this mesh distribution network has been going well.

**Keywords:** Cuckoo Search Algorithm, Time Dial Setting, Directional Overcurrent Relay, Protection System, and Mesh Distribution System

**Abstrak**-Sistem distribusi mesh IEEE 8 bus merupakan salah satu bagian penting dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan listrik kepada kelompok beban atau konsumen, dimana permasalahan umum yang ada pada sistem distribusi tersebut adanya gangguan di sistem proteksi yang dapat dihindari dengan adanya koordinasi sistem proteksi yang baik. Pemilihan Directional Over Current Relay (DOCR) pada jaringan distribusi ini sangat cocok karena dapat bekerja 2 arah. Tujuan dari studi ini adalah mencari nilai koordinasi DOCR dengan mengoptimalkan parameter Time Dial Setting (TDS) dan Pickup menggunakan metode Cuckoo Search Algorithm (CSA). Hasil yang didapatkan dari metode CSA akan dimasukkan ke dalam setting DOCR untuk mengetahui koordinasi pada jaringan distribusi mesh. Nilai TDS yang didapatkan dengan menggunakan metode CSA yaitu sebesar 2,438 detik daripada perhitungan manual sebesar 6,134 detik pada jaringan distribusi dengan DG. Hal ini membuktikan bahwa metode CSA mampu digunakan dalam mengoptimalkan nilai TDS serta koordinasi antara rele primer dan rele backup yang didapatkan pada jaringan distribusi mesh ini telah berjalan dengan baik.

**Kata kunci:** Cuckoo Search Algorithm, Time Dial Setting, Directional Overcurrent Relay, Sistem Proteksi, dan Sistem Distribusi Mesh

## I. PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan salah satu bagian penting dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan listrik kepada kelompok beban atau konsumen. Sistem distribusi mempunyai beberapa jenis tipe jaringan, salah satunya adalah sistem distribusi tipe mesh yang dapat disuplai dari 2 sumber atau lebih. Permasalahan yang umum terjadi pada sistem distribusi salah satunya adalah gangguan pada sistem proteksi. Gangguan pada sistem proteksi tersebut dapat dihindari jika sistem proteksi memiliki koordinasi yang baik [1]. Karena sistem distribusi tipe mesh merupakan jaringan distribusi yang lebih kompleks daripada jaringan distribusi radial dan ring. Sehingga penentuan koordinasi sistem proteksi pada jaringan distribusi mesh merupakan tantangan tersendiri.

Dengan banyaknya peralatan dan pembangkit yang terhubung satu sama lain, maka terdapat kesulitan dalam menentukan model koordinasi rele primer dan rele backup secara tepat. Pada studi terkait koordinasi proteksi, perlu dilakukan pemilihan time operation antara rele primer dan backup. Time operation relay antara rele primer dan backup yang dibutuhkan secepat mungkin dengan memperhitungkan parameter Coordination Time Interval (CTI) [2].

Pada jaringan distribusi tipe mesh, dengan standar IEEE 8 bus, adanya penambahan Distributed Generator (DG) pada jaringan distribusi tersebut akan menambah tingkat kesulitan dalam melakukan koordinasi proteksi. Hal ini dikarenakan DG memberikan kontribusi arus yang tidak sama antara on dan off [3]. Pemilihan rele yang tepat pada jaringan distribusi tersebut juga berpengaruh pada keberhasilan koordinasi proteksi pada sistem distribusi mesh. Maka dari itu, diperlukan rele untuk melakukan koordinasi sistem proteksi pada sistem distribusi mesh yaitu Directional Over Current Relay (DOCR).

DOCR merupakan salah satu proteksi yang sesuai digunakan untuk jaringan distribusi tipe mesh. DOCR memiliki dua pengaturan, yaitu pengaturan terhadap arus lebih dan elemen arah, dimana DOCR mempunyai dua elemen arah yaitu forward dan reverse, sehingga dapat mendeteksi arus lebih yang datang dari berbagai arah [4]. Time Dial Setting (TDS) dan Pickup merupakan parameter pengaman DOCR, dimana kedua parameter tersebut berfungsi untuk mengamankan kedua beban secara selektif serta digunakan

untuk menentukan waktu operasi minimal DOCR. Oleh karena itu, untuk menghindari kemungkinan rele *trip* secara bersamaan dalam suatu koordinasi, maka nilai TDS dan *Ipickup* perlu dioptimalkan.

Pada penelitian ini penulis menggunakan algoritma CSA pada jaringan distribusi yang lebih kompleks atau rumit yaitu jaringan distribusi *mesh* untuk mengoptimalkan parameter TDS. Algoritma CSA merupakan salah satu algoritma pengambil keputusan yang cara kerjanya terinspirasi oleh tingkah laku spesies burung cuckoo. Algoritma CSA akan digunakan untuk mengoptimalkan nilai TDS dan *Ipickup* pada rele *primer* dan *backup*. Alasan penulis menggunakan algoritma ini sebagai penyelesaian koordinasi DOCR, karena performa pencarian nilai pada CSA diharapkan menghasilkan nilai yang lebih bagus karena CSA melakukan evaluasi nilai sebanyak 2 kali sehingga akan didapatkan nilai yang lebih optimal untuk koordinasi DOCR dibandingkan dengan menggunakan perhitungan konvensional. Selain itu, CSA memiliki keunggulan pada *random step* nya yaitu menggunakan *Levy Flights*, dimana *Levy Flights* tersebut merupakan cara pencarian nilai optimal dalam waktu yang lebih pendek [5].

II. METODE PENELITIAN

Perancangan ini bertujuan untuk mencari *setting* koordinasi DOCR menggunakan *software* ETAP 12.6.0 dengan mengoptimalkan parameter TDS dengan algoritma CSA menggunakan *software* MATLAB R2014a. Untuk memudahkan dalam pemahaman sistem koordinasi DOCR secara rinci dapat diuraikan sebagai berikut :

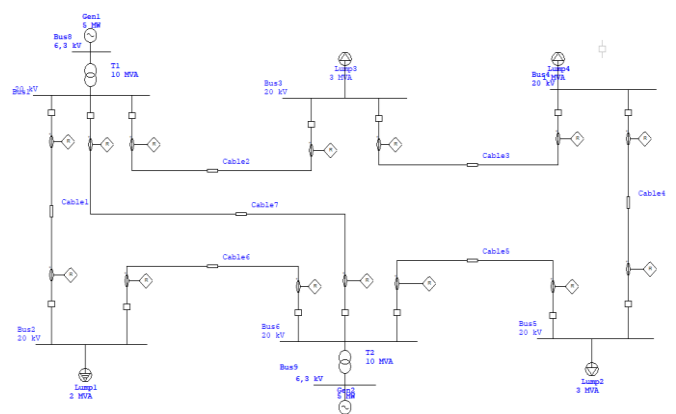
A. 3.1 Perancangan Sistem

Data penelitian ini menggunakan data sistem distribusi tipe *mesh* IEEE 8 bus yang memiliki 2 generator dengan kapasitas yang sama dan memiliki 1 DG. Sistem distribusi tersebut memiliki 2 buah trafo serta beban-beban yang terpasang pada sistem distribusi *mesh* tersebut. Data penelitian tersebut berisi pengambilan data arus hubung singkat dan data FLA. Pada penelitian koordinasi DOCR ini meliputi 2 kondisi pengujian yaitu:

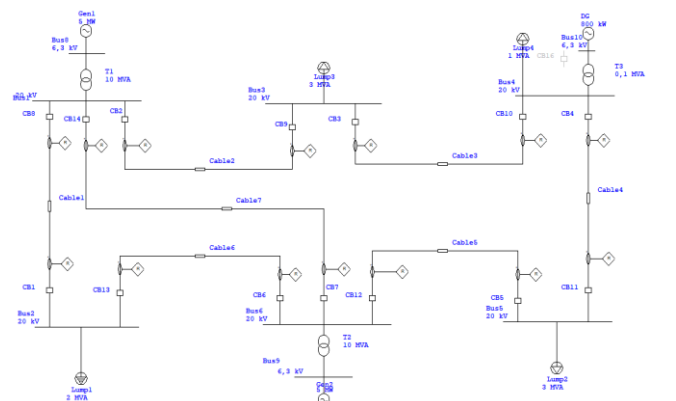
1. Koordinasi DOCR distribusi *mesh* IEEE 8 bus tanpa DG.
2. Koordinasi DOCR distribusi *mesh* IEEE 8 bus dengan DG.

**Tabel 2.** Data Pembangkit Sistem Distribusi Mesh IEEE 8 bus

No	ID unit	Rating Daya (MW)	Tegangan (Kv)	Power Factor
1	Gen1	5	6,3	85
2	Gen2	5	6,3	85
3	DG	800	6,3	85



**Gambar 2.** Single Line Diagram Sistem Distribusi IEEE 8 bus tanpa DG



**Gambar 3.** Single Line Diagram Sistem Distribusi IEEE 8 bus dengan DG

Selain itu, pada penelitian ini adanya pasangan rele primer dan backup yang perlu di *setting* arahnya agar tidak terjadi kesalahan koordinasi. Arah dari rele primer dan backup itu sendiri yaitu, searah jarum jam (clock wise) yang ditentukan arah forward dan berlawanan arah jarum jam (counter clock wise) yang ditentukan oleh arah reverse. Adapun pasangan rele primer dan backup dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data Pasangan Rele *Primer* dan Rele *Backup*

No	Forward (CW)		No	Reverse (CCW)	
	Rele <i>Primer</i>	Rele <i>Backup</i>		Rele <i>Primer</i>	Rele <i>Backup</i>
1	8	13	9	14	3
2	13	12	10	2	3
3	13	7	11	1	3
4	8	7	12	3	4
5	10	9	13	4	5
6	11	10	14	5	6
7	12	11	15	6	1
8	7	11			



B. 3.2. Cuckoo Search Algorithm (CSA)

Adapun langkah-langkah dalam pengoptimalan parameter TDS dan *Ipickup* dalam sistem koordinasi DOCR menggunakan algoritma CSA dijelaskan dalam bentuk *flowchart* yang terdapat pada Gambar 5 :

1

Gambar 4. Flowchart Algoritma CSA

Dari *flowchart* tersebut, dapat diketahui bahwa langkah pertama dalam optimasi menggunakan algoritma CSA yaitu memasukkan input parameter DOCR seperti *Isc max*, FLA, dan jumlah rele. Langkah kedua yaitu melakukan inialisasi populasi dimana  $n = 20$  dan *Max iteration*=100. Langkah ketiga yaitu dengan membangkitkan nilai TDS dengan melihat batasan-batasan pada nilai TDS. Pembangkitan nilai TDS tersebut dilakukan secara *random* menggunakan persamaan *Levy Flight* :

$$X^{it+1} = X^{it} + \alpha L(s, \lambda) \tag{1}$$

Dimana:

$$L(s, \lambda) = \lambda \Gamma(\lambda) \sin(\lambda \pi / 2) / \pi s^{1+\lambda} \tag{2}$$

Langkah keempat yaitu mencari nilai TDS yang baru secara *random* dengan menggunakan persamaan (2). Langkah kelima yaitu melakukan evaluasi fitness dengan fungsi objektif yang dapat dilihat pada persamaan

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^m W_i T_i K \tag{3}$$

Dimana *Tik* adalah waktu operasi pada rele primer pada fault yang ada di zona *k*, sedangkan *Wi* adalah bobot pada waktu operasi rele. *W* diasumsikan = 1. Langkah kelima yaitu membandingkan hasil pada iterasi *i* dengan hasil pada iterasi *j*. Jika  $F_i < F_j$  maka hasil dari iterasi *j* akan menggantikan hasil yang ada pada iterasi *i*. Ketika *max iteration* telah terpenuhi, maka hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah melepas *Pa* berdasarkan parameter  $P_a = 0,25$ . Hal ini dilakukan untuk melepas solusi terburuk dari hasil evaluasi dan membuat solusi baru yang terbaik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perhitungan Koordinasi DOCR Secara Konvensional

Hasil perhitungan koordinasi DOCR yaitu berupa TDS dan *Ipickup* yang dihasilkan dari perhitungan konvensional dengan menggunakan rumus-rumus yang ada. Perhitungan ini dilakukan pada tiap rele yang memiliki spesifikasi dan arah yang berbeda. Perhitungan tersebut dapat dijelaskan dalam uraian berikut ini:

1) Rele 7 (Forward)

- Manufacturer : ALSTOM
- Model : P343
- Kurva Type : Standart Inverse
- Isc : 721 A
- FLA : 12,2 A
- CT Rasio : 200/1

• Low Set Current Setting

$$1,05 \times \text{FLA} \leq \text{Iset} \leq 1,4 \times \text{FLA}$$

$$1,05 \times 12,2 \leq \text{Iset} \leq 1,4 \times 12,2$$

$$12,81 \leq \text{Iset} \leq 17,08$$

Dipilih Iset = 12,81,  $\text{Ipickup} = \frac{\text{Iset}}{\text{CT Ratio}} = \frac{12,81}{1} = 0,064 \text{ A}$

• Time Dial Setting

$$\text{TDS} = \frac{\text{top} \times \beta \times \left[ \left( \frac{\text{Isc}}{\text{Iset}} \right)^\alpha - 1 \right]}{k} = \frac{0,3 \times 2,97 \times \left[ \left( \frac{721}{12,81} \right)^{0,02} - 1 \right]}{0,14} = 0,492 \text{ s}$$

Perhitungan ini dilakukan pada masing-masing rele lainnya yang memiliki tipe arah rele *forward*. Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan hasil *Ipickup* dan TDS dengan menggunakan cara yang sama seperti rumus-rumus diatas.

2) Rele 3 (reverse)

- Isc : 221 A
- FLA : 22 A
- CT Rasio : 100/1

• Low Set Current Setting

$$1,05 \times \text{FLA} \leq \text{Iset} \leq 1,4 \times \text{FLA}$$

$$1,05 \times 22 \leq \text{Iset} \leq 1,4 \times 22$$

$$23,1 \leq \text{Iset} \leq 30,8$$

Dipilih Iset = 23,1  
 $\text{Ipickup} = \frac{\text{Iset}}{\text{CT Ratio}} = \frac{23,1}{100} = 0,231 \text{ A}$

• Time Dial Setting

$$\text{TDS} = \frac{\text{top} \times \beta \times \left[ \left( \frac{\text{Isc}}{\text{Iset}} \right)^\alpha - 1 \right]}{k} = \frac{0,2 \times 2,97 \times \left[ \left( \frac{221}{23,1} \right)^{0,02} - 1 \right]}{0,14} = 0,196 \text{ s}$$

Perhitungan ini dilakukan pada masing-masing rele lainnya yang memiliki tipe arah rele *reverse*. Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan hasil *Ipickup* dan TDS dengan menggunakan cara yang sama seperti rumus-rumus diatas.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai TDS dan *Ipickup* tanpa DG

rele	Iset	TDS	Ipickup
1	36,33	0,958	0,182
2	112,14	0,068	0,561
3	24,045	0,243	0,24
4	7,98	0,468	0,079
5	98,91	0,484	0,495
6	26,46	0,663	0,132
7	12,915	0,531	0,065
8	36,33	0,114	0,182
9	112,14	0,521	0,561
10	24,045	0,857	0,24
11	7,98	0,742	0,071
12	98,91	0,156	0,495

13	26,46	0,307	0,132
14	12,915	0,172	0,065

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Nilai TDS dan *Ipickup* dengan DG

rele	Iset	TDS	Ipickup
1	36,225	0,62	0,181
2	111,09	0,07	0,555
3	23,1	0,196	0,231
4	7,035	0,478	0,07
5	97,965	0,365	0,49
6	26,46	0,588	0,132
7	12,81	0,534	0,064
8	36,225	0,079	0,181
9	111,09	0,524	0,555
10	23,1	0,866	0,231
11	7,035	0,775	0,07
12	97,965	0,214	0,49
13	26,46	0,309	0,132
14	12,81	0,173	0,064

**B. Koordinasi DOCR dengan Menggunakan Algoritma CSA**

Algoritma CSA digunakan untuk mengoptimalkan nilai TDS dan *Ipickup* pada masing-masing rele yang terdapat pada sistem distribusi IEEE 8 bus. Pada penelitian ini, data-data yang menjadi parameter pada algoritma CSA yaitu, nilai rasio CT, *Isc*, dan *Ifla*. Dalam algoritma CSA juga terdapat parameter-parameter CSA yang digunakan untuk menjalankan program. Parameter-parameter tersebut antara lain yaitu *Maximum Generation* = 100; Nilai populasi = 20; *Lb*= 0,1; *Ub* = 1; Jumlah variabel = 1.

**Tabel 6.** Perbandingan hasil optimasi koordinasi DOCR tanpa DG

Rele	TDS manual	TDS CSA	Iset	Ipickup CSA	Ipickup manual
1	0,958	0,595	36,737	0,182	0,182
2	0,068	0,023	113,31	0,561	0,561
3	0,243	0,198	24,314	0,24	0,24
4	0,468	0,229	8,069	0,079	0,079
5	0,484	0,229	100,02	0,495	0,495
6	0,663	0,3	26,756	0,132	0,132
7	0,531	0,33	13,051	0,065	0,065
8	0,114	0,1	36,737	0,182	0,182
9	0,521	0,4	113,31	0,561	0,561
10	0,857	0,6	24,314	0,24	0,24
11	0,742	0,455	8,061	0,071	0,071
12	0,156	0,12	100,02	0,495	0,495
13	0,307	0,215	26,756	0,132	0,132

14	0,172	0,16	13,051	0,065	0,065
Total	6,284	3,954	644,506	3,5	3,5

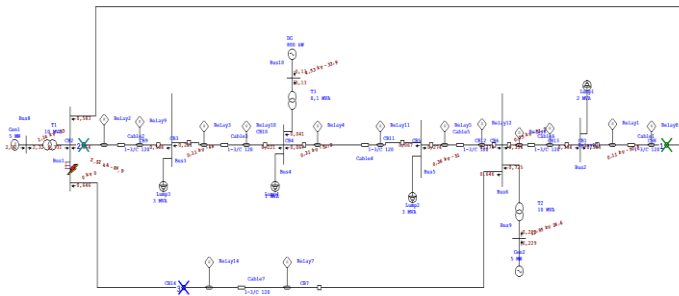
**Tabel 7.** Perbandingan hasil optimasi koordinasi DOCR dengan DG

Rele	TDS manual	TDS CSA	Iset	Ipickup CSA	Ipickup manual
1	0,62	0,48	36,631	0,181	0,181
2	0,07	0,063	112,33	0,555	0,555
3	0,196	0,175	23,359	0,231	0,231
4	0,478	0,354	7,114	0,07	0,07
5	0,365	0,22	99,062	0,49	0,49
6	0,588	0,409	26,756	0,132	0,132
7	0,534	0,422	12,953	0,064	0,064
8	0,079	0,066	36,631	0,181	0,181
9	0,524	0,33	112,33	0,555	0,555
10	0,866	0,55	23,359	0,231	0,231
11	0,775	0,66	7,114	0,07	0,07
12	0,214	0,182	99,062	0,49	0,49
13	0,309	0,252	26,756	0,132	0,132
14	0,173	0,152	12,954	0,064	0,064
Total	5,791	4,315	636,411	3,446	3,446

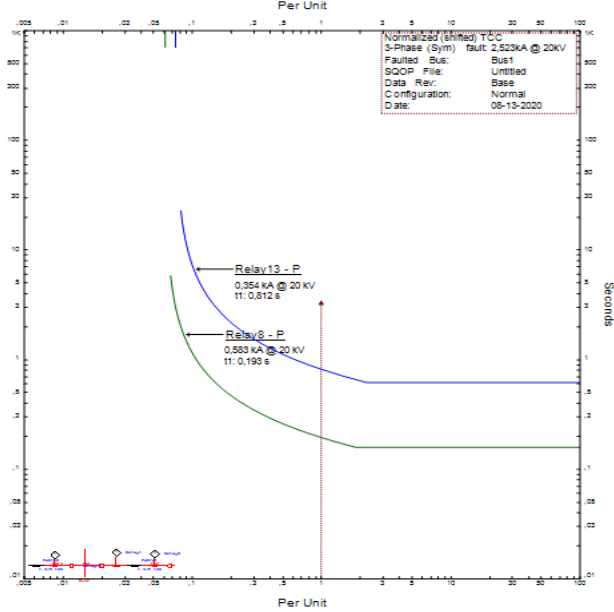
*Maximum generation* disini adalah banyak iterasi yang digunakan dalam melakukan perhitungan dengan menggunakan algoritma CSA. Iterasi yang dipakai, akan menentukan seberapa akurat perhitungan pada algoritma CSA. Selain itu, *Lb* dan *Ub* merupakan *lower bound* dan *upper bound* pada algoritma yang dipresentasikan sebagai *TDSmin* dan *TDSmax*. Sedangkan jumlah variabel mempresentasikan jumlah *output* yang akan keluar pada perhitungan menggunakan algoritma CSA, dimana pada penelitian ini variabelnya adalah rele. Adapun perbandingan dari hasil optimasi koordinasi DOCR tanpa DG dan dengan DG menggunakan algoritma CSA dapat diuraikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

**C. Simulasi Hasil Algoritma CSA Menggunakan ETAP 12.6.0**

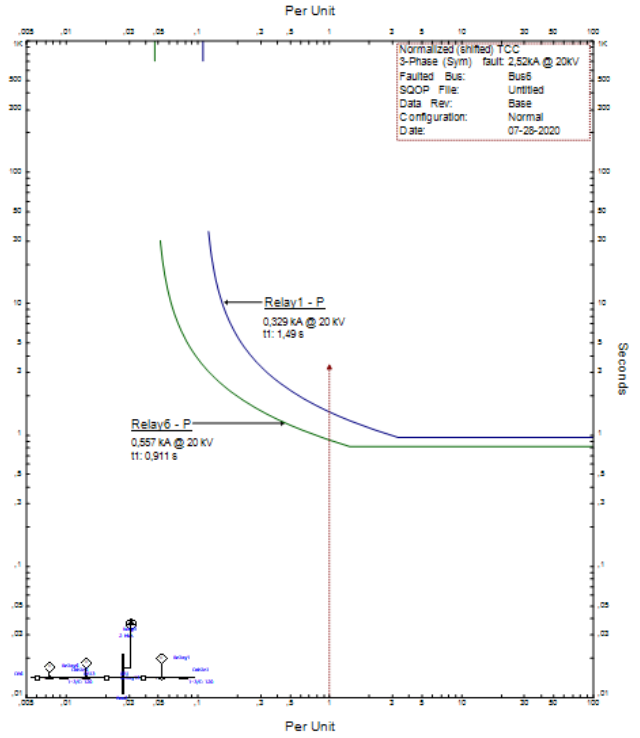
Langkah terakhir dari penelitian ini yaitu memasukkan nilai-nilai TDS dan *Ipickup* kedalam setting DOCR pada *software* ETAP 12.6.0 dan melakukan simulasi koordinasi DOCR untuk mengetahui kinerja masing-masing rele pada suatu bus yang diberi gangguan. Margin time kerja dari rele dapat dilihat melalui grafik TCC yang dihasilkan dari simulasi menggunakan *software* ETAP 12.6.0.



Gambar 5. Gangguan pada bus 1 saat keadaan dengan DG

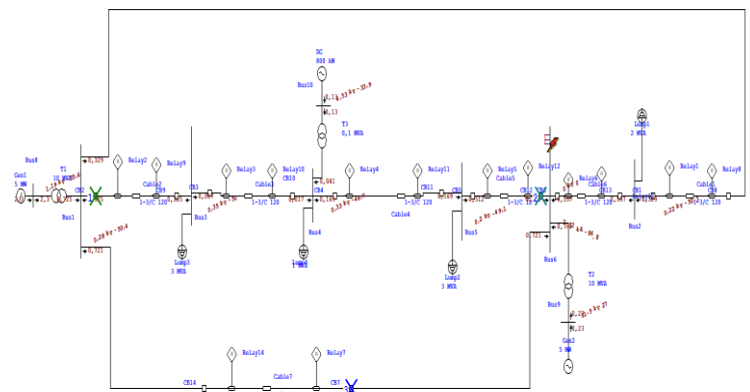


Gambar 6. Kurva TCC pada bus 1 hasil perhitungan manual

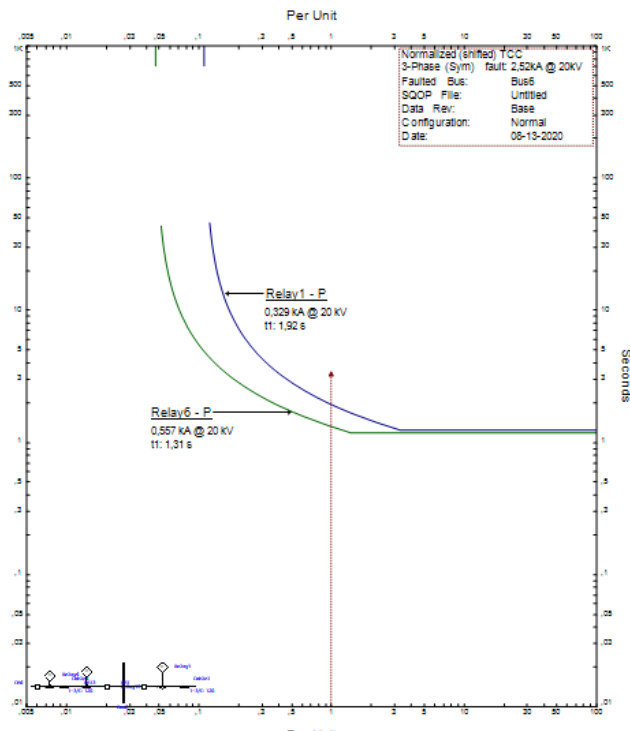


Gambar 7. Kurva TCC pada bus 1 hasil optimasi algoritma CSA

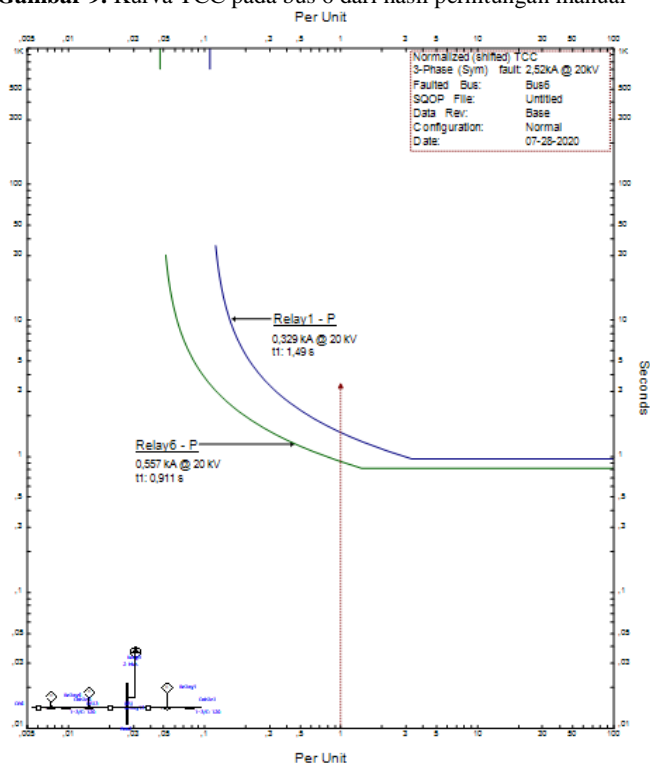
Pada Gambar 6 dan 7 adalah kondisi rele 8 dan 13 yang merupakan rele *forward*. Dapat diketahui pada Gambar 6 rele 8 yang merupakan rele *primer* trip pada waktu 0,193 s dengan arus 0,583 Ka, dimana rele *backup* pada rele 8 tersebut adalah rele 13, yang trip pada waktu 0,812 s. Sedangkan untuk Gambar 7, menunjukkan bahwa *margin time* pada antara rele 8 dan 13 sebesar 0,5 s. Dari gambar-gambar tersebut, dapat diketahui bahwa koordinasi rele sudah berjalan dengan baik karena yang bekerja lebih dulu adalah rele 8 sebagai *primer*.



Gambar 8. Gangguan pada bus 6 saat keadaan dengan DG



Gambar 9. Kurva TCC pada bus 6 dari hasil perhitungan manual



Gambar 10. Kurva TCC pada bus 6 dari hasil optimasi algoritma CSA

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan simulasi hubung singkat dengan memberikan *fault* pada bus 6 dalam

keadaan DG *on*. Gambar 9 dan 10 yaitu kondisi rele 6 dan rele 1 yang merupakan rele *reverse*. Dapat diketahui pada Gambar 9, rele 6 yang merupakan rele *primer* trip pada waktu 1,31 s dengan arus 0,567 Ka dimana rele *backup* pada rele 6 tersebut adalah rele 1, yang trip pada waktu 1,92 s. Sedangkan untuk Gambar 9, menunjukkan bahwa *margin time* pada antara rele 6 dan 1 sebesar 0,579 s.

#### IV. KESIMPULAN

Optimalisasi nilai setting DOCR menggunakan algoritma CSA pada jaringan distribusi *mesh* IEEE 8 bus telah berhasil dilakukan. Hal ini dapat diketahui dari hasil pengujian dalam pengoptimalan nilai TDS dan *Ipickup* untuk mendapatkan nilai terbaik dalam *setting* DOCR menggunakan algoritma CSA yaitu sebesar 3,954 s pada kondisi tanpa DG, nilai ini lebih cepat dibandingkan dengan perhitungan konvensional sebesar 6,284 detik. Hasil pada kondisi dengan DG = 4,315 detik, nilai ini lebih cepat dibandingkan dengan perhitungan konvensional sebesar 5,791 detik. Sedangkan nilai *Ipickup* hampir tidak memiliki perbedaan dari perbandingan perhitungan konvensional dan perhitungan menggunakan algoritma. Selain itu, simulasi koordinasi DOCR yang dilakukan oleh *software* ETAP 12.6.0 dari hasil perhitungan dengan algoritma CSA menunjukkan koordinasi DOCR mampu bekerja dengan baik berdasarkan 2 arah yaitu *forward* dan *reverse* pada jaringan distribusi *mesh* IEEE 8 bus dengan DG.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhardi, Diding. (2018). Pengaman Sistem Tenaga Listrik, Buku Kuliah 2018. UMM Press 2018
- [2] Purwanto W.H, E. (2015). Evaluation of Distributed Generation (DG) Impacts On Protection For Distributed System Used The Protection For Distributed System Used The Protection Coordination Index (PCI) in PT Pertamina RU V Balikpapan. 1. ITS.
- [3] Descara Putra, A. (2016). *Optimisasi Koordinasi Directional Over Current Relay (DOCR) pada Sistem Distribusi Mesh Menggunakan Modified Adaptive Particle Swarm Optimization (MAPSO) dengan Pembangkit Tersebar*. Surabaya: ITS.
- [4] Triyadiputra, A. (2012). Optimasi Kinerja Rele Arus Lebih Berarah Pada Sistem Pembangkitan Terdistribusi Menggunakan Algoritma Genetika.
- [5] Khairul Hakimi, M. (2016). *Optimasi Koordinasi Proteksi Rele Arah Arus Lebih Pada Sistem Distribusi Mesh Dengan Pembangkit Tersebar Menggunakan Algoritma Genetika*. Surabaya: ITS.

# Simulasi Komunikasi Serial Dengan Protokol I<sup>2</sup>C Menggunakan Arduino IDE dan Proteus 8

<sup>1</sup> Candra Pradhana, <sup>2</sup> Mochamad Sulaiman

<sup>12</sup> Teknik Elektro, Universitas Islam Raden Rahmat, Malang  
<sup>1</sup>candraphysics@gmail.com, <sup>2</sup> sule.kmp@gmail.com

**Abstract** – The main goal of this research is to understanding serial communication between microcontroller especially Arduino UNO R3 (hardware) and Arduino IDE (software), this communication is very important concerned with data transmission due to bit data per time. With I<sup>2</sup>C protocol, serial communication is easier dan simple, Arduino R3 support this feature with its A4 and A5 pins. After designed has finished, Arduino as *Master* and *Slave* were coded and after compilation we should find the .Hex extention file and should uploaded into Proteus 8 (Simulino Arduino). The simulation was interfaced by virtual terminal in Proteus 8 or LCD 16x2 I<sup>2</sup>C.

**Keywords** — *Arduino IDE; Serial Communication, I<sup>2</sup>C, Proteus 8, Bit Data*

**Abstrak**—Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami komunikasi serial antar mikrokontroler terutama Arduino UNO R3, komunikasi serial sangat penting terkait dengan transmisi data. Data yang dikirim adalah per bit per waktu. Dengan protokol I<sup>2</sup>C komunikasi data serial akan lebih cepat dan rangkaian lebih sederhana terutama pada kasus digunakan lebih dari satu mikrokontroler (*Master*) ataupun banyak sensor, pin A4 dan A5 Arduino merupakan fitur ini. Dilakukan perancangan dan simulasi komunikasi serial dengan Arduino UNO R3 (Berupa Simulino pada Proteus 8), perancangan dimulai dengan Arduino IDE untuk *Master* dan *Slave*, setelah kompilasi, kode pada Arduino IDE berupa file.Hex akan di unggah ke proteus 8 sehingga simulasi dapat dijalankan dan tampilan bisa dilihat melalui virtual terminal ataupun LCD 16x2 I<sup>2</sup>C.

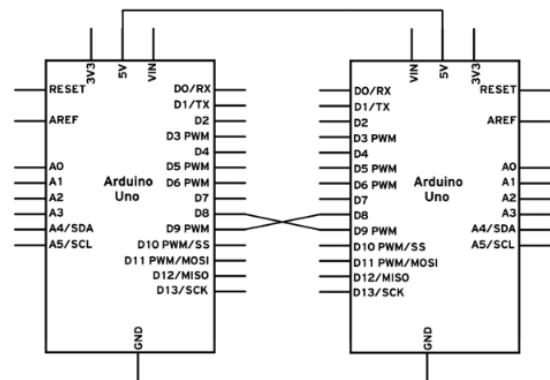
**Kata Kunci**—*Arduino IDE; Komunikasi Serial; I<sup>2</sup>C; Proteus 8, Bit Data*

## I. PENDAHULUAN

Dalam era revolusi industri 4.0 tentunya penggunaan teknologi begitu pesat dan terus berkembang, dalam transmisi data komunikasi serial sangat berperan peting dan tak terpisahkan. Secara umum komunikasi serial menjadi pelopor dalam platform digital [1]. Komunikasi Serial adalah proses pengiriman data per bit dalam waktu tertentu,

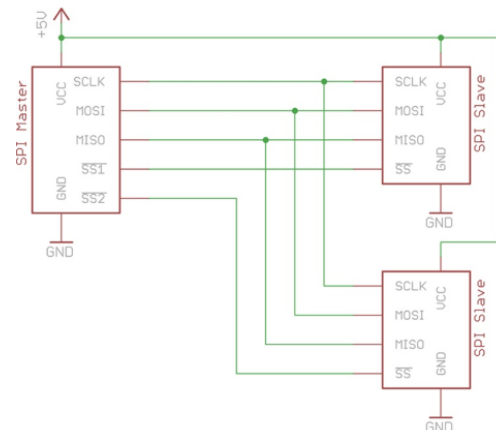
Pada umumnya mikrokontroler mengirimkan data memakai protokol UART, SPI, dan I<sup>2</sup>C. Ketiga protokol komunikasi serial tersebut mempunyai keunggulan tersendiri, akan tetapi untuk banyak sensor dan mikrokontroler semisal kita ingin menghubungkan dua *Master* yaitu dua Arduino Ataupun Arduino dengan Raspberry maka protokol I<sup>2</sup>C lebih tepat. Berikut adalah tiga skema komunikasi serial yang masing-masing mempunyai kekurangan dan kelebihan tersendiri. Dari ketiga protokol hanya I<sup>2</sup>C lah yang mampu mempunyai banyak *Master* (mikrokontroler).

UART (*Universal Unsyncronous Receiver Transmitter*)



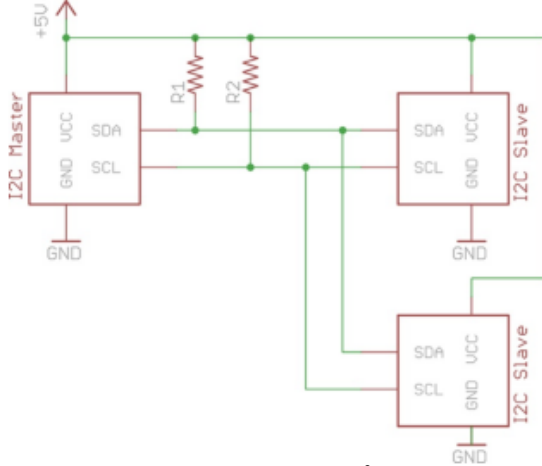
Gambar 1. Protokol UART[2]

SPI (*Serial Peripheral Interface*)

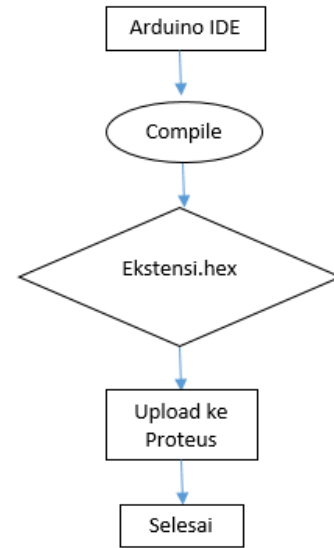


Gambar 2. Protokol SPI[3]

I<sup>2</sup>C (Inter Integrated Circuit)



Gambar 3. Protokol I<sup>2</sup>C[3]



Gambar 4. Diagram Alir Simulasi

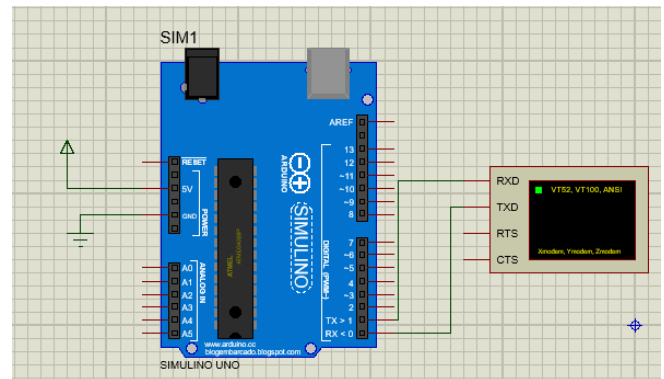
Dalam Protokol I<sup>2</sup>C ada dua kabel bernama SDA (*serial data line*) dan SCL (*serial clock line*), *master* bertugas memulai komunikasi dan *clock*, sedangkan *slave* yang dituju oleh *master*[4]. Kesuksesan dalam membangun protokol komunikasi I<sup>2</sup>C adalah integritas desain elektronika dan kesederhanaan dalam perangkat lunak[5].

Arduino IDE (*Integraterd Development Enviroment*) adalah perangkat lunak untuk Mikrokontroler yang menggunakan bahasa C atau C++, yang mana pengguna dapat mengupload program melalui kabel USB [6]. Dari Arduino IDE kita bisa merancang program untuk komunikasi serial dan setelah dilakukan proses kompilasi maka Arduino IDE akan menampilkan *file* ekstensi.Hex (Lakukan Setting Arduino IDE untuk menampilkan proses kompilasi). *Library* Arduino IDE pertama-tama dibutuhkan untuk simulasi dengan Proteus 8. Dalam Penelitian ini memakai Proteus 8 yang merupakan perangkat lunak elektronika yang memiliki SPICE untuk simulasi interaktif [7].

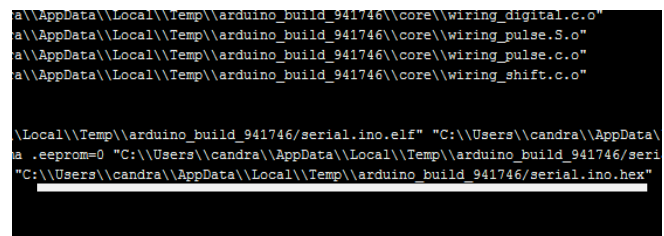
METODE PENELITIAN

A. Metode

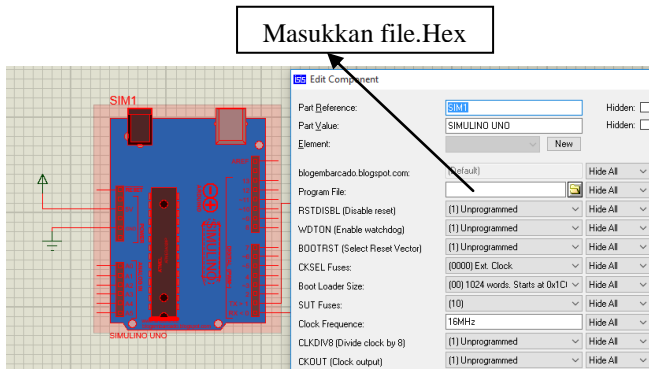
Penulisan kode program pada Arduino IDE dimaksudkan untuk *Master-Slave* yang mana *Master* akan memerintah *Slave*, program Arduino IDE pada *Master* dan *Slave* akan diimplementasikan pada proses simulasi dengan Proteus 8. Pada gambar 4 setelah proses *compile*, akan nampak proses pada Arduino IDE seperti pada gambar 6, Proteus 8 membutuhkan *file* dalam format hexadecimal (.Hex), sehingga kita terlebih dahulu mencari file.Hex pada Arduino IDE.



Gambar 5 . Rangkaian Arduino Proteus



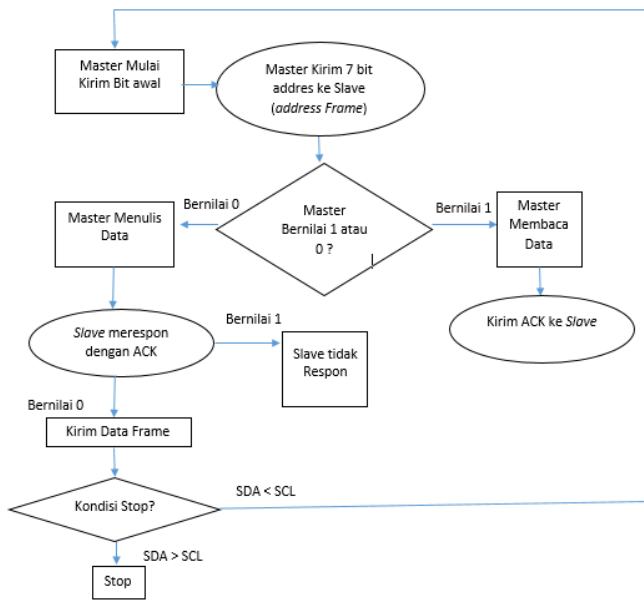
Gambar 6 . Proses Mencari File.Hex



Gambar 7 . Masukkan file dari Arduino ke Proteus

**B. Protokol I<sup>2</sup>C**

Protokol I<sup>2</sup>C (*Inter-Integrated Circuit*) memungkinkan komunikasi dua arah secara lebih cepat dengan menggunakan pin input/output dengan minimal [6]. Pada penelitian ini digunakan Library wire Arduino dan pin A4 dan A5 agar bisa berkomunikasi secara I<sup>2</sup>C.



Gambar 8. Protokol I<sup>2</sup>C Master-Slave

Library Wire pada Arduino IDE mempunyai beberapa fungsi sebagai berikut:

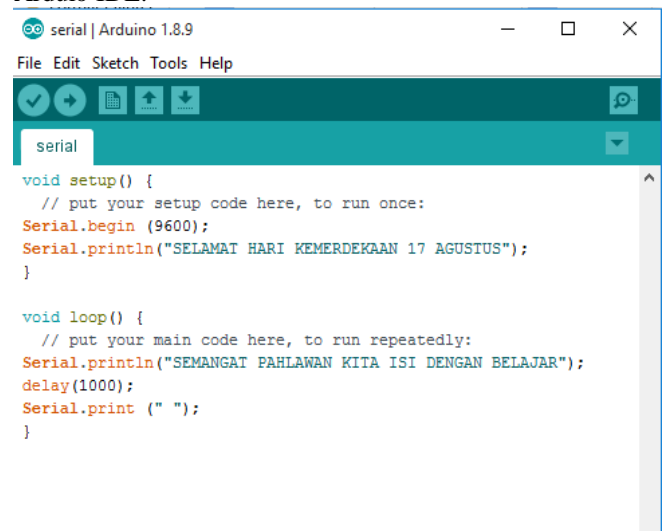
- begin()* - Setting Arduino sebagai Master atau Slave
- requestFrom()* – Digunakan oleh Master untuk meminta data dari Slave
- beginTransaction()* – Master mengirim data ke Slave tertentu
- endTransmission()* – digunakan oleh Master untuk mengakhiri

- write()* – bisa digunakan oleh Master/Slave untuk mengirim data
- available()* – untuk menentukan jumlah Byte
- read()* - membaca byte data dari bus I<sup>2</sup>C
- SetClock()* – digunakan Master untuk mengatur frekuensi
- OnReceive()* - digunakan Slave apabila data diterima Master
- OnRequest()* – digunakan Slave apabila Master meminta

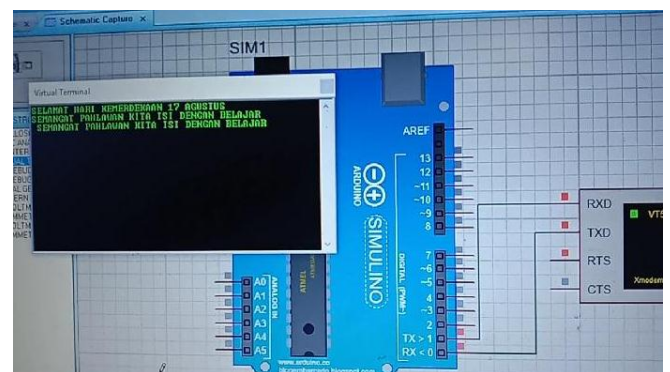
**II. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**C. Simulasi Komunikasi Serial dengan Proteus 8**

Virtual Terminal akan menampilkan output dari simulasi pada proteus 8, hal ini mirip dengan serial monitor pada Arduino IDE.



Gambar 9 . Arduino IDE



Gambar 10 . Simulasi dengan Virtual Terminal

**D. Simulasi Komunikasi Serial dengan I<sup>2</sup>C Listing Kode Arduino IDE untuk Master**

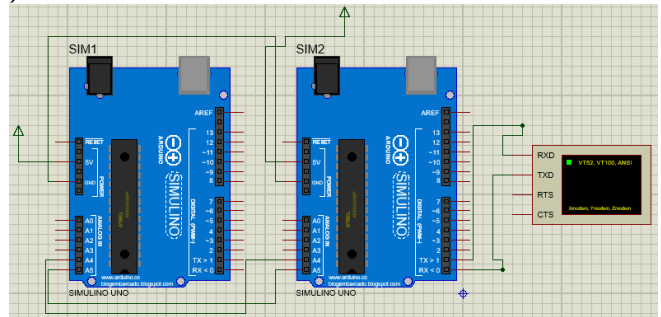
```
#include <Wire.h>
```

```
void setup() {
    Wire.begin(); // Protokol I2c, alamat optional untuk
    Master
}
byte x = 0;
void loop() {
    Wire.beginTransmission(9); // Kirim ke Alamat #9
    Wire.write("x is "); // Kirim string
    Wire.write(x); // Kirim dalam bit
    Wire.endTransmission(); // Berhenti
    x++; //Penambahan
    delay(500);
}
```

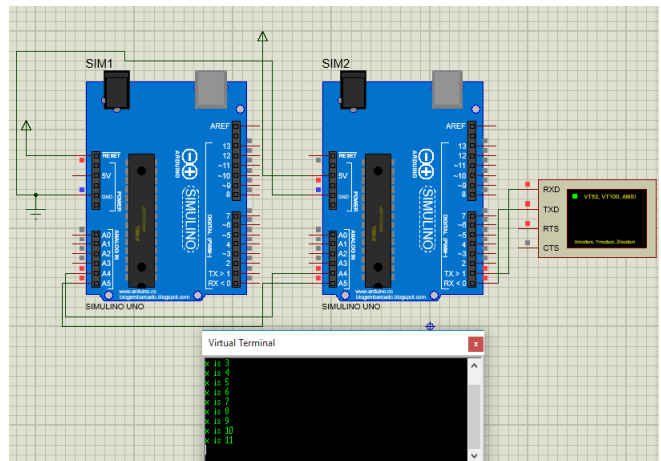
Listing Kode Arduino IDE untuk Slave

```
#include <Wire.h>
void setup() {
    Wire.begin(9); // Bus alamat I2C #9
    Wire.onReceive(receiveEvent);
    Serial.begin(9600); // Mulai Serial Output
}
void loop() {
    delay(100);
}
//function that executes whenever data is received from
Master
// this function is registered as an event, see setup()
void receiveEvent(int howMany) {
    while (1 < Wire.available()) { // loop through all but the
    last
```

```
char c = Wire.read(); // Ubah Byte sebagai karakter
Serial.print(c); // Tampilkan Karakter
}
int x = Wire.read(); // Terime Byte integer
Serial.println(x); // Tampilkan integer
}
```



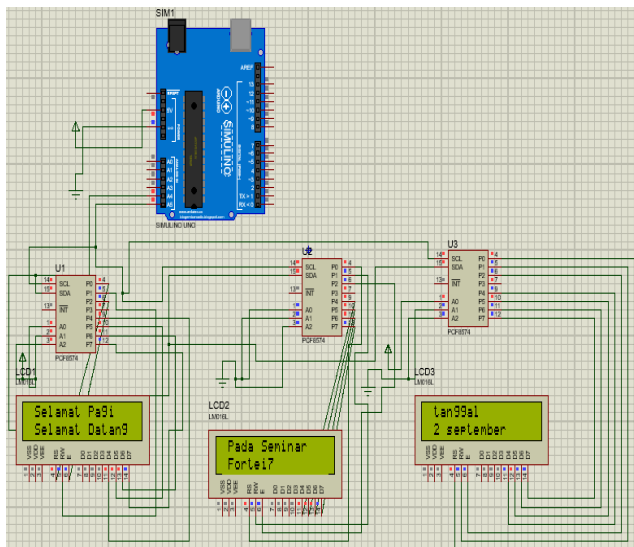
Gambar 11 . Simulasi Arduino sebagai Master-Slave



Gambar 12. Hasil Tampilan Simulasi Dua Arduino

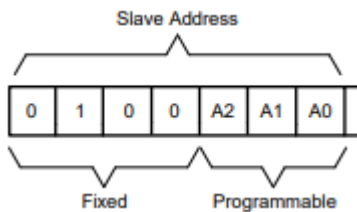
Mikrokontroler umumnya sebagai *Master*, pada gambar 11 Arduino yang bertindak sebagai *Master* dan sebagai *Slave*, sebagai *Master* berarti sebagai pemberi perintah. Pada Gambar 11 dan 12 bertujuan untuk menampilkan *string* dan bit data. Berupa kata (“x is...”) dengan penambahan (*increment*). Kode program dibutuhkan baik untuk *Master* ataupun *slave*, yaitu dengan mengunggah tiap file.Hex ke masing-masing Arduino pada Proteus 8 (Simulino).





Gambar 13. Simulasi I<sup>2</sup>C LCD 16x2

Pada gambar 13 dilakukan simulasi LCD 16x2 dengan PCF8574 sebagai *extender* I/O, terlihat bahwa hanya butuh dua kabel yaitu SCL dan SDA ke Mikrokontroler Arduino, hal ini akan lebih meringkas kabel yang masuk ke Arduino. Yang penting adalah pengalamatan (*addressing*) dari PIC8574, karena jika alamatnya sama maka akan mengalami *error*, salah satu cara mencari alamat *slave* I<sup>2</sup>C adalah dengan melihat *datasheet* dari komponen selain memakai cara I<sup>2</sup>C *scanner*.



Gambar 14. Alamat dari PCF8574 [8]

Dari gambar14 kita bisa membuat alamat dengan A2,A1,A0 pada PCF8574, total kemungkinan adalah  $2^3 = 8$  alamat. Pada gambar 13 menggunakan 3 alamat saja yaitu:

- a) 0100111=0x27 hex
- b) 0100000=0x20 hex
- c) 0100001=0x21 hex

Listing Program 3 LCD I<sup>2</sup>C Arduino IDE:

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd1 (0x27,16,2);
LiquidCrystal_I2C lcd2 (0x20,16,2);
LiquidCrystal_I2C lcd3 (0x21,16,2);
void setup()
```

```
lcd1.begin();
lcd2.begin();
lcd3.begin();
lcd1.backlight();
lcd2.backlight();
lcd3.backlight();
lcd1.setCursor (1,0);
lcd1.print ("Selamat Pagi");
lcd1.setCursor(1,1);
lcd1.print ("Selamat Datang");
lcd2.setCursor (1,0);
lcd2.print ("Pada Seminar");
lcd2.setCursor(1,1);
lcd2.print ("Fortei7");
lcd3.setCursor (1,0);
lcd3.print ("tanggal");
lcd3.setCursor(1,1);
lcd3.print ("2 september");
}
void loop() {
}
```

### III. KESIMPULAN

Simulasi Komunikasi Serial dengan Arduino+Proteus telah berjalan sebagaimana mestinya, data yang dikirim dapat berupa *string*, angka dapat ditampilkan melalui *virtual* terminal ataupun LCD I<sup>2</sup>C, hal yang perlu diperhatikan dalam Protokol ini adalah pengalamatan dari sensor ataupun piranti eksternal yang merupakan *slave*. Pengalamatan (*addressing*) tiap piranti berbeda sehingga perlu melihat *datasheet* dahulu. Protokol I<sup>2</sup>C mempunyai keunggulan yaitu mampu menampung 128 piranti luar dan hanya butuh dua kabel ke mikrokontroler sehingga berguna jika membutuhkan banyak sensor ataupun mikrokontroler, perangkat lainnya, kedepannya diharapkan dapat menambah pemahaman tentang komunikasi serial dengan menggunakan simulasi secara *hardware* dengan banyak sensor semisal RTC,Gyroscope,Ultrasonik I<sup>2</sup>C karena keterbatasan *library* simulasi pada Proteus 8

### IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Louis, "WORKING PRINCIPLE OF ARDUINO AND USING IT AS A TOOL FOR STUDY AND RESEARCH," *Int. J. Control. Autom. Commun. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 21–29, 2016, doi: 10.5121/ijcacs.2016.1203.
- [2] C. Amariei, *Arduino Development Cookbook*. Birmingham-Mumbai: PACKT, 2015.
- [3] J. Blum, *Exploring Arduino*. Wiley.
- [4] V. K. Pandey, "A Review Paper on I2C Communication Protocol," *Int. J. Adv. Res. Ideas*

- Innov. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 340–343, 2018.
- [5] A. Jacob, W. Nurshazwani, W. Zakaria, M. Razali, and B. Tomari, “EVALUATION OF I2C COMMUNICATION PROTOCOL IN DEVELOPMENT OF MODULAR CONTROLLER BOARDS,” *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 8, pp. 4991–4996, 2016.
- [6] A. Wibowo, “Communication Concept Between Bluetooth As a Master and Slave To Exchange Digital Information,” *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 9, no. 2, p. ISSN: 2249 – 8958, 2019, doi: 10.35940/ijeat.B3222.129219.
- [7] S. Fuada and U. P. Indonesia, “Perancangan sistem Kontrol Pada Prototip Pengering Kerupuk Berbasis IC Digital Menggunakan Software Proteus 7.0,” *J. Ilm. Setrum*, no. September, 2017, doi: 10.36055/setrum.v6i1.531.
- [8] T. Instrument, “PCF8574 Remote 8-Bit I / O Expander for I 2 C Bus,” 2015.

## Optimasi MPPT Menggunakan PID dengan Tuning Modified Firefly Algorithm (MFA) Controller

<sup>1</sup>Angga Dwi Atmoko, <sup>2</sup>Ayusta Lukita Wardani, <sup>3</sup>Aris Heri Andriawan

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya

<sup>1</sup>angga.moko@gmail.com, <sup>2</sup>ayustalukitaw@untag-sby.ac.id

**Abstract - Abstracts** *In an effort to reduce energy using fuel as an ingredient main fuel in the generation of electricity, the need for new energy and renewable as a substitute energy. Solar panels are an alternative power plants as a substitute for oil-fired power plants. Thing this is further strengthened by the natural conditions in Indonesia which always get light sufficient sun throughout the year, with a potential of 207.8 GWp. Utilization of solar panels as electricity generation is inseparable from problems the efficiency of the solar panel itself, which is 16%. So needed controls to increase the efficiency of the solar panels, among others Using a DC-DC converter device is also controlled by the PWM influenced by the duty cycle to regulate the size of the conversion to input voltage. The control is carried out using PID with parameter tuning using the MFA algorithm. Testing is done between irradiance of 250 KWh / m<sup>2</sup> to 900 KWh / m<sup>2</sup> the results are panel output solar can be maximized up to 90% with a maximum power output of up to 115 Watt.*

**Keywords** — Solar Energy, PID, Modified Firefly Algorithm, MPPT, EBT

**Abstrak—Abstrak** *Dalam usaha pengurangan energi dengan bahan bakar minyak sebagai bahan bakar utama dalam pembangkitan tenaga listrik, maka diperlukannya energi baru dan terbarukan sebagai energi pengganti. Panel surya merupakan salah satu alternatif pembangkit listrik sebagai pengganti pembangkit listrik berbahan bakar minyak. Hal ini semakin diperkuat dengan kondisi alam di Indonesia yang selalu mendapat sinar matahari yang cukup sepanjang tahun, dengan potensi sebesar 207,8 GWp. Pemanfaatan panel surya sebagai pembangkit listrik tak lepas dari masalah efisiensi dari panel surya itu sendiri, yaitu sebesar 16%. Sehingga diperlukannya pengontrolan untuk meningkatkan efisiensi dari panel surya tersebut, diantara dengan menggunakan perangkat DC-DC konverter juga dikendalikan oleh PWM yang dipengaruhi oleh duty cycle untuk mengatur besar kecilnya konversi terhadap tegangan input. Pengontrolan tersebut dilakukan dengan menggunakan PID dengan penalaan parameter menggunakan algoritma MFA. Pengujian dilakukan pada antara irradiance 250 KWh/m<sup>2</sup> hingga 900 KWh/m<sup>2</sup> hasilnya keluaran panel surya dapat di maksimalkan hingga 90% dengan keluaran daya maksimal hingga 115 Watt.*

**Kata Kunci**—Tenaga Surya; PID; Modified Firefly Algorithm; MPPT; EBT

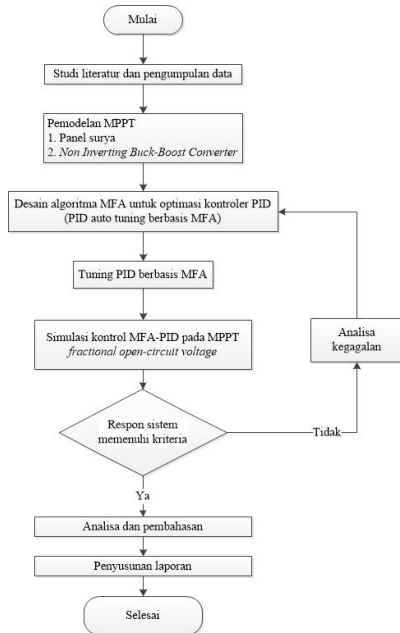
### I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara tropis, yang dimana selalu mendapat paparan sinar matahari hampir sepanjang tahun. Potensi energi matahari yang dapat digunakan di Indonesia 207,8 GWp, sedangkan kapasitas terpasang PLTS sebesar 90,3 MW (Indonesia Energi Outlook 2019). Namun biaya pembangkitan PLTS masih sangat mahal bila dibandingkan dengan biaya pembangkitan pembangkit listrik konvensional karena belum banyak produsen dalam negeri yang memproduksi serta efisiensi yang cukup rendah [1].

Banyak penelitian terkait panel surya yang membahas peningkatan efisiensi. Pemilihan panel surya dibandingkan antara tipe *Monocrystalline* dan *Polycrystalline* pada saat terhalang dan tidak terhalang untuk mendapatkan panel surya yang cocok dengan tempat pemasangan panel surya [2]. Untuk meningkatkan efisiensi dari panel surya maka diperlukan MPPT agar keluaran panel surya tetap optimal meskipun *irradiance* yang diterima terbatas. Penggunaan algoritma optimasi Fuzzy dalam pengaturan MPPT telah menghasilkan duty cycle antara 10% hingga 99% [3]. Pemakaian algoritma optimasi dapat digunakan untuk membersihkan permukaan dari panel surya, karena efisiensi dari panel surya dipengaruhi oleh keadaan permukaan panel [4]. Dalam penelitian ini mencoba mensimulasikan perangkat DC-DC konverter yaitu *Non-Inverting Buck-Boost Converter* dengan *duty cycle* dikendalikan oleh PID dimana parameter PID didapat dengan menerapkan algoritma MFA (auto tuning menggunakan *Modified Firefly Algorithm*) sebagai sistem MPPT.

II. METODE PENELITIAN

A. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart penelitian

B. Studi Pustaka

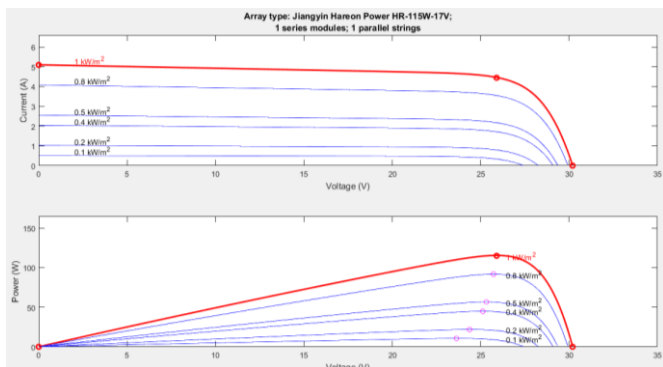
Studi literatur dalam penelitian ini meliputi *review*, jurnal, skripsi, paper atau sumber lain terkait MPPT, *DC-DC converter* (dalam hal ini *Buck-Boost Converter*) dan penggunaan algoritma MFA sebagai penala PID dalam sebuah sistem.

C. Pemodelan

Sebuah sistem simulasi perlu dilakukan pemodelan sistem yang dilakukan dengan pendekatan secara teori dan fungsi, yang selanjutnya akan dikalkulasi kedalam Matlab dan Simulink.

1) Pemodelan Panel Surya

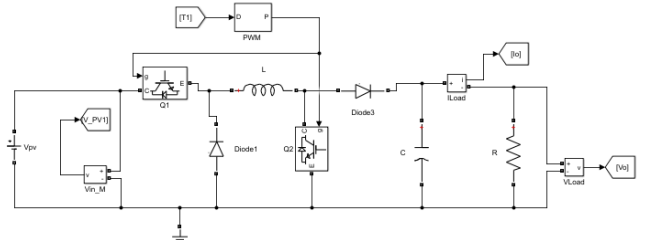
Untuk menentukan *Maximum Power Point* pada panel surya tersebut akan digunakan kurva karakteristik I-V [5]



Gambar 2. Kurva I-V dan P-V panel surya

2) Pemodelan Non Inverting Buck-Boost Converter

Dalam sebuah sistem MMPT terdapat *DC-DC converter* yang difungsikan sebagai pengatur tegangan, agar tegangan yang akan digunakan selalu pada posisi *maximum power point*. *Non-Inverting Buck-Boost Converter* dipilih sebagai *DC-DC converter* karena memiliki *range* kerja yang panjang.[6]



Gambar 3. Pemodelan *DC-DC Converter*

Untuk menentukan nilai komponen-komponen pada *converter* tersebut harus diketahui seberapa besar kapasitas daya yang diperlukan. Sehingga dapat dibuat spesifikasi *Non-Inverting Buck-Boost Converter* sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi *DC-DC Converter*

Parameter	Nilai
Daya(P)	115 W
V <sub>in</sub>	10 V
V <sub>out</sub>	26 V
Frekuensi Switching	40 Khz
Ripple Arus	17,82 A

Dari Spesifikasi pada tabel 1 dan kurva karakteristik pada gambar 3 maka dapat dicari nilai komponen untuk *converter* tersebut, yaitu:

- Menentukan *duty cycle*

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{D}{1 - D} \tag{1}$$

$$D = \frac{V_o}{V_{in} - V_o} = \frac{26}{10 + 26} = 0,7222$$

- Menentukan nilai resistor

$$R = \frac{V_o}{I_o} \tag{2}$$

$$= \frac{26}{4,5} = 5,778 \Omega$$

- Menentukan nilai induktor

$$L_{min} = \left(\frac{1}{F}\right) \times (V_o + 0.7) \times \left(\frac{V_{in}}{V_{in} + V_o + 0.7}\right) \times \left(\frac{1}{\Delta i_L}\right) \tag{3}$$

$$= \left(\frac{1}{40000}\right) \times (26 + 0.7) \times \left(\frac{10}{10 + 26 + 0.7}\right) \times \left(\frac{1}{3,2400}\right)$$

$$L_{min} = 5,6136 \times 10^{-5}H$$

- Menentukan nilai kapasitor

$$C = \frac{V_o \times D}{R \times \Delta V_o \times f} \tag{4}$$

$$= \frac{26 \times 0,7222}{5,778 \times 0,026 \times 40000} = 3,1250 \times 10^{-3}F$$

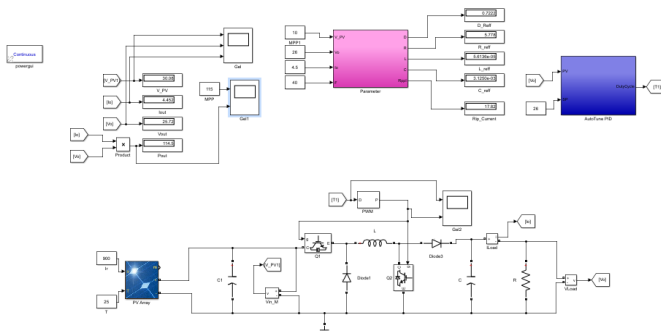
**D. Perancangan Sistem Kontrol MFA-PID**

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh panel surya bergantung pada *irradiance* yang diterima. Sehingga daya keluaran panel surya cenderung tidak pada titik optimalnya. Dalam penelitian ini akan mensimulasikan sistem *buck-boost converter* yang oleh kontrol PID dengan auto tuning menggunakan MFA [7] untuk menentukan parameternya dengan nilai performansi ITAE sebagai *objective function*. [8]

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Model Simulink Sistem**

Sistem kontrol MPPT panel surya dengan *Non-Inverting Buck-Boost Converter* beserta komponen yang telah dihitung, serta sistem PID kontroler dan penalaan menggunakan MFA. Seluruh pemodelan tersebut akan dijadikan satu model dalam Simulink.



Gambar 4. Pemodelan Sistem

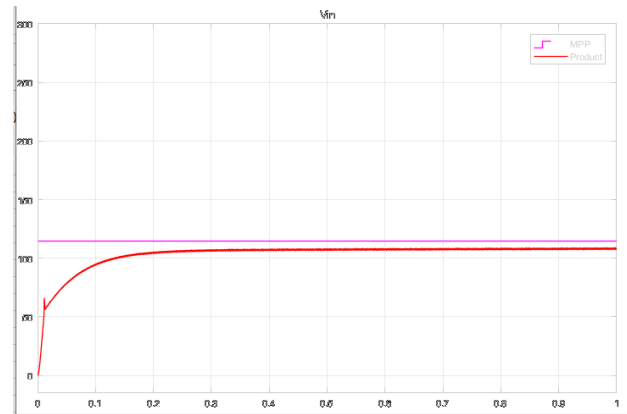
**B. Model Simulink Uji Respon**

Agar dapat mengetahui respon pada sebuah sistem, dilakukan beberapa uji respon. Uji respon yang akan dilakukan uji respon sistem terhadap perubahan *irradiance*, serta temperature matahari, uji respon terhadap sistem MPPT dengan kontrol MFA-PID. Gambar berikut merupakan pemodelan pada Simulink untuk masing-masing uji respon.

**C. Uji Respon MPPT**

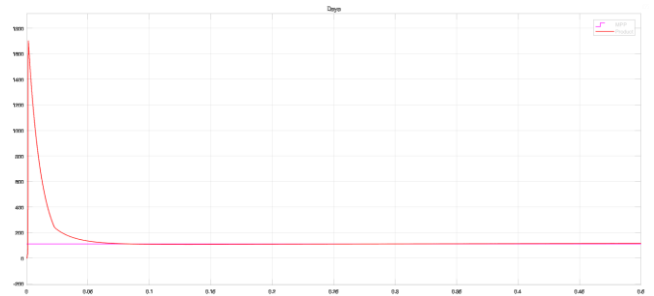
Pada kontrol MPPT menggunakan PID dengan penalaan secara manual menggunakan perhitungan dengan metode Ziegler-Nichols diperoleh nilai performansi sebesar 0,0082 dalam kondisi *Irradiance* sebesar 900 Wh/m<sup>2</sup>, temperature pada panel surya 25 °C dan tegangan keluaran panel surya sebesar 23,84V. Sedangkan pada kondisi yang sama untuk

MPPT menggunakan kontrol PID dengan penalaan parameter MFA nilai performansi dari sistem sebesar 0,00216



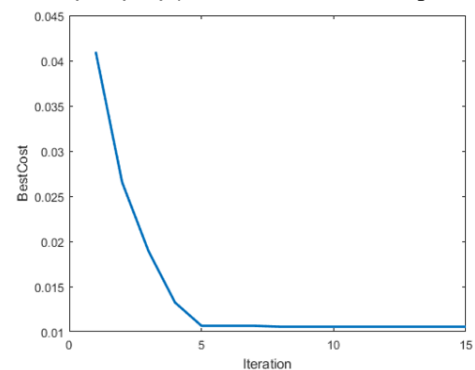
Gambar 5. Uji Respon PID

Hasil pengujian sistem MPPT menggunakan kontrol PID dengan penala parameter algoritma MFA menunjukkan nilai performansi sebesar 0,0106, sedangkan untuk *rise time* selama 0.00294 s dan memiliki *maximum overshoot* sebesar 1703 W serta *settling time* 0,1 s. Untuk *error* pada kondisi *steady state* pada kontroler MPPT ini sebesar 0,6 W pada kondisi panel surya mendapat *Irradiance* sebesar 900 Wh/m<sup>2</sup> dan temperatur pada panel surya sebesar 25 °C



Gambar 6. Uji Respon MFA-PID

Uji respon tersebut didapat dari penalaan menggunakan algoritma *modified firefly* setelah iterasi kedelapan.



Gambar 7. Konvergensi Kunang-kunang

D. Uji Respon Input Step Irradiance

Sistem juga disimulasikan untuk beberapa tingkat irradiance atau pada tingkat pencahayaan yang berbeda. Hasil uji respon sistem untuk tingkat irradiance yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2 Simulasi dengan Input Step Irradiance

Ir	Parameter PID			Performansi Sistem				
	Kp	Ki	Kd	tr(s)	tp(s)	mo	ts(s)	ITAE
600	9,252	9,76370	0,0610	0,0115	0,0195	1150	0,39	0,007
750	7,3142	9,2637	0,0610	0,0118	0,02	1424	0,4	0,009
900	7,6979	9,8270	0,0743	0,003	0,005	1703	0,1	0,0081

Tabel 3 Keluaran daya MPPT

Ir	Parameter PID			Pin (Watt)	Pout (Watt)
	Kp	Ki	Kd		
600	9,252	9,76370	0,0610	47,5	115,4
750	7,3142	9,2637	0,0610	72	114,9
900	7,6979	9,8270	0,0743	100	115,6

IV. KESIMPULAN

1. Pada penelitian ini, pemodelan untuk panel surya, MPPT dan kontrol PID-MFA menggunakan Simulink dan juga editor program yang terdapat pada matlab R2017a. Komponen DC-DC Converter ditentukan dengan menggunakan perhitungan dan diperoleh  $R = 5,778 \Omega$ ;  $L = 5,6136 \times 10^{-5} H$ ; dan  $C = 3,1250 \times 10^{-3} F$ . Dengan demikian pendekatan yang dilakukan akan mendekati dengan kondisi sebenarnya.
2. Kontrol PID dengan penalaan menggunakan algoritma MFA pada sistem MPPT menggunakan DC-DC converter dapat disimpulkan bahwa hasil dari penalaan parameter PID untuk DC-DC converter dengan model Non-Inverting Buck-Boost Converter adalah  $K_p = 7,6979$ ;  $K_i = 9,8270$ ;  $K_d = 0,0743$  yang diperoleh diperoleh dalam 11 iterasi dengan nilai ITAE = 0,008.
3. Dengan performansi yang ditunjukkan oleh kontrol PID dengan penalaan parameter menggunakan algoritma MFA dapat disimpulkan pula bahwa sistem pengontrolan ini dapat digunakan untuk memaksimalkan keluaran daya dari panel surya. Daya yang dihasilkan oleh DC-DC converter sesuai dengan kurva karakteristik P-V sebesar 115W serta nilai arus dan tegangan sebesar 5A dan 26V. Daya pada titik MPP ini diperoleh pada iterasi ke-8, dan respon pada buck-boost converter selama 0,35 detik.

Keluaran daya dari panel surya dimaksimalkan dengan menjaga tegangan keluaran panel surya tetap pada titik maksimalnya yaitu 26 V.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. W. Ang, *Indonesia: Energy Outlook*. Energy Research Group, Department of Physics, Cavendish Laboratory ..., 1982.
- [2] A. L. Wardani, "Perbandingan Antara Solar Cell Tipe Monocrystalline Dan Polycrystalline Pada Keadaan Terhalang Untuk Pertimbangan Pemilihan Pembangkit Tenaga Surya," *ReTII*, pp. 251-256, 2019.
- [3] P. Slamet, S. Yuliananda, and S. Santoso, "Simulasi Desain Kontrol MPPT Sistem Photovoltaic (MPPT Control Design Simulation Photovoltaic Systems)," *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, vol. 3, no. 1, pp. 40-56, 2019.
- [4] A. Ridho'i, "The Application of Artificial Intelligence for Cleaning Surfaces of the Solar Cells to Improve the Voltage Output," in *Advanced Materials: Springer*, 2017, pp. 577-589.
- [5] A. Goetzberger and V. U. Hoffmann, *Photovoltaic solar energy generation*. Springer Science & Business Media, 2005.
- [6] R. D. Muhammad, "Pemodelan Untuk Rangkaian Listrik," ed: Deepublish, 2019.
- [7] S. K. Sarangi, R. Panda, S. Priyadarshini, and A. Sarangi, "A new modified firefly algorithm for function optimization," 2016: IEEE, pp. 2944-2949.
- [8] R. Aisuwarya and Y. Hidayati, "Implementation of Ziegler-Nichols PID Tuning Method on Stabilizing Temperature of Hot-water Dispenser," 2019: IEEE, pp. 1-5.
- [9] P. Slamet, "PENGARUH PEMBEBANAN LANGSUNG PADA BATERAI TERHADAP ARUS PENGISIAN SOLARCELL PADA JAM OPTIMAL," *JHP17: Jurnal Hasil Penelitian*, vol. 4, no. 01, 2019.
- [10] E. Y. K. Adi, M. Fahmi, and P. Slamet, "RANCANG BANGUN ATAP OTOMATIS BERBASIS PLC DENGAN MENGGUNAKAN SOLAR CELL (STUDI KASUS PENJEMURAN KRUPUK)," 2018.
- [11] P. Slamet, "Tegangan Keluaran Solar Cell Type Monocrystalline Sebagai Dasar Pertimbangan Pembangkit Tenaga Surya," *JHP17: Jurnal Hasil Penelitian*, vol. 2, no. 01, 2017.
- [12] A. Ridho'i, B. Hariadi, and K. Setyadjit, "Penerapan Ligth Dependent Resistor (LDR) sebagai Referensi Keluaran Solar Sell," *SinarFe7*, vol. 2, no. 1, pp. 231-236, 2019.

## Rancang Bangun Sistem Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Akuarium Berbasis Arduino Uno

<sup>1</sup> Bernado Da Costa Ximenes, <sup>2</sup> Syahri Muharom

<sup>12</sup> Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya

<sup>1</sup>bernadocosta@gmail.com, <sup>2</sup>syahrimuharom@itats.ac.id

**Abstract** – The feeding process can maximize fish to growth, but this time the feeding process is still done manually, not automatically, from it the researcher create automatically fish feeding system based on time. The system design is include Real Time Clock (RTC), Load Cell as feed weight, and Microcontroller as main system. The running system is based on RTC, while RTC read the time, and the feeding set is 06 and 12 AM, and 06 PM. The system will detected RTC time and the solenoid feed container 1 is open, and then the feed in container 2, in feed container 2 is has a load cell, load cell will read the feed weight, if the feed more then 2 grams, the solenoid feed container 1 is closed, and solenoid 2 in container will open for 5 second to provide fish feed. From the test result from 12 tests, the system have been 10 successes and 2 failures, this failures is influenced by RTC, where the RTC cannot display the current time. That's why the system built has successful percentage of the feeding fish is 83%. The researcher hope the system can help in providing fish feed and can maximize the fish.

**Keywords** — RTC, Load Cell, Arduino, Aquarium, Feed, Fish.

**Abstrak**—Proses pemberian pakan ikan yang teratur dapat memaksimalkan pertumbuhan ikan, pada saat ini kebanyakan proses pemberian pakan masih dilakukan secara manual, belum secara otomatis, dari latar belakang tersebutlah peneliti membuat sebuah sistem pemberi pakan ikan otomatis berdasarkan waktu. Perancangan sistem ini meliputi real time clock (RTC), load cell sebagai pembaca berat pakan, dan arduino uni sebagai pengendali sistem. RTC akan membaca waktu dimana pemberian pakan di lakukan pada pukul 06.00, 12.00, dan 18.00, sistem akan mendeteksi waktu dari RTC, ketika pukul 06.00 solenoid tampungan pakan akan terbuka, menuju tampungan pakan yang terdapat load cell, load cell akan membaca berat, jika lebih dari 2 gram maka, solenoid tampungan pakan akan tertutup, dan solenoid tampungan pakan load cell akan terbuka selama 5 detik untuk memberikan pakan ikan, dari 12 pengujian yang telah dilakukan, terdapat 10 kali berhasil dan 2 kali mengalami kegagalan, kegagalan ini di pengaruhi oleh RTC yang tidak bisa menampilkan waktu saat ini. Oleh sebab itu sistem yang dibangun ini mempunyai prosentase keberhasilan sistem dalam memberi pakan ikan sebesar 83%. Peneliti berharap sistem ini dapat membantu dalam pemberi pakan ikan dan dapat memaksimalkan ikan dalam berkembang.

**Kata Kunci**—RTC, Load Cell, Arduino, Aquarium, Pakan, Ikan.

### I. PENDAHULUAN

Pemberian pakan ikan merupakan hal yang penting dalam pembudidayaan ikan. secara umum pemberian pakan masih dilakukan secara manual yang berorientasi pada sumber daya manusia. Hal ini memiliki kekurangan yang juga berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan seperti, kesalahan penjadwalan dan tidak terkontrolnya takaran pakan yang diberikan. Pemberian pakan ikan dilakukan sebanyak 2-3 kali dalam sehari dengan takaran dan waktu yang tepat [1]

Memelihara ikan adalah suatu hobi masyarakat yang sangat digemari dari dulu sampai sekarang. Karena kemudahannya dalam perawatannya yang membuat orang ingin memelihara ikan. Ikan yang dipelihara dalam akuarium harus di diperhatikan waktu pemberian pakan yang teratur dan terus menerus. Namun karena kesibukan atau kegiatan lain dari di luar dugaan. Pada suatu penangkaran ikan, pemberian pakan ikan adalah suatu kegiatan yang rutin dilakukan. Begitu juga dengan pengontrolan akuarium sebaiknya dilakukan secara rutin untuk pembuatan benih ikan yang baik. Pengontrol akuarium dilakukan untuk mengkonidisikan lingkungan yang baik bagi pertumbuhan ikan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi budidaya ikan adalah pemberian pakan. Pemberian pakan yang baik adalah dilakukan secara teratur dan rutin sesuai dengan penjadwalan. Pakan yang diberikan terlalu sedikit akan menghasilkan pertumbuhan ikan optimal karena ikan kekurangan gizi. Sebaliknya pakan yang diberikan terlalu banyak maka akan dapat menyebabkan pencemaran dari sisa-sisa makanan yang terhubung. Dengan pemberian pakan yang cukup, maka masalah dapat dicegah.

Seringkali menjadi suatu masalah pada saat proses pemberian pakan ikan diakuarium. Kendala ketika seseorang harus bepergian jauh hingga memakan waktu yang lama sampai sehari-hari, pasti akan berpikir bagaimana dengan keadaan ikan-ikan yang dipelihara dan bagaimana cara agar bisa memberi pakan ikan-ikan tersebut dengan terus menerus atau terjadwal tanpa harus mengganggu aktivitas sehari-hari. Dengan kemajuan teknologi sekarang membantu memudahkan manusia khususnya dengan cara otomatisasi untuk pemberian pakan ikan [2].

Pembuatan sistem otomatis pemberian pakan telah banyak berkembang[3], proses pembacaan waktu menjadi salah satu yang dibutuhkan sistem untuk memberikan pakan ikan secara otomatis[4], penggunaan load cell sebagai pendeteksi berat benda telah banyak digunakan untuk mendeteksi berat benda[5], mikrokontroler sebagai otak untuk

memproses segala sistem banyak digunakan pada bidang bidang otomatis, seperti penjadwalan penyiraman tanaman[6], pengaturan suhu[7], dan lain lain.

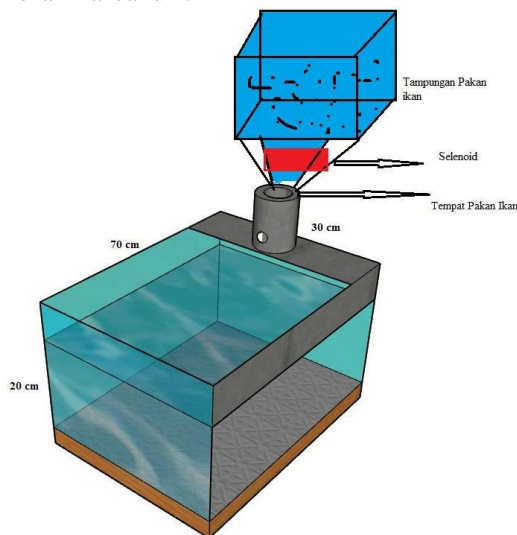
Dari permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu alat yang dapat memberi pakan ikan secara otomatis pada waktu yang telah ditentukan yaitu dengan mengatur waktu pemberian pakan sesuai dengan jadwal yang diinginkan pengguna tersebut tidak perlu khawatir lupa atau harus ada pada saat memberi pakan ikan peliharannya. maka penulis memberikan solusi dengan merancang alat dengan judul **Rancang Bangun Sistem Pemebrian Pakan Ikan Otomatis Pada Akuarium Berbasis Arduino Uno.**

## II. METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan semua tahapan proses kerja yang akan dilakukan pada penelitian ini, proses tahapan kerja mencakup perancangan dan pembuatan perangkat keras (*Hardware*) maupun perangkat lunak (*Software*). Berikut diagram alir tentang tahapan kerja yang dilakukan.

### A. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik dengan ukurannya yaitu tinggi 20 cm, panjang 70 cm dan lebar 30 cm. Pada disain mekanik di atas terdapat penampungan pakan ikan, yang nantinya akan di rancang sedemikian rupa, sehingga nantinya sistem akan memberikan pakan ikan secara otomatis. Pada aquarium nantinya akan diberi ikan sebagai objeknya, ikan yang ada pada aquarium adalah jenis ikan hias koi. Gambar 1 adalah disain mekanik aquarium.

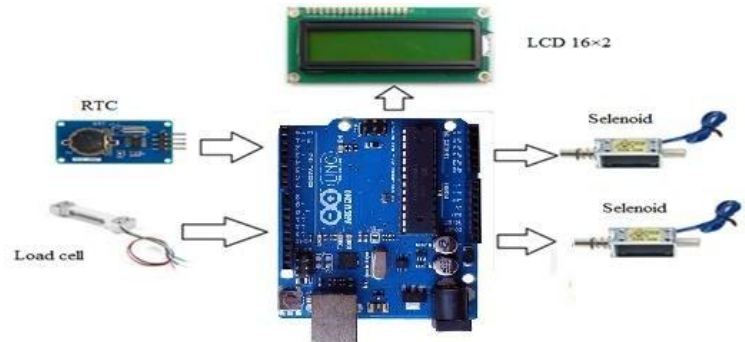


Gambar 1. Gambar Rancangan Mekanik Aquarium

### B. Perancangan Hardware

Pada perencanaan hardware yang direncanakan terdapat beberapa komponen yang diperlukan untuk merancang sistem. arduino adalah sebagai otak dari sistem yang akan mengolah semua data yang di perlukan oleh sistem. RTC adalah sebagai pewaktu pada sistem, Load Cell adalah sebagai

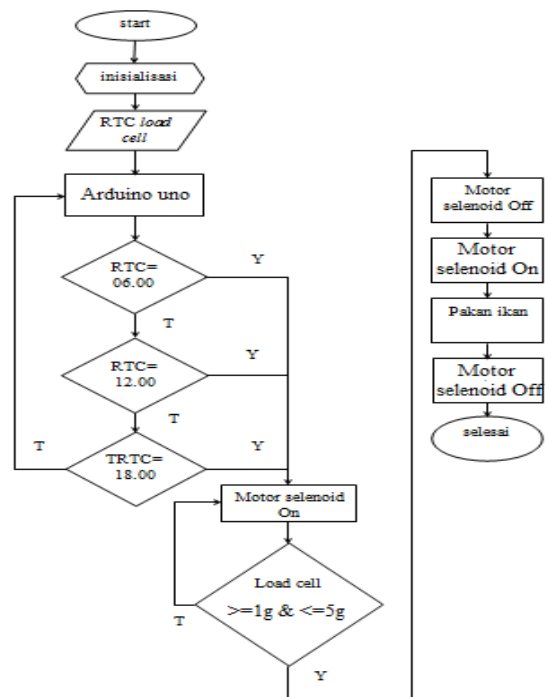
sensor berat untuk pakan ikan yang di berikan. Pada perencanaan hardware ini terdapat 3 buah output, yang pertama adalah LCD 16x4 sebagai tampilan informasi, selanjutnya solenoid, sebagai pembuka dan penutup saluran pakan ikan. Gambar 2 adalah perancangan hardware.



Gambar 2. Gambar Rancangan Hardware

### C. Flowchart Sistem

Pada flowchart sistem yang terdapat pada gambar 3 diatas terdapat beberapa proses dari sistem yang harus dikerjakan untuk pemberian pakan ikan. Gambar 3 adalah flowchart sistem.



Gambar 3. Gambar flowchart sistem.

Proses awal adalah inisialisasi dimana proses ini merupakan persiapan keseluruhan sistem. Proses



selanjutnya adalah input, dimana pada input ini terdapat RTC sebagai pewaktu, dan Load Cell sebagai sensor berat. Proses selanjutnya adalah pengecekan waktu pemberian pakan ikan, pada sistem yang dirancang ini pemberian pakan ikan dilakukan selama 3 kali dalam sehari, pada pukul 06.00 pagi, 12.00 siang dan 18.00 malam. RTC akan membaca waktu sebenarnya, ketika waktu menunjukkan pukul 06.00 pagi, selenoid akan bekerja untuk membuka saluran pakan ikan, selanjutnya pakan ikan akan di tampung di dalam tempat yang telah di sediakan dan dipasang sensor load cell, ketika load cell membaca berat dari pakan ikan seberat  $\geq 1g$  &  $\leq 5g$ , maka sistem akan memerintahkan motor selenoid untuk menutup saluran pakan ikan. Setelah saluran pakan ikan menutup, pakan ikan yang berada pada tampungan akan diberikan ke aquarium dengan mengontrol motor untuk membuka kran pemberian pakan ikan. Pada pukul 12.00 dan 18.00 akan dilakukan proses yang sama.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

#### A. Kalibrasi Load Cell

Kalibrasi load cell dilakukan untuk mendapatkan nilai yang paling kecil dari selisih antara timbangan digital yang sudah ada dengan hasil pembacaan pada load cell, pada table 1 adalah hasil dari pembacaan load cell sebelum dan sesudah kalibrasi.

Tabel 1. Data Load Cell Sebelum Kalibrasi

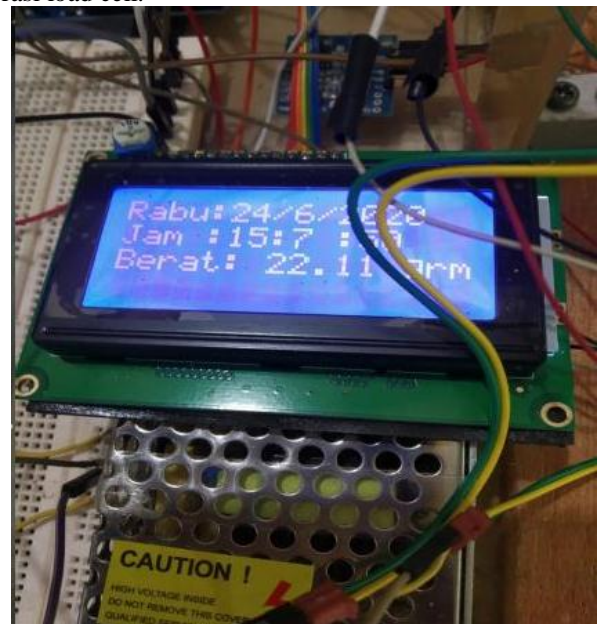
No	Parameter Benda	Hasil Timbangan Digital (Gram)	Load Cell Sebelum Kalibrasi (Gram)	Selisih (Gram)
1	Pakan Ikan	17,5	0,82	16,68
2	Pakan Ikan	20,3	0,97	19,33
3	Pakan Ikan	24,2	1,21	22,99
4	Pakan Ikan	33,3	1,70	31,6
5	Pakan Ikan	44,3	2,35	41,95
6	Pakan Ikan	48,8	2,82	44,38
7	Pakan Ikan	54,9	2,94	51,96
8	Pakan Ikan	56,7	3,46	53,24
9	Pakan Ikan	96,6	5,50	91,1
10	Pakan Ikan	99,7	5,50	94,2

Dari hasil yang telah didapatkan dari proses pembacaan load cell sebelum kalibrasi, dapat dilihat pada table 1, selisih antara timbangan digital dan load cell sangat besar antara 16 sampai dengan 94 gram, dari itu proses kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan pembacaan nilai load cell yang lebih baik. Table 2 adalah hasil setelah dilakukan kalibrasi pada load cell.

Tabel 2. Data Load Cell Setelah Kalibrasi

No	Parameter Benda	Hasil Timbangan Digital (Gram)	Load Cell Setelah Kalibrasi (Gram)	Selisih (Gram)
1	Pakan Ikan	17,5	17,6	0,1
2	Pakan Ikan	20,3	20,1	0,2
3	Pakan Ikan	24,2	24	0,2
4	Pakan Ikan	33,3	33,5	0,2
5	Pakan Ikan	44,3	44,1	0,2
6	Pakan Ikan	48,8	48,5	0,3
7	Pakan Ikan	54,9	54,4	0,5
8	Pakan Ikan	56,7	56,5	0,2
9	Pakan Ikan	96,6	96,5	0,1
10	Pakan Ikan	99,7	99,3	0,4

Dari hasil yang telah didapatkan dari proses pembacaan load cell setelah kalibrasi, dapat dilihat pada table 2, selisih antara timbangan digital dan load cell antara 0,1 sampai dengan 0,5. Dari hasil ini load cell telah sesuai dengan yang diinginkan karena mempunyai selisih yang kecil terhadap timbangan digital. Berikut gambar 4 tampilan LCD pada saat kalibrasi load cell.



Gambar 4. Gambar Tampilan LCD pada saat Kalibrasi.

#### B. Pengujian Sistem Buka Tutup Penampungan Pakan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa berat pakan ikan yang diberikan ke ikan berdasarkan waktu buka pada selenoid, Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa semakin lama waktu solenoid terbuka, maka semakin banyak pakan ikan yang diberikan table 3 adalah hasil pengujian yang dilakukan pada sistem ini.

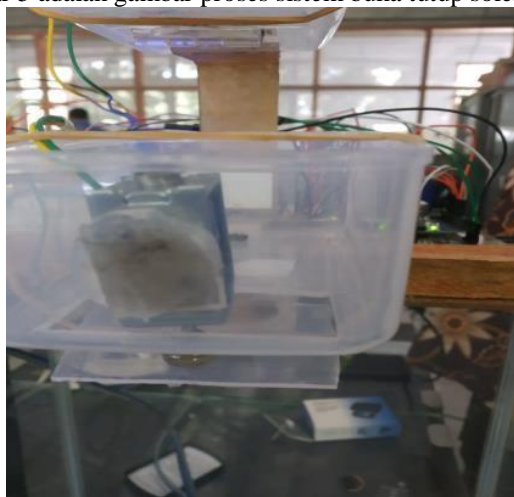
Tabel 3. Banyaknya pakan ikan yang ada ditampung berdasarkan waktu

No	Waktu Selenoid Terbuka (Detik)	Berat Pakan yang diberikan pada ikan (Gram)
1	1,65	0,83
2	2,5	3,5
3	3,45	4,5
4	4,6	5,5
5	5	6,2
6	6,45	6
7	7,25	6,6
8	8	7,2
9	9,45	8
10	10	9,6

Tabel 4. Pengujian sistem buka tutup pemberian pakan ikan

No	Waktu (Detik)	Berat Pakan Awal (Gram)	Sisa pakan Load cell	Pakan yng diberikan
1	1,2	1,75	0,24	1,51
2	2,5	2,0	1,5	1,5
3	3	2,45	2,25	0,20
4	4,75	3,26	2,20	1,6
5	5,25	6,40	4,25	2,15
6	6,46	7,30	5,12	2,18
7	7	6,56	5,25	1,31
8	8,50	3,69	3,0	0,69
9	9,45	4,23	2,15	2,8
10	9,25	4,30	2,25	2,15

. dari proses pengujian tabel diatas, dapat dilihat pada Gambar 5 adalah gambar proses sistem buka tutup solenoid.

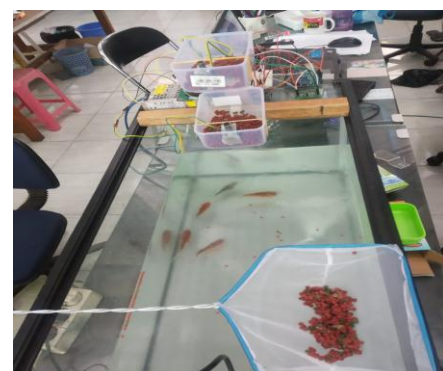


Gambar 5. Gambar Tampilan solenoid waktu buka tutup

**C. Hasil Pengujian Sistem Buka Tutup Pemberian Pakan**

Dari beberapa pengujian yang dilakukan sebelumnya dalam penelitian, maka ada data yang mengenai pengujian sistem buka tutup pemberian pakan dan dari hasil pengujian tersebut yang kita dapat dalam tabel yang di bawah maka menunjukkan beberapa hasil yang sudah diketahui dalam proses pengujian yang dilakukan dari hasil tersebut maka dari hasil yang ada di bawah maka kita dapat disimpulkan bahwa ketika kita memberikan atau menarukan pakan ke dalam box pertama dan saat kita ditekan motor selenoidnya dalam beberapa detik maka pakan yang ada di box tersebut maka sebagian pakan yang kita menarukan akan jatuh kedalam tempat wadah yang dibawah lalu ditimbang oleh sensor load cell yang ada, setelah di timbang maka pakan yang ada akan baru diberikan ke ikan yang ada di dalam akuarium, melalui motor selenoid sebagai sistem buka tutup pemberian pakan. Berikut tabel 4 hasil pengujian sistem buka tutup pemberian pakan.

Dari hasil yang ada pada tabel 4 yang di atas maka memberikan penjelasan mengenai hasil yang dilakukan dalam proses pengujian sistem buka tutup pemberian pakan, maka ada sebuah contoh gambar yang ada untuk memberikan penjelasan secara singkat mengenai hasil yang didapat dalam tabel yang ada di atas, maka proses pengujiannya yang pertama dilakukan yaitu menarukan pakan yang ada ke dalam box dengan berat pakan awal yang didapatkan 1,75gram, setelah ditarukan pakannya lalu pakan yang ada di box akan jatuh didalam box berikutnya melalui pengujian sistem untuk membuka tempat pakan secara otomatis dalam 1,2(detik), maka pakan yang jatuh ke dalam box yang ada dibawah, sebagai hasil sisa pakan yang didapat dalam hasil timbangan load cell dengan senilai 0,24gram, dan dari kedua hasil yang ada maka untuk dijumlahkan maka ditemukan hasil berat pakan yang diberikan senilai 1,51gram. Berikut gambar 6 adalah gambaran pada sistem.



Gambar 6. Gambar pengujian sistem uka tutup solenoid

**D. Pengujian Keseluruahn sistem**

Dari beberapa hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya maka diadakan uji coba mengenai hasil pengujian pemeberian pakan yang ada di dalam tabel yang di bawah, maka prosese

uji coba hasil yang didapatkan dalam tabel yang dibawah sebagai berikut. Target pakan awal yang kita butuh yang ada beberapa gram di dalam hasil yang ada di tabel dibawah yang ada di kolom kedua.

Target berat pakan ini sebelum diberikan pakan kepada ikan tersebut ke dalam akurium maka proses awal yang dilakukan, saat motor selenoid satu di buka dalam beberapa detik, maka pakan ikan yang ada di dalam box pertama yang ada di atas akan jatuh ke box yang kedua diwah, maka sisa pakan yang ada di box kedua sebelum memberikan ke dalam akuarium harus di timbang dari sensor load cell baru mengetahui nilai yang di timbang dari load cell maka hasil sisa pakan itu akan diberikan dalam akuarium, maka proses pembukaan pada tempat pakan itu akan dibuka dalam 5 detik, untuk proses buka tempat pakan sendiri melalui motor selenoid yang kedua yang di box dibawah maka tempat pakan tersebut dibuka maka sisa pakan ikan yang ada akan dituan ke dalam akuarium. Tabel 5 adalah pengujian keseluruha sistem.

Tabel 5. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Target Berat (gram)	Waktu Selenoid 1 (detik)	Waktu Selenoid 2 (detik)	Berat Pakan (gram)	Sisa Pakan (gram)
1	0,25	1,1	5	0,20	0,05
2	0,5	1,25	5	0,3	0,2
3	0,75	1,75	5	0,55	0,2
4	1,0	1,95	5	0,45	0,55
5	1,25	2	5	0,75	0,5
6	1,50	2,25	5	0,85	0,65
7	1,75	2,50	5	1,0	0,75
8	2,0	2,75	5	0,75	1,25
9	2,05	2,85	5	0,95	1,1
10	2,30	3,2	5	1,50	0,8
11	2,55	3,15	5	1,0	1,55
12	2,85	3,35	5	0,85	2
13	3,05	3,75	5	2,25	0,5
14	3,15	3,95	5	2,20	0,95
15	3,50	4,5	5	2,50	1
16	3,0	4,24	5	1,75	1,25
17	4,15	4,50	5	4,10	0,05
18	4,25	4,75	5	3,35	0,9
19	4,75	4,80	5	3,37	1,38
20	4,50	4,95	5	4,25	0,25

Dari penjelasan diatas yang membuat tentang hasil pengujian keseluruhan sistem pemberian pakan, maka ada beberapa contoh hasil gambar yang ada pada pengujian sistem itu, sebelum memberikan sebuah contoh, yang pertama harus mengetahui progres yang dibuat dalam alat itu sendiri apakah hasil yang diuji saat kita melakukan sesuai dengan hasil yang kita targetkan atau tidak di sesuaikan, maka dari beebberapa hasil pengujian dilihat dari tabel yang di atas itu ada juga hasil yang tidak sesuaikan seperti contoh hasil yang di colom yang

terakhir tentang hasil sisa pakan maka disimpulkan target pakan yang kita berikan ke tempat wadah yang ada saat motor selenoid satunya dibuka beberapa detik, maka pakan yang kita berikan yang ada sebagian pakan yang nanti jatuhkan ke wadah satu yang di bawah untuk di timbang maka setelah di timbang sisa pakan yang ada akan diberikan ke dalam akuarium.

Proses pemberian itu yaitu setelah motor dua dibuka dalam lima detik maka sisa pakan akan jatuh ke dalam akuarium maka dari hasil yang ada dapat disimpulkan pada saat pakan ikan kita berikan dalam target kita kurang maksimal untuk memberikan pakan itu ke dalam akurium, karena mempengaruhi dari tempat pakan yang di buat maka dari sini hasil yang kita targetkan tidak sesuaikan. Berikut gambar 7 hasil pengujian keseluruhan sistem.



Gambar 7. Gambar pengujian keseluruhan sistem

*E. Pengujian sistem berdasarkan hari dengan RTC*

Jadwal untuk pemberian pakan untuk hari senin terbagi menjadi empat tahap, setelah kita sudah tau waktu untuk pemberian pakan maka kita juga harus tau bagaimana proses awalnya untuk pemberian pakan, yang pertama waktu yang kita memberikan pakan, mulai dari jam 06.00 berat pakan yang kita targetkan untuk memberikan pakan 2g pada tempat wadah yang ada lalu dalam beberapa detik motor selenoid dibuka maka pakan yang kita berikan sebagiannya akan jatuh ke wadah yang di bawah setelah memberikan sisa pakan ke dalam akuarium maka load cell ditimbang maka dapatnya 2,2 gram.

Selesai ditimbang maka sebagian dari pakan yang ditimbang oleh load cell, maka pakan tersebut akan diberikan ke dalam akuarium senilai 1,7g, maka sisa pakan yang ada dibox yang kedua masih ada 0,5g maka dari proses pemberian pakan yang diuji menunjukan bawah pemberian untuk jadwal hari senin jam 06.00 berhasil saat melakukan pengujian. Tabel 6 adalah hasil pengujian pemberian pakan per hari.

IV. KESIMPULAN

Dari pembuatan sistem pemberi pakan ikan pada aquarium ini, didapatkan kesimpulan bahwa pengujian pembacaan lad cell memiliki range selisih yang cukup rendah yaitu diantara 0,1 sampai dengan 0,5 gram. Sedangkan untuk pengujian sistem buka tutup solenoid tampungan pakan ikan, terdapat sisa pakan ikan yang masih ada di tampungan, hal ini disebabkan oleh disain mekanik yang telah dibuat. Pengujian keseluruhan sistem pemberian pakan ikan mendapatkan tingkat keberhasilan sebesar 83%, dari 12 kali pengujian di daptkann 10 kali berhasil dan 2 kali gagal.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1] V. Yanuar, "PENGARUH PEMBERIAN JENIS PAKAN YANG BERBEDA TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN BENIH IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DAN KUALITAS AIR DI AKUARIUM PEMELIHARAAN," *Ziraa'ah Maj. Ilm. Pertan.*, vol. 42, no. 2, pp. 91–99, 2017.

[2] K. Penyediaan and I. Bagi, "Budidaya ikan air tawar ramah lingkungan untuk mendukung keberlanjutan penyediaan ikan bagi masyarakat," no. April, 2018.

[3] S. Muhammad, A. Muid, and D. Triyanto, "RANCANG BANGUN SISTEM PEMBERI PAKAN IKAN DAN PENGUKUR pH AIR PADA KERAMBA BERBASIS WEBSITE," *J. Coding, Sist. Komput. Untan*, vol. 04, no. 02, pp. 161–172, 2016

[4] Y. Divayana, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. Udayana, "Penggantian Air Pada Akuarium Berbasis Mikrokontroler Atmega328P," vol. 6, no. 2, pp. 72–77, 2019.

[5] P. Manggala Aditnya, P. Basrah Ali "Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis" *JTEV*, vol. 06, no. 02, pp. 113-121.2020.

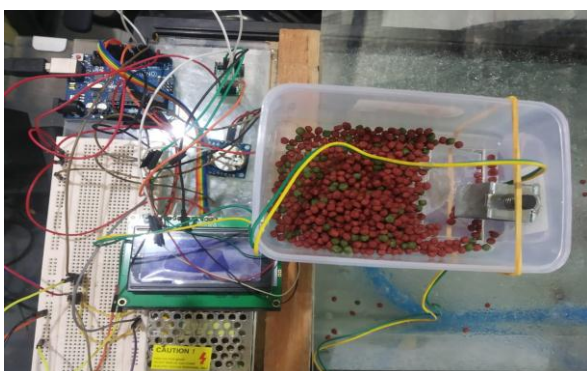
[6] M. syahri, S. Heru, S. Surya Adi, "Rancang Bangun sistem penyiram tanaman bawang merah secara otomatis", *SNTEKPAN*, vol. 01, issue 01, pp 385-390. 2019.

[7] A. surya, K. Antonius Ari, S. Titiek, M. syahri, "Pengaturan tingkat suhu dan kelembaban pada mesin penetas telur burung puyuh", *Sinarfe7*, vol. 02, issue 01. pp 459-463. 2019.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem berdasarkan hari

Hari Ke	Jam	Set Berat (Gram)	Berat Pakan (Gram)	Pakan yang di berikan (Gram)	Sisa Pakan (Gram)	Ket
1	06	2	2,2	1,7	0,5	Ok
	12	2	2,4	1,2	1,2	Ok
	18	2	2,1	1,9	0,2	Ok
2	06	2	2,3	0,8	1,5	Ok
	12	2	2,2	1,2	1	Ok
	18	2	2,2	1,5	0,7	Ok
3	06	2	2,2	1,7	0,5	Ok
	12	2	2,1	1,5	0,6	Ok
	18	2	2,1	1,2	0,9	Ok
4	06	2	2,2	1,7	0,5	Ok
	12	2	-	-	-	X
	18	2	-	-	-	X

Dari beberapa percobaan yang dilakukan mengenai hasil pengujian sistem pemberian pakan berdasarkan hari, beberpa hari yang ada di tabel yang di atas maka dianalisis bahwa dalam percobaan yang dilakukan ada 4 hari dan 12 kali percobaan, dalam 12 kali percobaan yang dilakukan maka menghasilkan 10 percobaan yang berhasil dan 2 percobaan yang gagal, maka dari 10 kali percobaan yang berhasil maka dapat nilai persentase yang ada senilai 83 % dalam 10 kali percobaan yang dilakukan, 2 kali error terjadi dikarenakan RTC tidak dapat membaca waktu sehingga proses pemberian pakan ikan terhenti. Berikut gambar 8 adalah gambaran kerja sistem.



Gambar 8. Gambar pengujian sistem pada hari ke 1

## Rancang Bangun Sistem Keamanan Gerbang Otomatis dengan *Radio Frequency Identification* (RFID)

<sup>1</sup>Febinur Alito Putra, <sup>2</sup>Ratna Hartayu

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118  
Telp:+6287762827504

E-mail: <sup>1</sup>Alitofebi@gmail.com, <sup>2</sup>rhartayu@untag-sby.ac.id

**Abstract** - Most gate security systems currently still use traditional gates, so it is less effective for residential spots with many occupants because they can waste time when there is a queue for inspection by gate security officers, besides conventional gates have the potential for human error. So that a gate security system that is easier and more effective is needed, from the above problems the writer has the idea of creating an automatic RFID-based gate security device by utilizing E-KTP as an RFID tag, Finger print sensor and Keypad as an automatic gate security. The design of automatic gate safety uses the Atmega328 microcontroller as the main processor of the circuit. This research uses research and development methods, namely methods that aim to create and develop these products. This method is applied in the research step which has 9 steps, namely (1) initial, (2) potential and problems, (3) information research, (4) designing tools, (5) design confirmation, (6) tool creation, (7) testing test tools, (8) data recap (9) data analysis. The conclusion that can be drawn is that the trial of the gate safety device can operate smoothly according to the planned plan. The RFID Reader used has a frequency of 13.56 MHz which is placed near the Fingerprint sensor which can identify the E-KTP ID with the farthest distance of 1.8 cm. The servo motor can activate the gate automatically if the E-KTP ID is correct, there must be at least 2 correct inputs from all 3 inputs, the gate will close again within 5 seconds.

**Keywords:** *E-KTP, Fingerprint sensor, RFID*

**ABSTRAK** - Kebanyakan sistem pengaman gerbang saat ini masih memakai gerbang tradisional, sehingga kurang efektif untuk spot perumahan dengan banyak penghuni didalamnya karena dapat membuang-buang waktu ketika terjadi antrian pemeriksaan oleh petugas keamanan gerbang, selain itu gerbang konvensional memiliki potensi human error. Sehingga diperlukan sistem keamanan gerbang yang lebih mudah dan efektif, dari permasalahan diatas penulis memiliki ide menciptakan alat pengaman gerbang otomatis berbasis RFID dengan memanfaatkan E-KTP sebagai RFID tag, Finger print sensor dan Keypad sebagai pengaman gerbang otomatis. Rancang bangun pengaman gerbang otomatis memakai mikrokontroler Atmega328 sebagai pemroses utama rangkaian. Penelitian ini memakai cara penelitian dan pengembangan yaitu cara yang bertujuan menciptakan dan mengembangkan produk tersebut. Cara ini diaplikasikan pada langkah penelitian

memiliki 9 langkah yaitu (1) awal, (2) potential dan problem, (3) information research, (4) merancang alat, (5) konfirmasi desain, (6) penciptaan alat, (7) tes uji alat, (8) rekap data (9) analisa data. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu uji coba alat pengaman gerbang dapat berperasi dengan lancar sesuai dengan rencana yang telah direncanakan. RFID Reader yang dipakai mempunyai frekuensi 13,56 MHz yang ditaruh didekat Fingerprint sensor yang bisa mengidentifikasi ID E-KTP dengan jarak terjauh 1,8 cm. Motor servo dapat mengaktifkan gerbang secara otomatis bilamana ID E-KTP benar, minimal harus ada 2 input yang benar dari keseluruhan 3 input, gerbang akan menutup ulang dalam kurun waktu 5 detik.

**Kata kunci :** *E-KTP, Fingerprint sensor, RFID*

### I. PENDAHULUAN

Saat ini keamanan pada perumahan masih memakai sistem pengaman manual yaitu menggunakan gerbang tradisional yang dijaga oleh satpam/security kurang praktis pada zaman modern sekarang, karena probabilitas human error tidak dapat terelakkan, serta sistem saat ini masih dapat terdapat penyusup atau orang asing yang dapat masuk ke area perumahan tanpa seizin satpam/security tersebut, karena pencuri sekarang semakin cerdas dalam membobol pintu atau gerbang pada kediaman pribadi[1]-[3]. Semakin tersebar nya teknologi sistem keamanan bisa diganti dengan memakai alay otomatis menggantikan sistem keamanan gerbang tradisional.

Teknologi identifikasi otomatis (Auto-ID) kebanyakan dipakai untuk meningkatkan keamanan dan pendeteksian *identity*. Teknologi (RFID) Radio Frequency Identification kebanyakan dipakai buat identifikasi pada *keylock*, hewan pada kendaraan, dan untuk sistem keamanan[4], [5].

RFID adalah teknologi yang memakai gelombang radio bisa dipakai untuk mendeteksi suatu obyek, RFID merupakan sistem yang bisa menransmisikan dan mendapat data dengan cara memanfaatkan gelombang radio, memiliki 2 bagian yaitu reader dan transponder[6], [7].

Katu Tanda Penduduk Elektronik (E-KTP) bisa dipakai sebagai tag RFID karena memiliki chip yang menyimpan

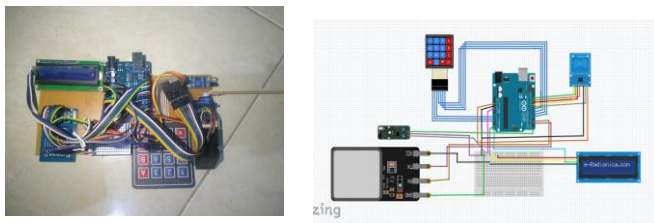
nomer ID istimewa, alat pengaman juga dapat mengidentifikasi kartu elektronik lain seperti E-TOL dan lain-lain[8]-[10].

II. METODE PENELITIAN

A. Sistem

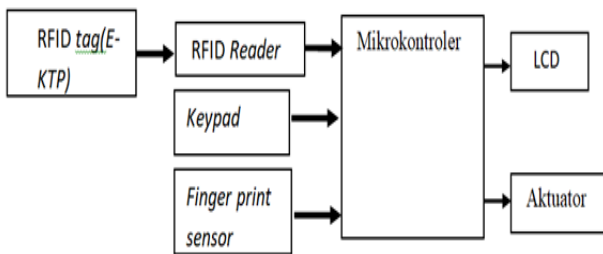
Terdiri dari blok diagram sistem, cara kerja alat, *Diagram alir* atau diagram alur kerja alat, gambar rancangan alat, dan *software* pada mikrokontroler Atmega32. Perencanaan sistem keamanan gerbang otomatis disusun dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Model sistem menggunakan penampang acrilyc dengan panjang & lebar 20cm x 14cm dilengkapi dengan servo motor di ujungnya.
- b. Pembacaan sensor atau syarat keamanan menggunakan 3 sensor yaitu *Fingerprint sensor*, *RFID reader* dan *Keypad*.
- c. Pendeteksian objek ketika telah melewati servo motor menggunakan *Infrared sensor*.
- d. Skema dan diagram blok sistem keamanan gerbang otomatis bisa dilihat digambar 1 dan 2.



Gambar 1. Skema Alat

Perancangan blok diagram bisa dilihat digambar 2.



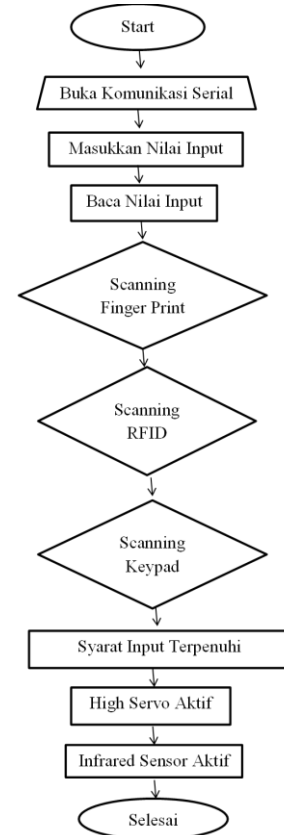
Gambar 2. Diagram Blok

B. Prinsip Kerja

Cara kerja alat / prototype ini sebagai berikut :

- Sistem memakai 3 input utama sebagai syarat mengaktifkan servo motor
- Menggunakan catu daya sebesar 12 Volt.

- Registrasi E-KTP baru menggunakan program serial monitor.
- Registrasi pola sidik jari baru menggunakan program enroll yang kemudian dapat dibaca oleh mikrokontroler
- Pendeteksian objek yang telah melewati servo motor menggunakan *Infrared sensor*.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem

C. Parameter Registrasi

Parameter registrasi diperlukan untuk menentukan syarat utama sebelum melakukan pendaftaran input baru yaitu kode RFID pada E-KTP dan pola sidik jari pada jari manusia, syarat-syarat utama pada registrasi input baru yaitu:

1. KTP yang dapat digunakan hanya KTP elektronik saja, kartu lain yang sejenis seperti kartu E-TOL juga dapat digunakan
2. Pola sidik jari yang dapat dibaca oleh sensor harus jelas dalam artian tidak kotor, basah dan sebagainya
3. Jumlah digit password yang dapat di inputkan sebanyak 3 digit dari angka 1 hingga 9.
4. Program enroll pada registrasi sidik jari menampung 127 data.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian RFID Reader

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak tempel E-KTP pada RFID Reader, jarak awal yaitu 0 cm dimana kartu menempel ada RFID reader, pengujian jarak juga bertujuan agar pengguna dapat mengetahui jarak maksimal penempelan pada RFID Reader[11].

Tabel 1. Tabel jarak penempelan E-KTP pada RFID Reader

No	Tipe Tag ID	Jarak (cm)	Keterangan
1	E- KTP	0 cm	Terbaca
2		0.2 cm	Terbaca
3		0.4 cm	Terbaca
4		0.6 cm	Terbaca
5		0.8 cm	Terbaca
6		1 cm	Terbaca
7		1.2 cm	Terbaca
8		1.4 cm	Terbaca
9		1.6 cm	Terbaca
10		1.8 cm	Terbaca
11		2 cm	Tidak Terbaca
12		2.2 cm	Tidak Terbaca
13		2.4 cm	Tidak Terbaca

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penempelan E-KTP terhadap RFID Reader memiliki jarak minimal dan jarak maksimal yaitu 0 cm sampai dengan 2,4 cm, pada jarak maksimal RFID Reader tidak dapat membaca data pada kartu sehingga tidak adanya feedback menuju mikrokontroler dan servo motor tidak dapat membuka gerbang.

B. Pengujian Fingerprint sensor

Pengujian ini bertujuan agar pengguna dapat mengetahui kondisi pola jari seperti apa yang dapat dibaca oleh fingerprint sensor, karena perubahan pola sidik jari yang terlalu signifikan dapat mempengaruhi tingkat pembacaan pada sensor, detail pola sidik jari disimpan melalui program enroll pada arduino sehingga pola sidik jari dikonversi menjadi 3 digit angka kemudian dibaca oleh mikrokontroler arduino, dalam pengujian kali ini menggunakan 4 kondisi jari yaitu jari bersih, basah, berdebu dan jari luka.

Berikut ini merupakan beberapa variabel pengujian dan tabel hasil pengujian sensor sidik jari *Fingerprint* :



Gambar 4. Variabel Pengujian

C. Pengujian Jari Bersih Atau Kering

Pada saat jari kering (a) pola terbentuk sempurna akan tetapi terdapat banyak jalur yang terputus-putus dan itu akan mengakibatkan bertambahnya jumlah pola dibandingkan dengan kondisi jari paling baik. Akan tetapi selama kondisi jari kering memiliki pola-pola yang dibutuhkan untuk pencocokan maka dalam kondisi ini tingkat keberhasilan dalam pencocokan masih terbilang tinggi.

Tabel 2. Pengujian Jari Bersih

JARI BERSIH				
No	Pendaftaran		Pencocokan	
	Status	Waktu	Status	Waktu
1	Dibaca	1 Detik	Cocok	2 detik
2	Dibaca	3 Detik	Cocok	2 detik
3	Dibaca	1 Detik	Cocok	2 detik
4	Dibaca	2 Detik	Cocok	3 Detik
5	Dibaca	2 Detik	Cocok	2 detik
6	Dibaca	3 Detik	Cocok	3 Detik
7	Dibaca	3 Detik	Cocok	3 Detik
8	Dibaca	2 Detik	Cocok	2 detik
9	Dibaca	2 Detik	Cocok	3 Detik
10	Dibaca	2 Detik	Cocok	1 detik

Berdasarkan Tabel 2 hasil pengujian kondisi jari bersih sebanyak 10x percobaan pendaftaran dan pencocokan. Pada percobaan pendaftaran dari 10x percobaan memiliki tingkat 10x keberhasilan dengan rasio keberhasilan 100%. Sedangkan untuk 10x percobaan pencocokan memiliki tingkat keberhasilan 10x dengan rasio keberhasilan 100%.

D. Pengujian Jari Basah

pada kondisi Jari basah (b) dimana hasil perekaman akan terlihat banyak pola yang tersambung padahal dalam pola asli jari tidak ada. Dalam hal ini maka akan banyak terbentuk pola baru ataupun mengubah jenis pola yang ada menjadi pola yang lain. Jika jumlah perubahan pola sangat banyak maka saat melakukan pencocokan banyak pola yang tidak cocok

sehingga terjadi kegagalan pencocokan. Kondisi Jari ini memiliki tingkat keberhasilan yang rendah.

Tabel 3. Pengujian Jari Basah

JARI BASAH				
No	Pendaftaran		Pencocokan	
	Status	Waktu	Status	Waktu
1	Dibaca	7 Detik	Tidak Cocok	10 Detik
2	Dibaca	2 Detik	Tidak Cocok	3 Detik
3	Dibaca	3 Detik	Tidak Cocok	10 Detik
4	Dibaca	2 Detik	Tidak Cocok	2 Detik
5	Dibaca	4 detik	Tidak Cocok	5 detik
7	Dibaca	2 Detik	Tidak Cocok	7 Detik
8	Dibaca	2 Detik	Cocok	2 Detik
9	Error	5 Detik	Cocok	2 Detik
10	Error	2 Detik	Cocok	3 Detik

Berdasarkan tabel 3 hasil pengujian kondisi jari basah sebanyak 10x percobaan pendaftaran dan pencocokan. Pada percobaan pendaftaran dari 10x percobaan memiliki tingkat keberhasilan 8x dengan rasio keberhasilan 80%. Sedangkan untuk 10x percobaan pencocokan memiliki tingkat keberhasilan 4x dengan rasio keberhasilan 40%.

E. Pengujian Jari Berdebu

Pada kondisi jari berdebu mirip seperti jari basah namun perubahan pola biasa sampai keseluruhan jari karena material debu yang solid akan merusak seluruh pola dari jari.

Tabel 4. Pengujian Jari Berdebu

JARI BERDEBU				
No	Pendaftaran		Pencocokan	
	Status	Waktu	Status	Waktu
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel 4 hasil pengujian jari basah sebanyak 10x percobaan pendaftaran dan pencocokan. Pada percobaan pendaftaran dari 10x percobaan memiliki tingkat keberhasilan 0x dengan rasio keberhasilan 0%. Sedangkan untuk 10x percobaan pencocokan memiliki tingkat keberhasilan 0x dengan rasio keberhasilan 0%.

F. Pengujian Jari Luka

pada kondisi jari luka terlihat seperti pola jari kering, faktor penentu yaitu se berapa parah luka yang merusak pola jari. Percobaan sebelumnya luka yang diuji coba hanya sebatas goresan. Pada kasus ini perubahan terjadi pada pola jari tidak terlalu signifikan dan jari mungkin kehilangan beberapa pola namun dengan rasio kehilangan pola yang kecil masih diterima selama pola lain tidak mengalami perubahan.

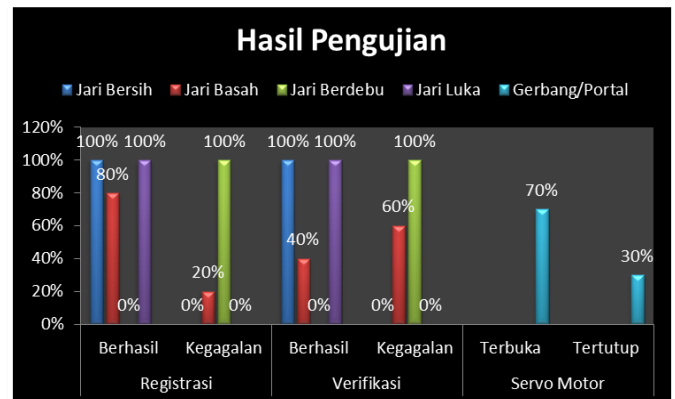
Tabel 5. Pengujian Jari Luka

JARI LUKA				
No	Pendaftaran		Pencocokan	
	Status	Waktu	Status	Waktu
1	Dibaca	13 Detik	Dibaca	17 Detik
2	Dibaca	7 Detik	Dibaca	7 Deik
3	Dibaca	25 Detik	Dibaca	4 Detik
4	Dibaca	13 Detik	Dibaca	15 detik
5	Dibaca	5 Detik	Dibaca	15Detik
6	Dibaca	11 Detik	Dibaca	7 Detik
7	Dibaca	3 Detik	Dibaca	8 Detik
8	Dibaca	17 Detik	Dibaca	7 Detik
9	Dibaca	13 Detik	Dibaca	15 detik
10	Dibaca	9 Detik	Dibaca	17 Detik

Pada Tabel 5 pengujian kondisi Jari luka, dilakukan 10x percobaan pendaftaran dan pencocokan. Pada percobaan pendaftaran dari 10x percobaan memiliki tingkat keberhasilan 10x dengan rasio keberhasilan 100% dan 10x percobaan pencocokan memiliki tingkat keberhasilan 10x dengan rasio keberhasilan 100%.

G. Grafik Pengujian Sidik Jari

Grafik hasil pengujian fingerprint sensor terhadap pola sidik jari yang bervariasi.



Gambar 5. Grafik Pengujian



1. Dari hasil pengujian pada sensor *Fingerprint* pendaftaran dan pencocokan dengan kondisi jari bersih. Tingkat keberhasilan 100% dengan 10x pengujian. Sedangkan untuk percobaan pencocokan. Tingkat keberhasilan 100% dengan 10x pengujian.
2. Dari hasil pengujian pada sensor *Fingerprint* pendaftaran dan pencocokan dengan kondisi jari basah. Tingkat keberhasilan 80% kegagalan 20% dengan 10x pengujian. Sedangkan untuk percobaan pencocokan. Tingkat keberhasilan 40% kegagalan 60% dengan 10x pengujian.
3. Dari hasil pengujian pada sensor *Fingerprint* pendaftaran dan pencocokan dengan kondisi jari berdebu. Tingkat keberhasilan 0% dengan 10x pengujian.
4. Dari hasil pengujian pada sensor *Fingerprint* pendaftaran dan pencocokan dengan kondisi jari luka. Tingkat keberhasilan 100% dengan 10x pengujian.

#### H. Uji keluruhan kinerja alat

Pengujian keseluruhan alat ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja serta potensi alat, poin yang di uji yaitu kinerja fungsi AND dimana pengguna cukup memasukkan 2 inputan untuk membuka gerbang, pengujian dilakukan dengan mensampling data kemudian dapat disimpulkan dalam tabel berikut:

Tabel 9. Pengujian Keseluruhan Kinerja Alat

No	Kondisi input			Servo motor (Gerbang)
	Fingerprint sensor	RFID Reader (E-KTP)	Keypad	
1	Benar	Benar	Benar	Tertutup
2	Benar	Benar	Salah	Tertutup
3	Benar	Salah	Benar	Tertutup
4	Salah	Benar	Benar	Tertutup
5	Salah	Salah	Benar	Tertutup
6	Salah	Benar	Salah	Tertutup
7	Benar	Salah	Salah	Tertutup
8	Salah	Salah	Salah	Tertutup

#### IV. KESIMPULAN

Kinerja sistem keamanan gerbang otomatis menggunakan 3 inputan yaitu RFID (E-KTP), dimana jarak maksimal penempelan kartu yaitu 1,8 cm, pada sensor fingerprint harus menggunakan sidik jari bersih untuk mendapatkan tingkat akurasi pencocokan yang tinggi, Numeric pad dan Sensor sidik jari yang telah diprogram oleh arduino IDE dengan persentase keberhasilan sistem keamanan gerbang adalah 100%.Penulis mengharapakan agar kedepannya alat ini bisa

dikembangkan sehingga lebih baik lagi dalam hal kemudahan dalam memasukkan data inputan seperti angka password numerik. Penelitian ini masih menggunakan sensor-sensor yang keamanannya masih tergolong tipe lama sehingga disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat ditambahkan sensor yang lebih modern yaitu face recognition sensor. Untuk manajemen penyimpanan jumlah data pengguna yang masih menggunakan kapasitas kecil sehingga nantinya dapat ditambahkan semacam memori tambahan/eksternal agar dapat menyimpan data pengguna lebih banyak.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Majgaonkar, R. Hodekar, and P. Bandagale, 'Automatic Door Locking System', vol. 4, no. 1, p. 5, 2016.
- [2] F. Undala, D. Triyanto, and Y. Brianorman, 'PROTOTYPE SISTEM KEAMANAN PINTU MENGGUNAKAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) DENGAN KATA SANDI BERBASIS MIKROKONTROLER', vol. 03, no. 1, p. 11, 2015.
- [3] S. Santoso and M. Auliani, 'Aplikasi Parkir Kendaraan Memanfaatkan Radio Frequency Identification (RFID)', *Prosiding SNaPP: Sains, Teknologi*, vol. 4, no. 1, pp. 405–410, 2014.
- [4] B. Liu and C.-H. Chu, 'Security analysis of EPC-enabled RFID network', in *2010 IEEE International Conference on RFID-Technology and Applications*, Jun. 2010, pp. 239–244, doi: 10.1109/RFID-TA.2010.5529931.
- [5] Qiang Li *et al.*, 'Secure UHF-RFID tag for vehicular traffic management system', in *2017 IEEE International Conference on RFID (RFID)*, May 2017, pp. 26–29, doi: 10.1109/RFID.2017.7945582.
- [6] J. Hu, D. Wang, Y. Ding, J. Zhang, and H. Tan, 'Design and implementation of intelligent RFID security authentication system', in *2010 IEEE International Conference on RFID-Technology and Applications*, Jun. 2010, pp. 286–290, doi: 10.1109/RFID-TA.2010.5529923.
- [7] S. Santoso and R. Nuralina, 'Perencanaan dan Pengembangan Aplikasi Absensi Mahasiswa Menggunakan Smart Card Guna Pengembangan Kampus Cerdas', *Jurnal Integrasi*, vol. 9, no. 1, pp. 84–91, 2017.
- [8] '(PDF) SISTEM KEAMANAN BRANKAS BERBASIS KARTU RFID E-KTP', *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/334397315\\_SISTEM\\_KEAMANAN\\_BRANKAS\\_BERBASIS\\_KARTU\\_RFID\\_E-KTP](https://www.researchgate.net/publication/334397315_SISTEM_KEAMANAN_BRANKAS_BERBASIS_KARTU_RFID_E-KTP) (accessed Aug. 24, 2020).
- [9] '(PDF) Room Door Security System Using Microcontroller-Based On E-KTP', *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/341732661\\_Ro](https://www.researchgate.net/publication/341732661_Ro)

- om\_Door\_Security\_System\_Using\_Microcontroller-  
Based\_On\_E-KTP (accessed Aug. 24, 2020).
- [10] '(PDF) Utilization of E-KTP as Home Safety Using  
Arduino Nano Based on Android', *ResearchGate*.  
[https://www.researchgate.net/publication/336277695\\_Utilization\\_of\\_E-KTP\\_as\\_Home\\_Safety\\_Using\\_Arduino\\_Nano\\_Based\\_on\\_Android](https://www.researchgate.net/publication/336277695_Utilization_of_E-KTP_as_Home_Safety_Using_Arduino_Nano_Based_on_Android) (accessed Aug. 24, 2020).
- [11] H. Maghfiroh, L. Rizal, and R. Hidayat, 'Pengujian RFID sebagai Pendeteksi Identitas Kendaraan untuk Mengatasi Pelanggaran Traffic Light', Jul. 2012.

# Pembangkit Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Hybrid dengan *Thermoelectric Generator*

<sup>1</sup>Khusnul Maulana Ibrahim, <sup>2</sup>Puji Slamet, <sup>3</sup>Gatut Budiono

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

<sup>1</sup>kusnuly62@gmail.com, <sup>2</sup>pujislamet@untag-sby.ac.id, <sup>3</sup>gatut\_budiono@untag-sby.ac.id

**Abstract** - Renewable energy has an important role in fulfilling the need for environmentally friendly energy. Indonesia is on the equator which is blessed with abundant solar energy. Most of the utilization of solar energy only uses solar panels, in this study the utilization of solar energy also uses a thermoelectric generator design. The working principle of a thermoelectric generator is by utilizing temperature differences to generate electricity, namely the hot temperature of solar radiation and cold air temperatures. With this hybrid design, it can make more varied and optimal in the use of solar power as a new renewable energy. The test results with a series of 10 parallel thermoelectric generators of type SP1848 27145SA produced 5.8 V and a current of 0.7 A, then amplified by a boost converter up to 13 V. The solar panels used were 100 WP polycrystalline type. The Hybrid is able to fully charge a 45 Ah battery in 8.03 hours, then it can turn on a 400 W lamp load for 10 hours. Hybrid testing also shows that it can supply 10 W lamp loads on grid.

**Keywords:** *Solar Energy, Solar Panels, Thermoelectric Generator.*

**Abstrak**— Energi baru dan terbarukan mempunyai peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi yang ramah lingkungan. Indonesia berada di jalur khatulistiwa yang diberkahi energi matahari berlimpah. Sebagian besar pemanfaatan energi surya hanya menggunakan panel surya, pada penelitian ini pemanfaatan energi surya juga dengan menggunakan rancangan thermoelectric generator. Prinsip kerja thermoelectric generator yakni dengan memanfaatkan perbedaan suhu untuk menghasilkan listrik, yakni suhu panas radiasi matahari dengan suhu dingin udara. Dengan hybrid rancangan ini dapat menjadikan lebih variatif dan optimal dalam pemanfaatan tenaga surya sebagai energi baru terbarukan. Hasil pengujian dengan rangkaian seri paralel 10 buah thermoelectric generator tipe SP1848 27145SA menghasilkan 5,8 V dan arus 0,7 A, kemudian dikuatkan dengan boost converter hingga 13 V. Panel surya yang digunakan 100 WP tipe polycrystalline. Hybrid mampu men-charge aki kapasitas 45 Ah hingga penuh dengan waktu 8,03 jam, kemudian mampu menyalakan beban lampu 400 W selama 10 jam. Pengujian hybrid juga menunjukkan mampu mensuplai beban lampu 10 W secara on grid.

**Kata Kunci:** *Energi Surya, Panel Surya, Thermoelectric Generator.*

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan sehari-hari. Semua peralatan kini membutuhkan sumber listrik, namun pembangkit listrik di Indonesia mayoritas masih mengandalkan fosil sebagai bahan bakar, kita ketahui bahwa fosil merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui[1]. Dimana ketika kita gunakan secara terus menerus maka akan habis, untuk mengatasi itu perlu adanya energi terobosan. Energi baru dan terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Sebagaimana kita ketahui Indonesia berada di jalur khatulistiwa yang diberkahi energi matahari yang berlimpah sepanjang tahun di seluruh wilayahnya sehingga sumber daya matahari yang melimpah ini dapat digunakan untuk menghadapi tantangan krisis energi, ramah lingkungan, mengurangi pemanasan global, dan menciptakan kemandirian energi[2].

Pemanfaatan dari energi matahari saat ini hanya menggunakan panel surya saja dengan mengkonversi cahaya sinar matahari menjadi listrik melalui sel photovoltaic. Matahari sendiri menghasilkan pancaran sinar cahaya dan radiasi panas ke bumi. Dalam hal ini untuk energi panas dari matahari tersebut masih terbuang dan kurang optimal. Disini kami bermaksud memanfaatkan pula energi panas matahari supaya lebih optimal lagi hasil daya yang dibangkitkan, yakni dengan thermoelectric generator[3]–[6]. Prinsip kerja thermoelectric generator adalah mengubah energi panas menjadi energi listrik secara langsung dengan memanfaatkan perbedaan suhu. Kita memanfaatkan energi panas matahari dengan memusatkan panas matahari ke satu titik menggunakan cermin cembung, sehingga panas lebih terfokus untuk diarahkan ke kolektor thermoelectric generator, kemudian untuk sisi dingin thermoelectric generator menggunakan heatsink. Dengan ini bisa dijadikan pembangkit hybrid panel surya dengan thermoelectric generator memanfaatkan tenaga surya sebagai energi terbarukan untuk mendapatkan hasil energi yang lebih optimal.

II. METODE PENELITIAN

A. Diagram alir



Gambar 1. Flowchart pelaksanaan penelitian

B. Perhitungan Perencanaan

1. Perhitungan beban

Tabel 3.1 Perhitungan Beban

Beban	Daya (W)	Jumlah (Buah)	Daya Total (W)	Lama Pemakaian (Jam)	Energi (W)
Lampu	10	4	40	10	400
Total Energi					400

2. Daya maksimal pada panel surya

$$Fill\ Factor\ (FF) = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} = \frac{17,5 \times 5,71}{21 \times 6,4} \quad (1)$$

$$= \frac{99,925}{134,4} = 0,74$$

$$P_{max} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF \quad (2)$$

$$= 21,6 \times 4 \times 0,74$$

$$= 99,456\ W$$

3. Kemampuan panel surya berdasar pengukuran lapangan

$$I_{sc} = 4,1\ A$$

$$Voltage = 20\ V$$

$$P = I_{sc} \times V \quad (3)$$

$$= 4,1 \times 20,9$$

$$= 85,65\ W$$

4. Daya input pada modul surya

$$P_{in} = Intensitas\ cahaya \times luas\ modul\ surya \quad (4)$$

$$= 1000\ W/m^2 \times (1,085 \times 0,675\ m)$$

$$= 1000 \times 0,73 = 730\ W$$

5. Efisiensi panel surya

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{99,456}{730} \times 100\% = 0,13\% \quad (5)$$

6. Kapasitas baterai

$$Ah = \frac{W_{total}}{V_{baterai}} = \frac{400}{12} = 33,3\ Ah \quad (6)$$

$$Kapasitas\ baterai = I_{total\ beban} \times 1,2 \quad (7)$$

$$= 33,3 \times 1,2$$

$$= 39,96\ Ah$$

Menyesuaikan kapasitas yang ada di pasaran, maka dibulatkan dan digunakan dengan kapasitas 45 Ah 12 V.

7. Besar arus max baterai charger regulator (BCR) :

$$I_{max} = \frac{P_{panell\ surya}}{V_s} = \frac{95,65}{12} = 7,14\ A \quad (8)$$

8. Kapasitas inverter

Kapasitas inverter yang dipilih harus lebih besar dari spesifikasi daya beban total. Maka dipilih inverter 500W dengan tegangan input 12VDC dan output 220 V AC / 50 Hz.

9. Besar pengaman (MCB)

$$I = \frac{P}{V} = \frac{400\ W}{220\ V} = 1,8\ A\ (2\ A) \quad (9)$$

10. Arus pengisian pada panel surya

$$I = \frac{Kapasitas\ panel\ surya}{Tegangan\ aki} = \frac{100\ Wp}{12\ V} = 8,3\ A \quad (10)$$

11. Tegangan pengisian baterai

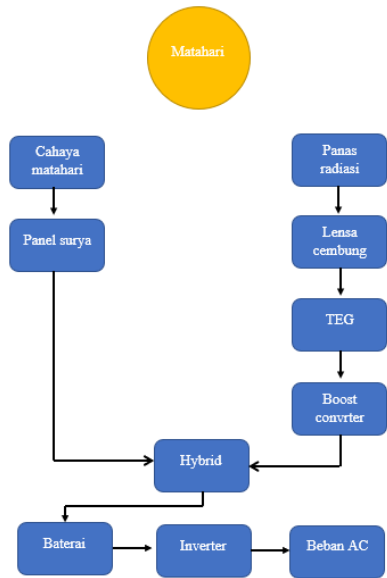
$$V = 110\% \times tegangan\ baterai \quad (11)$$

$$= 1,1 \times 12 = 13,2\ V$$

12. Thermoelectric generator

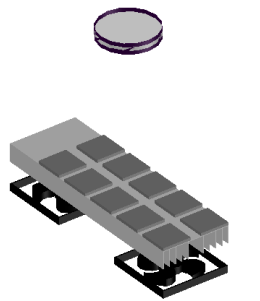
Berdasar studi lapangan terlebih dahulu, rata-rata untuk temperatur daerah Surabaya tiap 1 modul TEG menghasilkan tegangan sebesar 0,5 V (pengambilan data dengan kondisi teredup dari sinar matahari). Sehingga dengan perencanaan 10 TEG secara seri paralel akan menghasilkan tegangan sebesar 0,5 x 10 = 5 Volt, kemudian 5 V ini akan dikuatkan menuju boost converter hingga 13 V menyamai panel surya.

C. Diagram Blok Sistem Hybrid

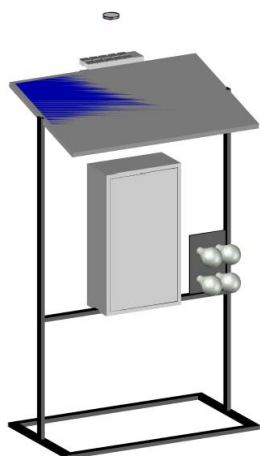


Gambar 2. Blok diagram sistem hybrid

D. Desain perencanaan



Gambar 3. Penempatan TEG



Gambar 4. Render alat keseluruhan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Panel Surya

Pengambilan data panel surya dilakukan selama 8 jam, terhitung mulai pukul 09.00-16.00 dengan rentang waktu 1 jam sekali diambil pengukuran[7].

Tabel 1. Hasil pengujian panel surya

No	Waktu	V out	I out	Control charge		Keadaan aki
				V out	I out	
1	09.00	19	3,43	13	4	Low
2	10.00	19,3	4	13	4,2	Low
3	11.00	19,8	4	13	4,5	Normal
4	12.00	20	4	13	4,5	Normal
5	13.00	20,5	4	13	4,5	Normal
6	14.00	20	4	13	4,3	Normal
7	15.00	19	1,6	13	1,5	Penuh
8	16.00	19	1,5	13	1,5	Penuh

B. Pengujian Thermoelectric Generator

Pengujian TEG dilakukan dengan perancangan 10 TEG yang dirangkai seri paralel, dengan pemfokusan titik panas menggunakan lensa cembung diameter 90 mm, pembesaran 5X. Dengan jarak lensa ke permukaan TEG sejauh 25 cm[8].

Pengujian menggunakan 2 bahan laminasi pada sisi panas, yakni seng (Zink/Zn) dan stainless. Serta 2 media pada sisi dingin, yakni air dingin dan udara[9].

Tabel 1. Pengujian TEG dengan sisi panas menggunakan laminasi Seng (zink/Zn) dan sisi dingin dengan air dingin

No	Waktu	Panas (°C)	Dingin (°C)	Delta T	Vout TEG	Vout boost
1	09.00	33	17	16	3,5	13
2	10.00	35,3	20	15	3,5	13
3	11.00	36,1	24	12	3,2	13
4	12.00	37,2	27	10	3,2	13
5	13.00	37,4	28	9	3,2	13
6	14.00	36,3	20	16	3,4	13
7	15.00	34	25	9	3,2	13
8	16.00	32	26	6	3,0	-

Tabel 2. Pengujian TEG dengan laminasi stainless dan media air dingin

No	Waktu	Panas (°C)	Dingin (°C)	Delta T	Vout TEG	Vout boost
1	09.00	38	18	20	3,8	13
2	10.00	52	20	32	5,1	13
3	11.00	59	27	32	5,0	13
4	12.00	62	28	34	4,9	13
5	13.00	72	28	44	6,5	13
6	14.00	67	26	41	5,9	13
7	15.00	50	25	25	3,9	13
8	16.00	44	26	18	3,3	13

Tabel 3. Pengujian TEG dengan laminasi Seng (Zink/Zn) dan media udara

No	Waktu	Panas (°C)	Dingin (°C)	Delta T	Vout TEG	Vout boost
1	09.00	33	30,1	3	0,9	-
2	10.00	35,3	32,3	3	0,9	-
3	11.00	36,1	33,7	3	0,9	-
4	12.00	37,2	32,9	5	2,5	-
5	13.00	37,4	31,4	6	3,1	-
6	14.00	36,3	29	7	3,3	13
7	15.00	34	29	5	2,3	-
8	16.00	32	29	3	0,9	-

Tabel 4. Pengujian TEG dengan laminasi stainless dan media udara

No	Waktu	Panas (°C)	Dingin (°C)	Delta T	Vout TEG	Vout boost
1	09.00	40	29	11	3,7	13
2	10.00	53	31	22	3,9	13
3	11.00	60	32	28	4,3	13
4	12.00	62	32	30	4,9	13
5	13.00	70	33	37	5,8	13
6	14.00	68	33	35	5,4	13
7	15.00	47	30	10	3,5	13
8	16.00	38	29	9	3,3	13

Tabel 6. Hasil pengujian pengisian aki dengan thermoelectric generator

No	V out TEG	V out boost converter	I
1	3,7	13	0,7
2	3,9	13	0,8
3	4,3	13	0,7
4	4,9	13	0,7
5	5,8	13	0,7
6	5,4	13	0,7
7	3,5	13	0,7
8	3,3	13	0,7

C. Pengujian hybrid

Tabel 7. Hasil pengujian hybrid

No	Waktu	Tegangan	Arus
1	09.00	13,0	5,6
2	10.00	13,4	5,6
3	11.00	13,4	5,6
4	12.00	13,5	5,5
5	13.00	13,4	5,5
6	14.00	13,2	5,2
7	15.00	13,0	4,8
8	16.00	12,8	4,3

Lama waktu pengisian baterai :

$$= \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Arus yang mengalir}} = \frac{45 \text{ Ah}}{5,6} = 8,03 \text{ jam.}$$

Pengujian dengan sistem on grid, tanpa disimpan ke baterai guna mengetahui kekuatan suplai daya yang dihasilkan untuk menyalakan beban 4 lampu masing-masing 10 W dengan total 40 W yang sudah direncanakan. Perancangan dengan output dari control hybrid sebesar 13 V langsung diarahkan ke sumber + dan - inverter.

Adapun hasil data pengujian sebagai berikut :

Tabel 8. Pengujian beban langsung

No	Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	09.00	13,0	5,6	72,8
2	10.00	13,4	5,6	75,04
3	11.00	13,4	5,6	75,04
4	12.00	13,5	5,5	74,25
5	13.00	13,4	5,5	73,7
6	14.00	13,2	5,2	68,64
7	15.00	13,0	4,8	62,4
8	16.00	12,8	4,3	55,04

IV. KESIMPULAN

Panel surya mampu bekerja secara optimal yakni pukul 10.00-14.00, dikarenakan cuaca panas waktu jam itu merupakan optimalnya panas. Daya maksimal yang dapat dihasilkan dari panel 100WP yakni 85,65WP. Akurasi tegangan yang dihasilkan TEG menunjukkan nilai maksimal yakni 6,5 V, dengan delta T 44, dan arus maksimal 0.8 A. Hasil pengujian hybrid pada pukul 09.00-16.00 mampu men-charge aki hingga penuh dengan waktu 8,03 jam, yang kemudian mampu menyalakan beban lampu 400W selama 10 jam. Pengujian on grid juga menunjukkan mampu mensuplai beban lampu LED AC dengan beban 40W.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Kristiawan, I. N. S. Kumara, and I. A. D. Giriantari, 'Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar', vol. 6, no. 4, p. 5, 2019.
- [2] 'Electricity Generation Using Solar Power', *Int. J. Eng. Res.*, vol. 2, no. 2, p. 5, 2013.
- [3] M. Ozollapins and A. Kakitis, 'THERMOELECTRIC GENERATORS AS ALTERNATE ENERGY SOURCE IN HEATING SYSTEMS', *Eng. RURAL Dev.*, p. 5.
- [4] S. Shittu, G. Li, X. Zhao, and X. Ma, 'Thermoelectric Generator Performance Enhancement by the Application of Pulsed Heat Power', presented at the THE 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON FLUID FLOW, HEAT AND MASS TRANSFER, Jun. 2019, doi: 10.11159/ffhmt19.146.
- [5] M. Singh, S. Nirapure, and A. Mishra, 'Thermoelectric Generator: A Review', p. 6.
- [6] D. Zhou and S. Chu-ping, 'Study on thermoelectric material and thermoelectric generator', p. 7, 2015.

- [7] F. F. Suwarno and I. W. A. Prasetyanto, 'OPTIMASI DAYA KELUARAN PANEL SURYA DENGAN MAXIMUM POWER POINT TRACKING (MPPT) BERBASIS MIKROKONTROLER', p. 6.
- [8] N. Suryanto, A. Aziz, and R. I. Mainil, 'PENGUJIAN THERMOELECTRIC GENERATOR (TEG) DENGAN SUMBER KALOR ELECTRIC HEATER 60 VOLT MENGGUNAKAN AIR PENDINGIN PADA TEMPERATUR LINGKUNGAN', vol. 4, no. 2, p. 5, 2017.
- [9] K. H. Mahmud, S. A. Yudistirani, and A. I. Ramadhan, 'Analysis Of Power Characteristics Of Model Thermoelectric Generator (TEG) Small Modular', vol. 6, no. 04, p. 7, 2017.

# Rancang Bangun Sistem Proyektor Nirkabel Sebagai Alat Bantu Presentasi

<sup>1</sup>I Nyoman Widya Marta Wijaya, <sup>2</sup>Miftachul Ulum, <sup>3</sup>Kunto Aji W.

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

<sup>1</sup> aquarius.jstar@gmail.com, <sup>2</sup> miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id, <sup>3</sup> kunto.ajiw@trunojoyo.ac.id

**Abstract** - Presentation is an activity that uses LCD projector media to convey ideas and information to a group of people or audiences for various activities such as education and offices. The main problem when using an LCD projector is the use of excessive cables so that neatness is reduced. Wireless network technology (Wireless) is currently growing very rapidly. This technology does not require cables to connect between devices increasing the efficiency of use. The range of these wireless devices is wide enough for remote users to access. By using this wireless technology, presentations are made easier because one can make presentations remotely without having to come directly to the presentation location. The purpose of this research is to build a wireless device on an LCD projector that supports remote presentation activities with the methods used include system design, preparation of tools and components, system manufacturing, and testing. This system uses a PC or laptop as input, Raspberry Pi as a processor, a smart phone as a Raspberry Pi control, and an LCD projector as an optical tool to project images from the input to the screen. The result of this thesis research is that using this portable projector system is better and easier to use. The highest measurement of total upload data per minute at the time of testing was at 0 meters, amounting to 204.62 MB per minute, because the obstacles to sending data were less than 4 meters, 6 meters, 8 meters, etc. The further away the user is from the Wi-Fi source, the slower the speed will be.

**Keywords** - Wireless Network, Raspberry Pi, LCD Projector, Presentation, Wifi.

**Abstrak** - Presentasi merupakan suatu kegiatan yang menggunakan media proyektor LCD untuk menyampaikan ide dan informasi kepada sekelompok orang atau audiens untuk berbagai kegiatan seperti pendidikan dan perkantoran. Permasalahan utama saat menggunakan proyektor LCD adalah penggunaan kabel yang berlebihan sehingga kerapian menjadi berkurang. Teknologi jaringan nirkabel (Wireless) saat ini berkembang sangat pesat. Teknologi ini tidak memerlukan kabel untuk menghubungkan antar perangkat meningkatkan efisiensi penggunaan. Jangkauan perangkat nirkabel ini cukup luas untuk diakses oleh pengguna jarak jauh. Dengan menggunakan teknologi nirkabel ini presentasi menjadi lebih mudah karena seseorang dapat melakukan presentasi dari jarak jauh tanpa harus datang langsung ke lokasi presentasi. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sebuah perangkat nirkabel pada proyektor LCD yang mendukung kegiatan presentasi dari jarak jauh dengan metode yang digunakan meliputi perancangan sistem, penyiapan alat dan komponen, pembuatan sistem, dan pengujian. Sistem ini menggunakan PC atau laptop sebagai input, Raspberry Pi sebagai pengolah, ponsel pintar

sebagai kontrol Raspberry Pi, dan proyektor LCD sebagai alat optik untuk memproyeksikan gambar dari input ke layar. Hasil dari penelitian ini, bahwa dengan menggunakan sistem proyektor nirkabel ini menjadi lebih baik dan mudah digunakan. Pengukuran data unggah total per menit yang tertinggi pada saat pengujian adalah di 0 meter sebesar 204.62 MB per menit, karena hambatan pengiriman data lebih sedikit dibandingkan 4 meter, 6 meter, 8 meter, dst. Semakin jauh jarak pengguna dari sumber Wi-Fi maka semakin lambat pula kecepatannya.

**Kata Kunci** - Jaringan Nirkabel, Raspberry Pi, Proyektor LCD, Presentasi, Wifi.

## I. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi tumbuh begitu cepat. Salah satunya adalah teknologi yang menggunakan jaringan nirkabel (Wireless) pada suatu perangkat sehingga tidak memerlukan kabel. Perangkat jaringan nirkabel adalah sekumpulan perangkat elektronika yang terhubung satu sama lain sehingga terbentuk sebuah jaringan yang memakai media seperti gelombang atau udara untuk lalu lintas datanya.[1] Salah satu perangkat yang bisa memakai jaringan nirkabel yaitu proyektor LCD.

Proyektor LCD adalah sebuah perangkat elektronika yang berguna dalam melakukan kegiatan presentasi untuk berbagai kegiatan, seperti pada bidang pendidikan ataupun perkantoran. [2] Penggunaan proyektor LCD terutama di bidang pendidikan telah memberikan berbagai manfaat bagi mahasiswa yang sedang mengikuti kegiatan perkuliahan. Demikian juga untuk dosen sebagai tenaga pengajar di Perguruan Tinggi, penggunaan proyektor LCD memudahkan dosen dalam menjelaskan materi secara interaktif dari sebuah perangkat laptop atau PC yang dimiliki oleh dosen. Permasalahan utama dalam penyampaian materi presentasi dengan menggunakan proyektor LCD adalah penggunaan kabel yang berlebihan.[3] Penggunaan kabel yang kurang tepat membuat kerapian di ruang presentasi menjadi berkurang. Dengan memanfaatkan jaringan nirkabel dapat menghubungkan proyektor menjadi device untuk media yang dikeluarkan dari PC atau laptop sebagai input. Penggunaan proyektor nirkabel menjadikan penggunaan nyaman karena tidak perlu berpikir tentang kabel yang tersambung antara proyektor dan juga laptop sehingga memudahkan para pengguna dalam



melakukan presentasi jarak jauh, sehingga para pengguna menjadi lebih bebas saat sedang melakukan kegiatan presentasi.

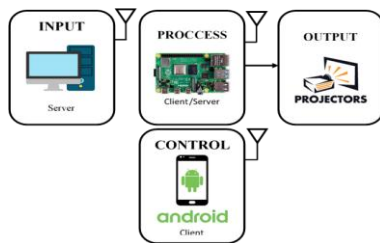
Raspberry Pi adalah sebuah Mini PC yang dapat melakukan berbagai hal layaknya sebuah komputer pada umumnya.[4] Pada Raspberry Pi di gunakan sebagai perantara pemroses pembacaan layar pada PC untuk ditampilkan ke layar LCD. Raspberry Pi memiliki port HDMI dan slot Ethernet bersama dengan IEEE 802.11g. Ini memfasilitasi pengunggahan file dan presentasi dari tujuan lokal maupun jarak jauh ke Raspberry Pi.[5] Pada ponsel pintar digunakan sebagai kontrol secara Wi-Fi sehingga pengguna tidak perlu menyentuh Raspberry Pi dan digunakan juga sebagai validasi terhadap permintaan koneksi dari klien yakni Raspberry Pi ke server yakni komputer atau laptop.

Berdasarkan pengertian di atas, pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun sebuah alat untuk membantu kegiatan presentasi dengan menggunakan proyektor LCD sebagai outputnya yang dihubungkan secara nirkabel dengan bantuan dari Raspberry Pi untuk menghubungkannya ke laptop atau PC yang bertugas sebagai input-nya. Sistem ini mempermudah seseorang dalam melakukan presentasi dari jarak jauh sehingga pengguna tidak perlu kerepotan untuk melakukan pengabelan. Dalam penelitian ini dilakukan juga analisa terhadap performa jaringan berdasarkan nilai parameter dari Quality of Service (QoS), yaitu Throughput dan Delay.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Perancangan Hardware Proyektor Nirkabel

Dalam mendesain perangkat nirkabel untuk proyektor secara umum kontrol yang terdapat pada perangkat ini terdiri dari empat bagian, yaitu input, proses, control dan output, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Berikut ini adalah bagian-bagian sistem yang saling terkait dalam pengenalan sistem proyektor nirkabel.



Gambar 1. Diagram Sistem

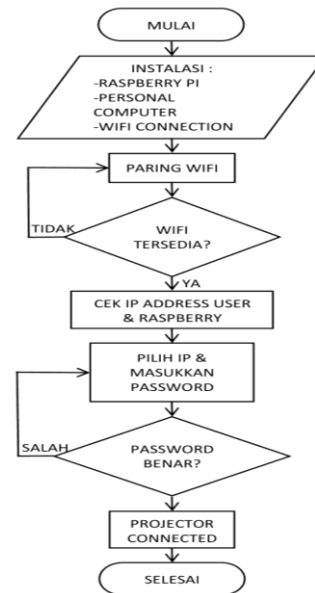
Secara umum, cara kerja sistem perangkat proyektor nirkabel ini ketiga perangkat tersebut harus saling terhubung dalam satu jaringan Wi-Fi untuk dapat menampilkan layar komputer (input) ke layar proyektor (output) yang telah disambungkan dengan Raspberry Pi. Perangkat ini menggunakan kartu SD untuk booting dan penyimpanan jangka panjang.[6] Dan ponsel android berfungsi sebagai

pengontrol Raspberry Pi yang berfungsi sebagai client yang akan mengkoneksikan dari komputer ke Raspberry Pi yang kemudian ditampilkan dalam proyektor.

Dapat disimpulkan bahwa diagram blok pada gambar 1 terdiri dari tiga bagian, yaitu proses input untuk pengguna (user) menggunakan komputer dengan Wi-Fi sebagai media penghubung ke bagian proses. Proses yang ada pada modul Wi-Fi yang terhubung ke Raspberry Pi yang berfungsi sebagai perintah yang terhubung atau tidak pada keluaran (output). Output yang digunakan adalah proyektor. Proyektor LCD dirancang sedemikian rupa sehingga dapat memproyeksikan transparansi ke arah layar.[7]

### B. Cara Kerja Sistem

Desain perangkat lunak dibahas menggunakan diagram alur. Spesifikasi fungsional perangkat yang dirancang harus ditentukan dari input yang diterima dan kemudian diproses untuk menentukan output dalam bentuk tampilan. Berikut ini adalah aliran sistem yang akan dirancang.



Gambar 2. Diagram Alir Desain Sistem Bangun Perangkat Nirkabel untuk Proyektor

Dalam Gambar 2 adalah diagram alir desain perangkat nirkabel untuk proyektor. Ada pun penjelasan tentang diagram di awal bagan alur, Raspberry Pi membaca perangkat keras yang terpasang, modul Wifi. Kemudian Raspberry Pi akan membaca program yang telah ditetapkan secara otomatis termasuk program pada Raspberry Pi dan komputer / laptop pengguna. Setelah program diproses pada Raspberry Pi akan menjadi server.

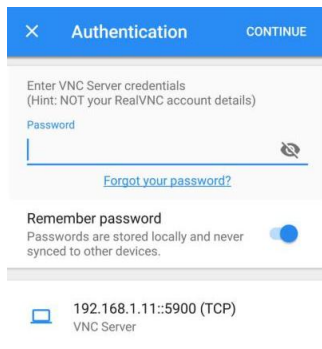
Setelah Raspberry Pi aktif, modul Wifi akan secara otomatis menjadi Access Point (AP) pada sistem. Modul Wifi berfungsi sebagai penerima koneksi yang akan standby untuk menerima pengguna yang ingin masuk ke jaringan dan

kemudian mengaksesnya. Untuk terhubung ke jaringan pengguna harus mengetahui kunci keamanan yang ada pada modul Wifi. Tanpa mengetahui kunci keamanan, pengguna tidak akan dapat memasuki jaringan dalam modul Wifi. Jika Anda mengetahui kata sandi kunci keamanan, pengguna dapat melanjutkan dengan perintah berikutnya.

Setelah pengguna terhubung ke modul Wifi, jika pengguna ingin melakukan proses selanjutnya, hanya pengguna pertama yang diutamakan untuk mendapatkan perintah untuk menggunakan proyektor. Pengguna pertama harus mengaktifkan perangkat lunak dalam bentuk perintah untuk menghubungkan proyektor atau melepaskan sambungan proyektor. Lain kali pengguna utama menggunakan proyektor, pengguna lain tidak dapat menggunakan proyektor meskipun mereka terhubung ke jaringan modul Wifi. Setelah pengguna utama memutuskan proyektor, pengguna kedua dapat menggunakan proyektor. Oleh karena itu sistem yang digunakan oleh pengguna ini hanya dapat menggunakan proyektor secara bergantian.

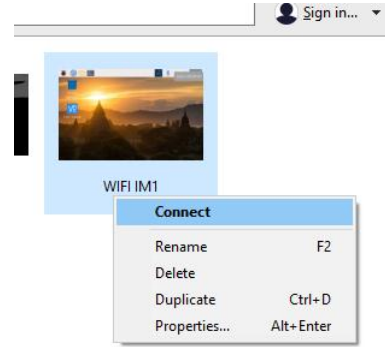
### C. Perancangan Software Proyektor Nirkabel

Sistem proyektor nirkabel akan berfungsi apabila komputer, Raspberry Pi dan ponsel android berada dalam satu jaringan Wi-Fi. Dan ketiga perangkat tersebut telah terpasang software client maupun server sebagai alat penukaran data dan sekaligus pengontrol data akan yang akan diatur melalui komunikasi Wi-Fi. Untuk komunikasi Wi-Fi, bisa menggunakan Wi-Fi yang terdapat pada lokasi pemasangan proyektor. Apabila pada lokasi tidak memiliki jaringan Wi-Fi maka dapat menggunakan hotspot pada ponsel android.



Gambar 3. Tampilan *Security Key*

Sebelum memasangkan pada sistem, pengguna akan diminta memasukkan Kunci Keamanan untuk mengaksesnya seperti yang telah ditampilkan pada gambar 3. Setelah memasukkan Kunci Keamanan dan akses diterima, pasangan sistem akan terhubung langsung dari komputer / laptop pengguna ke perangkat Raspberry Pi. Hanya satu pengguna yang dapat mengakses proyektor karena komunikasi yang digunakan pada Wi-Fi adalah point to point.



Gambar 4. Tombol Koneksi

Dalam proses selanjutnya, pertama-tama aktifkan perangkat lunak pada komputer / laptop pengguna dan kemudian atur bagian kata sandi sesuai dengan nama Wi-Fi yang terdeteksi pada komputer / laptop pengguna. Setelah perangkat lunak aktif, buka perangkat lunak lain yang berfungsi untuk memberikan perintah untuk menghubungkan dan memutuskan sambungan dari proyektor yang ingin Anda tampilkan seperti yang di tampilkan pada gambar 4. Sistem akan menerima perintah dari satu pengguna, terpisah dari pengguna sebelumnya dan terputus dari pengguna lain.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian

Pada bab ini akan diuraikan tentang proses pengujian sistem yang meliputi pengukuran dalam setiap blok sistem maupun sistem secara keseluruhannya dengan melakukan uji coba terhadap alat yang dibuat yang diharapkan dapat berjalan sesuai dengan perancangan pada bab sebelumnya. Pengujian dan analisis terhadap sistem yang dibangun ini bertujuan untuk mengetahui kerja dari sistem, apakah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

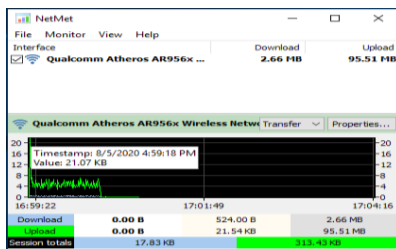
### B. Pengujian Tanpa Pergerakan Pengguna Berdasarkan Jarak Tertentu

Pada pengujian kali ini akan dilakukan pengujian perangkat pada jarak 0 meter, 4 meter, 8 meter, 12 meter dan 16 meter tanpa penghalang tanpa menggerakkan laptop atau komputer pengguna. Ada pun tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui kecepatan minimum dan total data yang di unggah dan di unduh dengan rentang waktu setiap pengujian berjumlah 1 menit. Pengaturan tampilan pada Raspberry Pi berada pada mode Full Screen dengan High Picture Quality.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tanpa Pergerakan Pengguna

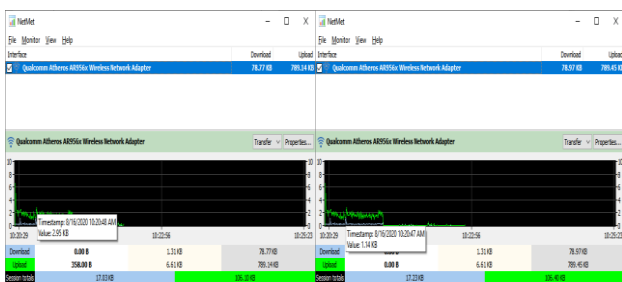
No.	Jarak (Meter)	Unggah Max (KB/s)	Unggah Min (KB/s)	Total Unggah (KB/m)	Total Unduh (KB/m)
1	0	2.95	1.34	106.4	17.03
2	4	3.18	0.68	100.09	17.26
3	8	2.61	0.68	97.68	15.85
4	12	3.07	0.69	95.86	16.62
5	16	2.61	0.57	95.77	14.92

Pada tabel 1 merupakan hasil dari pengujian untuk mengetahui kecepatan minimum dan total data yang di unggah dan di unduh dengan rentang waktu setiap pengujian berjumlah 1 menit. Seperti yang ditampilkan pada tabel 1 dapat diketahui bahwa proses pengunduhan tidak begitu banyak dibutuhkan data unduh tidak terjadi perubahan yang signifikan karena pengguna tidak melakukan pengambilan atau pengunduhan data dari Raspberry Pi ke laptop pengguna. Tetapi cara kerjanya terbalik yaitu pengguna akan mengirimkan atau mengunggah data dari laptop pengguna ke Raspberry Pi atau Raspberry Pi akan mengunduh data dari laptop pengguna ke Raspberry Pi agar data tersebut dapat diolah dan ditampilkan ke proyektor. Berikut merupakan data pengukuran kecepatan pengiriman data.



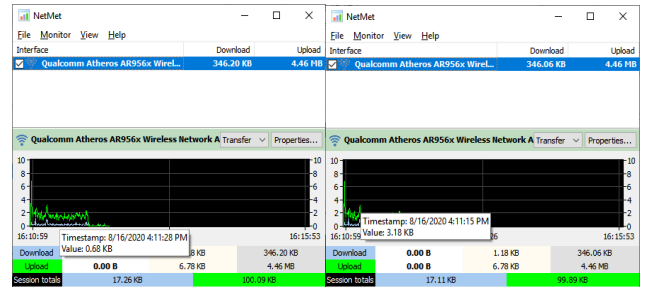
Gambar 5. Pengukuran Lonjakan Awal

Pada Gambar 5 merupakan hasil kecepatan pengiriman data maksimum pada awal pairing menampilkan data laptop menuju proyektor dengan kecepatan sebesar 21.07 KB. Kecepatan awal tersebut begitu tinggi karena data dari user dikirim keseluruhan menuju proyektor. Maka di setiap awal pengujian terjadi lonjakan pengunggahan data.



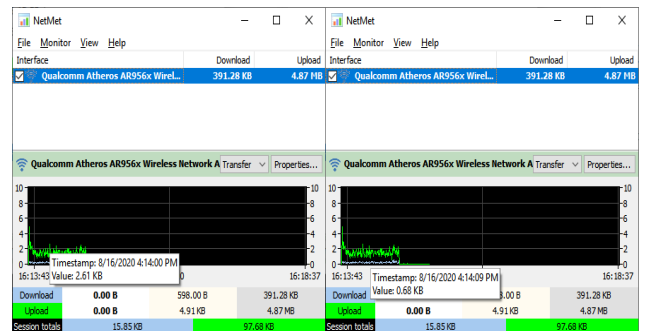
Gambar 6. Pengujian Ke 1 Jarak 0 Meter

Pada Gambar 6 merupakan hasil dari pengujian pertama tanpa penghalang tanpa menggerakkan laptop atau komputer pengguna yang akan ditampilkan di proyektor. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 0 meter sebesar 2.95 KB/s dan kecepatan minimumnya sebesar 1.34 KB/s, dengan total unggah sebesar 106.4 KB per menit dan total unduh sebesar 17,03 KB per menit.



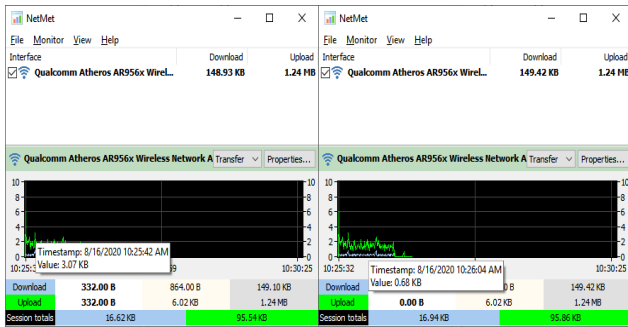
Gambar 7. Pengujian Ke 2 Jarak 4 Meter

Pada Gambar 7 merupakan hasil dari pengujian ke dua tanpa penghalang tanpa menggerakkan laptop atau komputer pengguna yang akan ditampilkan di proyektor. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 4 meter sebesar 3.18 KB/s dan kecepatan minimumnya sebesar 0.68 KB/s, dengan total unggah sebesar 100.09 KB per menit dan total unduh sebesar 17,26 KB per menit.



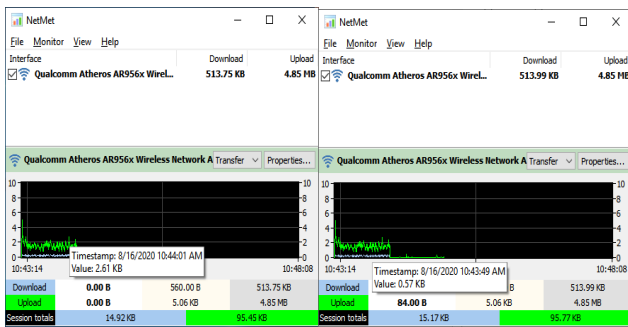
Gambar 8. Pengujian Ke 3 Jarak 8 Meter

Pada Gambar 8 merupakan hasil dari pengujian ke tiga tanpa penghalang tanpa menggerakkan laptop atau komputer pengguna yang akan ditampilkan di proyektor. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 8 meter sebesar 2.61 KB/s dan kecepatan minimumnya sebesar 0.68 KB/s, dengan total unggah sebesar 97.68 KB per menit dan total unduh sebesar 15.85 KB per menit.



Gambar 9. Pengujian Ke 4 Jarak 12 Meter

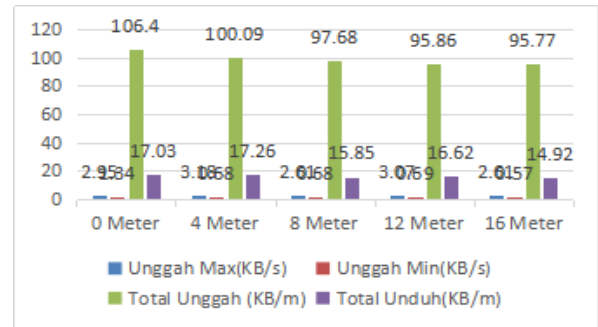
Pada Gambar 9 merupakan hasil dari pengujian ke empat tanpa penghalang tanpa menggerakkan laptop atau komputer pengguna yang akan ditampilkan di proyektor. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 12 meter sebesar 3.07 KB/s dan kecepatan minimumnya sebesar 0.69 KB/s, dengan total unggah sebesar 95.86 KB per menit dan total unduh sebesar 16.62 KB per menit.



Gambar 10. Pengujian Ke 5 Jarak 16 Meter

Pada Gambar 10 merupakan hasil dari pengujian ke lima tanpa penghalang tanpa menggerakkan laptop atau komputer pengguna yang akan ditampilkan di proyektor. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 14 meter sebesar 2.61 KB/s dan kecepatan minimumnya sebesar 0.57 KB/s, dengan total unggah sebesar 95.77 KB per menit dan total unduh sebesar 15.17 KB per menit.

Dari hasil percobaan pada gambar 5 hingga gambar 9 seluruh percobaan pada jarak 0 meter, 4 meter, 8 meter, 12 meter dan 16 meter tanpa penghalang tanpa menggerakkan laptop atau komputer pengguna. Ada pun keterangannya yaitu kecepatan minimum dan total data yang di unggah dan di unduh dengan rentang waktu setiap pengujian berjumlah 1 menit. Pengaturan tampilan pada Raspberry Pi berada pada mode Full Screen dengan High Picture Quality.



Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian Tanpa Pergerakan Pengguna

Dari grafik hasil pengujian pada gambar 11 dapat disimpulkan bahwa pengiriman data unggah total per menit yang tertinggi pada saat pengujian adalah di 0 meter sebesar 106.4 KB per menit, karena hambatan pengiriman data lebih sedikit dibandingkan 2 meter, 4 meter, 6 meter maupun 8 meter, dst. Semakin jauh jarak pengguna dari sumber Wi-Fi maka semakin lambat pula kecepatannya.

Hasil yang ke dapat disimpulkan dari seluruh pengujian pertama hingga ke lima bahwa semakin jauh jarak antara pengguna dengan Raspberry Pi maka kecepatan unggah rata-rata per menit ikut menurun terbukti yang ditampilkan pada tabel 1 bahwa dengan jarak 0 meter total unggah per menit yang didapat sebesar 106.4 KB, jarak 4 meter total unggah per menit yang didapat sebesar 100.09 KB, jarak 8 meter total unggah per menit yang didapat sebesar 97.68 KB dan jarak 12 meter total unggah per menit yang didapat sebesar 95.86 KB. Data yang dapat menurun terus searah dengan jauhnya jarak hingga percobaan ke 5 sejauh 16 meter.

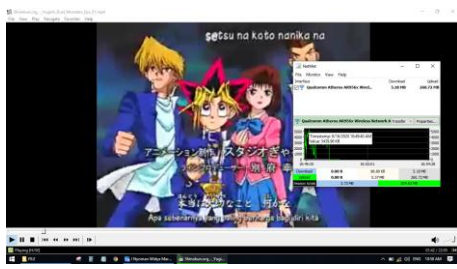
### C. Pengujian Pemutaran Video Berdasarkan Jarak Tertentu

Pada pengujian kali ini akan dilakukan pengujian perangkat pada jarak 0 meter, 3 meter, 6 meter dan 9 meter tanpa penghalang dengan menggunakan data video dari laptop atau komputer pengguna ke perangkat. Ada pun tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui kecepatan maksimal dan total data yang di unggah dan di unduh dengan rentang waktu setiap pengujian berjumlah 1 menit. Pengaturan tampilan pada Raspberry Pi berada pada mode Full Screen dengan High Picture Quality.

Tabel 2. Hasil Pengujian Menggunakan Data Video

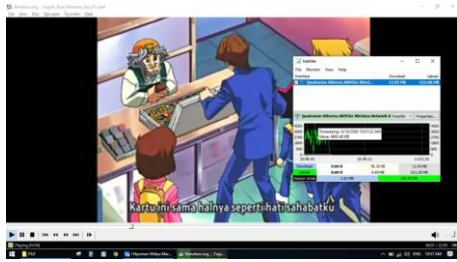
No.	Jarak	Unggah Max (KB/s)	Unggah Min (KB/s)	Total Unggah (KB/m)	Total Unduh (KB/m)
1	0 Meter	5493.95	298.9	204620	3720
2	4 Meter	4693.4	417.19	156020	2830
3	8 Meter	4785.12	728.17	163020	2960
4	12 Meter	4463.79	634.76	91200	1650
5	16 Meter	3746.34	510.86	86130	1600

Pada tabel 2 merupakan hasil hasil dari pengujian untuk mengetahui kecepatan maksimal dan total data yang di unggah dan di unduh dengan rentang waktu setiap pengujian berjumlah 1 menit. Seperti yang ditampilkan pada tabel 2 dapat diketahui bahwa proses pengunduhan tidak begitu banyak dibutuhkan data unduh tidak terjadi perubahan yang signifikan karena pengguna tidak melakukan pengambilan atau pengunduhan data dari Raspberry Pi ke laptop pengguna. Tetapi cara kerjanya terbalik yaitu pengguna akan mengirimkan atau mengunggah data dari laptop pengguna ke Raspberry Pi atau Raspberry Pi akan mengunduh data dari laptop pengguna ke Raspberry Pi agar data tersebut dapat diolah dan ditampilkan ke proyektor. Berikut merupakan data pengukuran kecepatan pengiriman data.



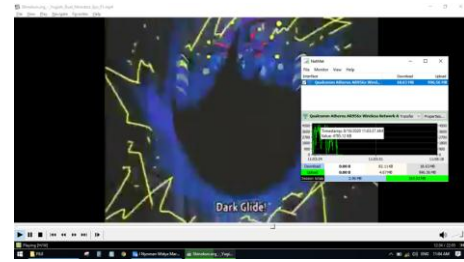
Gambar 12. Pengujian Ke 1 Jarak 0 Meter

Pada gambar 12 merupakan hasil dari pengujian pertama berupa data video dari pengguna yang akan ditampilkan di proyektor tanpa penghalang. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 0 meter sebesar 5439.95 KB/s, unggahan minimal sebesar 298,9 KB/s dengan total unggah sebesar 204.62 MB per menit, dan total unduh sebesar 3.72 MB per menit.



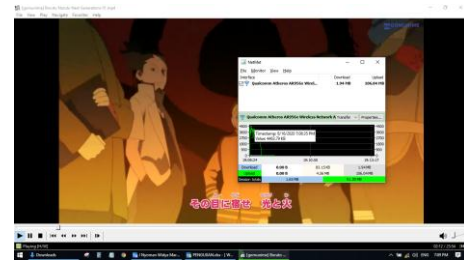
Gambar 13. Pengujian Ke 2 Jarak 4 Meter

Pada gambar 13 merupakan hasil dari pengujian ke dua berupa data video dari pengguna yang akan ditampilkan di proyektor tanpa penghalang. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 4 meter sebesar 4693.40 KB/s dengan total unggah sebesar 156.02 MB per menit, dan total unduh sebesar 2.83 MB per menit.



Gambar 14. Pengujian Kecepatan Ke 3 Jarak 8 Meter

Pada gambar 14 merupakan hasil dari pengujian ke tiga berupa data video dari pengguna yang akan ditampilkan di proyektor tanpa penghalang. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 8 meter sebesar 4785.12 KB/s dengan total unggah sebesar 163.02 MB per menit, dan total unduh sebesar 2.96 MB per menit.



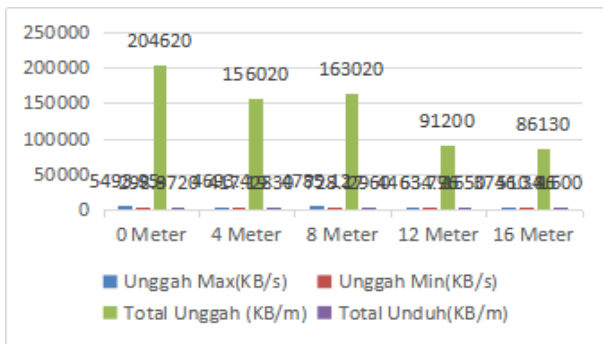
Gambar 15. Pengujian Ke 4 Jarak 12 Meter

Pada gambar 15 merupakan hasil dari pengujian ke empat berupa data video dari pengguna yang akan ditampilkan di proyektor tanpa penghalang. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 12 meter sebesar 4463.79 KB/s dengan total unggah sebesar 91.2 MB per menit, dan total unduh sebesar 1.65 MB per menit.



Gambar 16. Pengujian Ke 5 Jarak 16 Meter

Pada gambar 16 merupakan hasil dari pengujian ke lima berupa data video dari pengguna yang akan ditampilkan di proyektor tanpa penghalang. Dari hasil pengujian tersebut tercatat bahwa kecepatan unggah maksimal yang terjadi pada jarak 16 meter sebesar 3746.34 KB/s dengan total unggah sebesar 86.13 MB per menit, dan total unduh sebesar 1.60 MB per menit.



Gambar 17 Grafik Hasil Pengujian Data Video

Dari grafik hasil pengujian pada gambar 17 dapat disimpulkan bahwa pengiriman data unggah total per menit yang tertinggi pada saat pengujian adalah di 0 meter sebesar 204.62 MB/m, karena hambatan pengiriman data lebih sedikit dibandingkan 2 meter, 4 meter maupun 6 meter. Hasil yang dapat disimpulkan juga bahwa semakin jauh jarak antara pengguna dengan Raspberry Pi maka kecepatan unggah rata-rata per menit ikut menurun terbukti yang ditampilkan pada tabel 2 bahwa dengan jarak 0 meter total unggah per menit yang didapat sebesar 204.62 MB, jarak 4 meter total unggah per menit yang didapat sebesar 156.02 MB, jarak 8 meter total unggah per menit yang didapat sebesar 163.02 MB dan jarak 12 meter total unggah per menit yang didapat sebesar 91.20 MB. Data yang dapat menurun terus searah dengan jauhnya jarak hingga percobaan ke 5 sejauh 16 meter.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis pada bab sebelumnya dapat diambil beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan hasil analisis tersebut, diantaranya sebagai berikut. Berhasilnya pengguna perangkat wireless sebagai pengganti media kabel yang terhubung antara laptop atau komputer ke projector. Penggunaan jarak yang aman digunakan yaitu data tanpa pergerakan pengguna dan data pemutaran video pada jarak 5 meter dan 10 meter. Penggunaan video lebih baik menggunakan medium picture quality karena data yang di unggah lebih sedikit dibandingkan high picture quality.

Penggunaan perangkat wireless ini lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan media kabel, karena dengan media wireless pengguna dapat mengirim data

menjaga agar tidak ada data yang hilang, karena wireless bekerja secara maksimal dibandingkan dengan media kabel. Penggunaan media kabel dapat menjadi rusak karena seringnya penggunaan secara bergantian. Akan tetapi dengan menggunakan perangkat wireless ini pengguna dapat mengakses secara bersamaan dengan pengguna yang lain, tetapi pengguna terakhir yang terkoneksi maka pengguna tersebut akan ditampilkan ke layar projector.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Abdulwahab, A. Babiker, T. Abdulrhman, M. Alnour, "Design of Wireless Control Mixing System of Liquids using Raspberry Pi Device", IJEEAS, Vol. 3, No. 1, April 2020
- [2] D. Pranindito, P. Pattinasarani, E. F. Cahyadi, "Simulasi dan Analisis QoS Video Conference Melalui Jaringan Interworking IMS –UMTS Menggunakan Opnet", Jurnal Infotel Vol.9No.1 Februari 2017.
- [3] F. Subekti, A. Lestari, W. Sulistiyo, "Smart Remote to Projector System: Alat Bantu Presentasi Wireless untuk PC dan Smartphone", JTET(Jurnal Teknik Elektro Terapan) Vol. 7 No. 1 April 2018.
- [4] Fawzian, R. Munadi, D. Sanjoyo, "Implementasi Dan Analisis Performansi Wireless Distribution System Pada Layanan Video Conference", e-Proceeding of Engineering : Vol.5, No.1 Maret 2018.
- [5] Dhaval Chheda, Divyesh Darde, Shradha Chitalia, "Smart Projectors using Remote Controlled Raspberry Pi" International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 82 – No. 16, November 2013.
- [6] Yulia Utami, "Pengaruh Pemanfaatan Media Pembelajaran Proyektor Lcd Menggunakan Program Power Point Terhadap Hasil Belajar Siswa Dalam Menentukan Volume Kubus Dan Balok Pada Bangun Ruang", Jurnal Mantik Penusa, Volume 1 No 1 Juli 2017.
- [7] P. Bhanushali, A. Aparadh, V. Bhaskar, U. Rote "IoT Based Smart Projector", International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Apr 2019

# Rancang Bangun Sistem Irigasi Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Mikrokontroler Pada Tanaman Sawi

<sup>1</sup>Ogik Nugrah Ardiansyah , <sup>2</sup>Himawan Prasetyo Utomo , <sup>3</sup>Balok Hariadi, <sup>4</sup>Ahmad Ridho'i

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

<sup>1</sup>Ardiansyah.ogik@gmail.com, <sup>2</sup>Himawanguard18@gmail.com

<sup>3</sup>balokhariadi@untag-sby.ac.id, <sup>4</sup>ridhoi@untag-sby.ac.id

**Abstract** - Cultivation of hydroponic plants with a DFT (deep flow technique) type of mustard greens without using soil media but using nutrients dissolved in water is still done manually. From the irrigation system, namely water circulation, provision and measurement of nutrients based on the value of ppm (parts per million), and filling water in the reservoir. Then an automatic hydroponic cultivation irrigation system was created. on controlling and providing nutrition, water circulation, filling water in water tanks. This tool uses a TDS sensor to measure the value of PPM (parts per million), an ultrasonic sensor to measure the water level in the tub and the RTC (real time clock) used to control the water circulation timer. Microcontroller as a control tool, and LCD (liquid crystal display) is used to monitor the ppm value and the water level. Observation of the work of the tool carried out obtained the results of setting the water circulation time that works according to orders, the reading on the TDS sensor is good with a value of 96.6% and testing on the ultrasonic sensor with 99.72% truth.

**Keywords** — DFT (deep flow technique) hydroponics, microcontroller, irrigation system, PPM (parts per million)

**Abstrak** - Budidaya tanaman hidroponik sistem DFT (deep flow technique) jenis sawi hijau tanpa menggunakan media tanah tetapi menggunakan nutrisi yang terlarut dengan air masih dilakukan secara manual. Dari sistem irigasi yaitu sirkulasi air, Pemberian dan pengukuran nutrisi berdasarkan nilai ppm (parts per million), dan pengisian air pada bak penampung. Maka dibuatlah sistem irigasi budidaya hidroponik secara otomatis. pada pengendalian dan pemberian nutrisi, sirkulasi air , pengisian air pada bak air. Alat ini menggunakan sensor TDS untuk mengukur nilai PPM (parts per million), sensor ultrasonic sebagai pengukur ketinggian permukaan air di bak serta RTC (real time clock) digunakan pengatur waktu sirkulasi air. Mikrokontroler sebagai kontrol alat, dan LCD (liquid crystal display) digunakan memonitoring nilai ppm dan ketinggian permukaan air. Pengamatan kerja alat yang dilakukan mendapatkan hasil pengaturan waktu sirkulasi air yang bekerja sesuai perintah, pembacaan pada sensor TDS yang baik dengan nilai 96,6 % dan pengujian pada sensor ultrasonic dengan kebenaran 99,72%.

**Kata kunci** -- Hidroponik DFT(deep flow technique), Mikrokontroler, Sistem irigasi, PPM (parts per million)

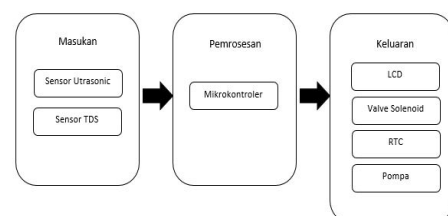
## I. PENDAHULUAN

Caisim salah satu jenis sayuran sawi hijau tumbuh pada daerah iklim tropis dan sub-tropis. tersebut umumnya sering ditanam pada dataran rendah maupun dataran tinggi. Hidroponik merupakan cara budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, melainkan menggunakan metode dengan air, nutrisi, serta oksigen.

Sistem DFT (Deep flow Technique) yang sistem irigasinya dengan metode sirkulasi air tercampur oleh nutrisi secara mengalir dan menggenang pada tanamannya. Penerapan budidaya tanaman hidroponik sistem irigasinya masih di lakukan secara manual. Dari sistem kontrol, pemberian nutrisi dan pengukuran nilai ppm (parts per million) pada nutrisinya, pengisian air pada bak penampung, sirkulasi air terus menerus. Jika tidak mempunyai waktu luang akan menjadi sebuah masalah dalam perawatan tanamannya sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Maka di buat cara budidaya tanaman hidroponik yang bisa mengatur sistem irigasi, pemberian dan pengukuran nutrisi sesuai nilai ppm (parts per million), pengisian air pada bak penampung secara otomatis. Serta dapat memonitoring pengendalian dan pemberian nutrisi yang di tampilkan pada LCD (liquid crystal display), mikrokontroler sebagai control alat, sehingga mendapatkan hasil tanaman yang baik..

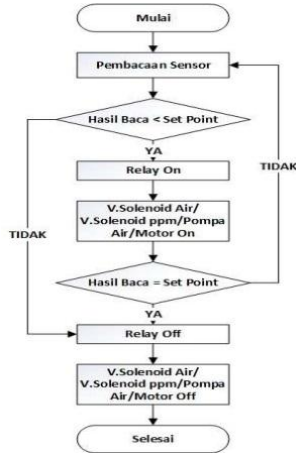
## II. METODE PENELITIAN

### A. Blok Diagram



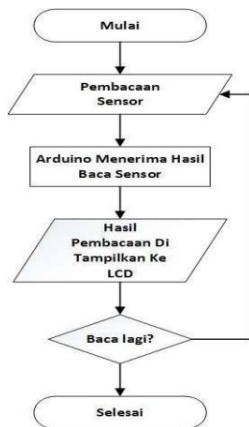
Gambar 1 Blok diagram

B. Flowchart Sistem



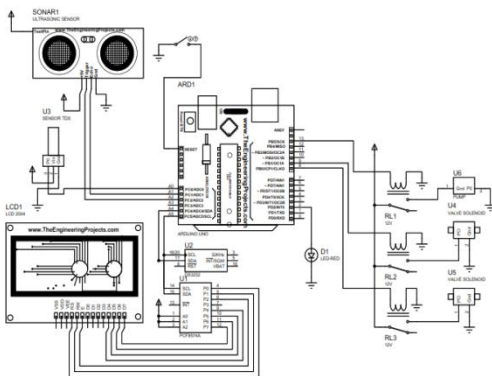
Gambar 2 Flowchart Sistem

C. Flowchart Monitoring



Gambar 3 Flowchart Monitoring

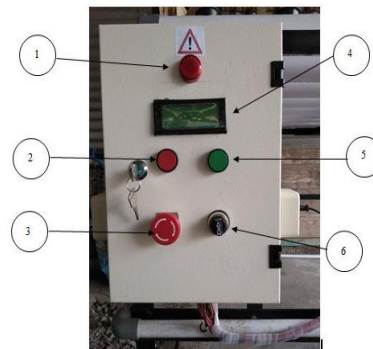
D. Rangkaian alat



Gambar 4. Rangkaian Sistem  
 E. Gambar keseluruhan alat



Gambar 5. alat keseluruhan



Gambar 6. Panel box kontrol luar

Keterangan :

1. Led indicator alat berjalan.
2. Push Button untuk mematikan alat.
3. Emergency mematikan system dalam keadaan darurat.
4. LCD 20 x 4 untuk menampilkan hasil data pengujian.
5. Push Button untuk menyalakan alat.
6. Selector menghidupkan alat secara manual dan otomatis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Ultrasonic

Tabel 1 Pengujian Sensor Ultrasonic

No	Sensor Ultrasonic (cm)	Penggaris (cm)	Error %
1	9	9	0
2	9	9	0
3	9	9,2	0,2



4	10	9,5	0,5
5	9	9,7	0,7
Rata-rata	9	9,28	0,28

Pengujian sensor ultrasonic pada permukaan air di bak nutrisidengan percobaan selama 5 kali dengan waktu pengambilan data pompa setelah hidup 2 menit.. Dari percobaan pertama sampai terakhir dengan nilai relatif error secara rata-rata 0,28% dan tingkat kebenarannya 99,72%. Adanya persentaseterjadi error ini disebabkan pembacaan sensor ultrasonic tersebut dengan bilangan bulat.

### B. Pengujian Sensor TDS

Tabel 2. PengujianSensor TDS

No	Waktu	Sensor TDS (ppm)	TDS Meter (ppm)	Erorr %
1	09.00	1028	1030	2
2	10.00	1036	1040	4
3	11.00	1078	1080	2
4	12.00	1104	1110	6
5	13.00	1117	1120	3
Rata-rata		1061	1076	3,4

Pengujian TDSpada tingkatan larutan nutrisi atau nilai ppm, pengambilan data setiap 60 menit dan setelah pompa hidup selama 2 menit mulai pukul 09.00-13.00.

Pada percobaan tersebut memiliki rasio rata-rata nilai erorr 3,4% sedangkan nilai kebenaran sebesar 96,6%. Lalu untuk nilai selisih pengujian TDS meter dengan sensor TDS adalah 15 ppm. Persentase terjadierror karena sensitivitas oleh sesnor serta konversi ADC.

### C. Pengendalian Pompa Air

Prosessirkulasi air pada hidroponik dimulai dengan pengaturan waktuRTC (real time clock) mikrokontroler memberikan perintah pada relay menghidupkan pompa air selama 15 menit. Jika waktu habis, relaymematikan pompa air, RTC (real time clock) membaca data lalu di kirimkan ke mikrokontroler. Jika belum berada pada waktu yang ditentukan maka tidak ada sirkulasi air.

### D. Pengendalian Nutrisi

Sistem Pengendalian Proses Pemberian Nutrisi dengan mengatur nilai ppm pada program nilai bawah 1000 ppm dan atas 1200 ppm. Sensor TDS melakukan pembacaan pada bak air lalu data tersebut dikirim ke mikrokontroler untuk di olah.

Bila pada nilai batas rendah ppm mikrokontroler memberikan perintah pada relay mengaktifkan valve solenoid nutrisi selama 5 detik mengalirkan nutrisi Abmix. Dilakukan pembacaan sensor TDS ulang dan di terima oleh mikrokontroler, jika belum pada pengaturan nilai batas atas ppm maka pengaliran nutrisi berlangsung kembali. Bila sudah pada nilai batas atas tidak dilakukan pengaliran nutrisi.

### E. Pengendalian Pengisian Air

Prosessirkulasi air pada hidroponik dimulai dengan pembacaan sensor ultrasonic, pengukuran data dibandingkan dengan batas ultrasonic. Prosesdimulai dengan mikrokontroler memberikan perintah ke relay untuk mengaktifkan valve solenoid pengisian air. Sensor ultrasonic melakukan pembacaan pengukuran lalu mengirimkan data pada mikrokontroler, jikasudah memenuhi batas atas yang ditentukan pengisianair tidak berheneti dan menunggu nilai pembacaan ultrasonic kurang dari batas bawah.

### F. Pengujian Alat Keseluruhan

Pada pengujian alat keseluruhan kalau alat bekerja, dimulai dalam pengukuran nilai ppm, nilai ppm yang diukur rata-rata 1090 ppm. ketinggian permukaan pada bak air rata-rata 10,8cm danpompa air hidup sesuai perintah waktu yang di berikan. Sedangkan valve solenoid nutrisi dan pengisian air tidak menyala dikarenakan tidak ada perintah pengisian air dan penambahan nutrisi. Nilai ppm dan permukaan airdapat dilihatpada pada LCD (*liquid crystal display*). Setelah dilakukan pengujian alat secara keseluruhan , alat bekrja dengan normal.

Tabel 3 PengujianKeseluruhan

Tanggal	WaktuSirkulasi	Sensor TDS (PPM)	Sensor Ultrasonic (Cm)	Pompa	V. Nutrisi	V. Air
15 Juni 2020	06.00	1036	9	ON	OFF	OF
	08.00	1062	9	ON	OFF	OF
	10.00	1088	10	ON	OFF	OF
	12.00	1127	10	ON	OFF	OF
	14.00	1150	10	ON	OFF	OF
	16.00	1136	11	ON	OFF	OF
	18.00	1113	11	ON	OFF	OF
	20.00	1093	12	ON	OFF	OF
	22.00	1089	12	ON	OFF	OF
	00.00	1080	12	ON	OFF	OF
	02.00	1059	12	ON	OFF	OF
	04.00	1050	12	ON	OFF	OF
	Rata - rata		1090	10,8		

---

#### IV. KESIMPULAN

Sistem kerja sensor ultrasonic dengan nilai kebenaran 98,6% dan sensor TDS sebesar 96,6%. Seluruh alat bekerja secara baik dan normal.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andrian Budiawan Lim, (2020). Sistem Kendali Hidroponik Dalam Ruangan Berbasis Rasberry PI
- [2] Febriyan, D. H. ( 2019 ).Rancang Bangun Monitoring Dan Kontrol Pertumbuhan Tanaman Pada Sistem Hidroponik DFT Menggunakan Metode Fuzzy Logic.
- [3] MT, E. A. S., & Kom, R. D. M. (2018). Otomasi Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique) Berbasis Arduino Android dengan Memanfaatkan Panel Surya sebagai Energi Alternatif. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 3(2), 30-37.
- [4] Parikesit, M. A. K., Yuliati, S., Angka, P. R., Gunadi, A., Joewono, A., & Sitepu, R. (2019). Otomatisasi system irigasi dan pemberian kadar nutrisi berdasarkan nilai Total Dissolve Solid (TDS) pada hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *Widya Teknik*, 17(2), 70-78.
- [5] Shaputra, R., Gunoto, P., & Irsyam, M. (2019). Kran Air Otomatis Pada Tempat Berwudhu Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. *Sigma Teknika*, 2(2), 192-201.

# Sistem Telemetri Mobil Listrik IMEI TEAM UMSIDA Berbasis Iot Dan Ublox Gps Neo-6m

<sup>1</sup>Mochammad Syeh Maulana, <sup>2</sup>Indah Sulistiyowati

<sup>1,2</sup>Program studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo

<sup>1</sup>[syehmaulana.m@gmail.com](mailto:syehmaulana.m@gmail.com) <sup>2</sup>[indah\\_sulistiyowati@umsida.ac.id](mailto:indah_sulistiyowati@umsida.ac.id)

## I. PENDAHULUAN

*Abstract - Telemetry system required on the Formula One and Shell Eco Marathon to monitor the condition and performance of the car during the competition. The telemetry system can provide speed, mileage and other instrument . mileage and speed data will be collected and displayed on android. The data received will be used to decide the strategy and evaluation.*

*The system used GPS module UBLOX NEO-6M as receiver of speed and mileage data. The Nodemcu ESP 8266 as a microcontroller. The system transfer data by the WiFi and will displayed on the Android. The car speed and mileage can be monitored. The other parameters will be the development at the next research. It is expected the result of a telemetry system capable of being employed to work that it can become a reference to decide the strategy and evaluation also can be used on any vehicle.*

**Keyword :** Formula One (F1), Shell Eco Marathon (SEM), Telemetry system, Internet, IoT

**Abstrak.** – Sistem Telemetri diperlukan Pada kompetisi Formula One (F1) dan Shell Eco Marathon (SEM) untuk memonitor kondisi dan performa mobil selama perlombaan. Sistem telemetri dapat memberikan informasi kecepatan, jarak tempuh dan instrument lainnya. Data kecepatan dan jarak tempuh akan dikumpulkan dan ditampilkan di Android. Data yang telah diterima dapat digunakan untuk menentukan strategi dan evaluasi.

Perancangan sistem ini menggunakan modul UBLOX GPS NEO-6M sebagai penerima data kecepatan dan jarak tempuh. Modul Nodemcu ESP 8266 sebagai mikrokontroler. Sistem tersebut akan melakukan transfer data melalui media Wifi, data yang diterima dapat ditampilkan oleh Android. Kecepatan dan jarak tempuh mobil dapat termonitor. Pada sistem ini akan dilakukan percobaan pemantauan kecepatan dan jarak tempuh, untuk pemantauan parameter lain akan menjadi bahan pengembangan pada penelitian selanjutnya. Diharapkan sistem telemetri ini mampu bekerja dengan baik sehingga dapat digunakan untuk menentukan strategi dan evaluasi serta dapat digunakan pada kendaraan apapun.

**Kata kunci :** Formula One (F1), Shell Eco Marathon (SEM), Sistem telemetri, Internet, IoT

Telemetri sistem digunakan pada perlombaan F1 dengan tujuan untuk mengetahui kondisi mobil yang sedang melaju sehingga dapat menentukan strategi yang tepat [1].

Selain pada ajang F1, telemetri sistem juga digunakan pada perlombaan *Shell Eco Marathon (SEM)*[2]. Pentingnya sistem telemetri adalah untuk mendapatkan data yang digunakan untuk menentukan strategi yang akan dipakai [3] [4].

Telemetri sistem merupakan pengukuran jarak jauh dengan menggunakan sarana telekomunikasi[5].

Dibuatnya sistem telemetri yang terintegrasi dengan IoT bertujuan untuk digunakan pada mobil listrik IMEI TEAM Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Selain itu, tujuan dibuatnya alat ini ialah agar data kecepatan dan jarak tempuh mobil yang didapat bisa dijadikan acuan untuk menentukan strategi dan evaluasi.

Sistem kerja alat ini adalah mengambil data kecepatan dan jarak tempuh mobil dari modul UBLOX GPS NEO-6M yang diambil dari satelit[6] [7] [15] [16] [17]. Selain itu terdapat sensor tegangan untuk mengetahui tegangan baterai sumber yang digunakan alat ini. Sensor tegangan terdiri dari rangkaian pembagi tegangan yang disambungkan dengan input analog untuk dibaca nilainya[18]. Seluruh data tersebut ditransfer ke mikrokontroler dengan modul NODEMCU ESP-8266 [12] [13][14] ke *Web server Blynk* dan *ThingSpeak* [19] yang akan ditampilkan pada *Android* yang mampu dilihat oleh pengemudi dari ruang kemudi dan *ThingSpeak* yang akan dapat dilihat tim pendukung dari luar lintasan melalui *browser*. prinsip transfer data tanpa melalui perantara manusia ini disebut dengan *Internet of Things (IoT)* [8] [9].

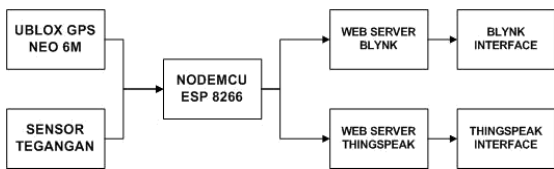
Sistem telemetri ini diharapkan dapat memberikan data secara langsung kepada pengemudi dan tim sehingga dapat menentukan strategi yang tepat pada saat perlombaan agar mobil dapat menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi.

Dalam jurnal ini terdiri dari ; bagian 1, latar belakang yang mengenalkan permasalahan. Bagian 2, berisi perancangan sistem, *hardware*, dan *software*. Bagian 3 berisi simulasi sekaligus analisa hasil percobaan alat. Pada bagian 4 berisi kesimpulan dari penelitian ini.

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

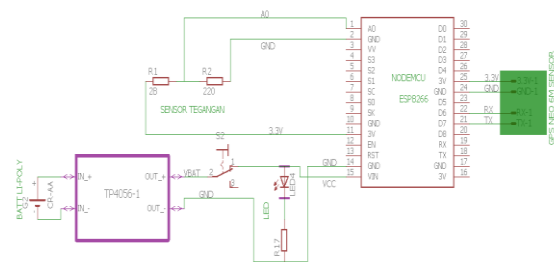
Sistem telemetri ini dibagi ke dalam dua bagian blok besar yaitu hardware dan software [5]. Pada bagian hardware terdiri dari komponen sensor Ublox Gps Neo 6m, Sensor tegangan DC, dan NodeMCUESP8266 untuk transmitter, [6] [7] sedangkan pada bagian software terdiri atas Laptop dan smartphone Android untuk mendisplaykan data untuk receiver. Pada Gambar di bawah ini ditunjukkan diagram blok sistem telemetri mobil listrik IMEI TEAM UMSIDA berbasis iot dan ublox gps neo-6m :



Gambar 1. Diagram block of telemetry system of electric car IMEI TEAM UMSIDA

B. Perancangan Hardware

Mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 dengan sensor tegangan yang mampu membaca tegangan baterai lithium polymer dan modul sensor GPS Neo 6M. alat ini menggunakan baterai lithium polymer sebagai sumber tegangan utama yang dapat diisi ulang dengan bantuan modul charger. NodeMCU ESP8266 mampu mengirimkan data ke web server Blynk dan ThingSpeak melalui WiFi.

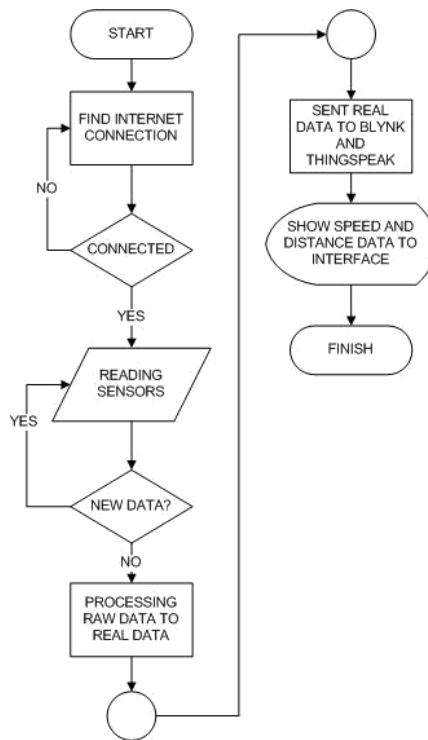


Gambar 2. Wiring rangkaian alat sistem telemetri



Gambar 3. hardware

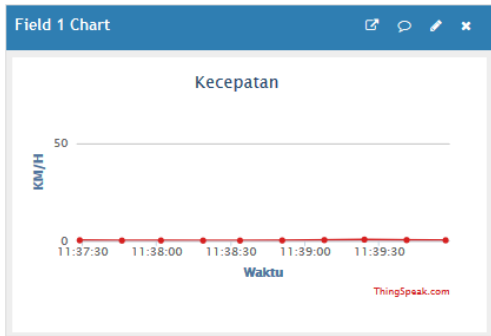
C. Perancangan software



Gambar 4. Flowchart diagram system of telemetri system



Gambar 5. display for client on Blynk



Gambar 6. Display on ThingSpeak

Semua data akan dikirim lewat Wi-Fi ESP 8266 ke server Blynk dan ThingSpeak. Sehingga data dapat ditampilkan pada interface aplikasi Blynk yang terdapat di Android yang akan diakses oleh drivers dan ThingSpeak yang dapat dibuka pada web browser diakses oleh tim crew.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat yang telah dibuat dengan alat standart yang umum digunakan.

Perhitungan dilakukan menggunakan beberapa rumus, diantaranya ;

$$Deviasi = (nSensor - nAlat ukur) \quad (1)$$

yang merupakan rumus deviasi [22];

$$Nilai Rata - Rata = \mu = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_5}{n} \quad (2)$$

yang merupakan rumus nilai rata-rata [23]; rumus standart deviasi [22]

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (3);$$

dan rumus presentase ketepatan serta presentase kesalahan,

$$\% Ketepatan = \left\{ 1 - \left| \frac{Yn - Xn}{Xn} \right| \right\} \times 100 \% \quad (4)$$

$$\% Kesalahan = \left\{ \left| \frac{Yn - Xn}{Xn} \right| \right\} \times 100 \% \quad (5)$$

1.1. Pengujian sensor GPS untuk data kecepatan dengan protipe mobil listrik IMEI Team UMSIDA

Tabel 1. Tabel pengujian kecepatan GPS sensor pada mobil listrik

Sundin g Speedo meter	Sensor Gps Kecepatan (Km/H)			Deviasi Sensor Kecepatan (Km/H)		
	Speed (Km/H)	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 1	Percobaan 2

)	2	3	n 1	n 2	
10	9	9	9	1	1
20	16	17	17	4	3
30	25	25	24	5	5
Rata Rata	16,67	17	16,67	3,33	3

Akurasi (%)			Kesalahan (%)			Stand art Devia si
Perco baan 1	Perco baan 2	Perco baan 3	Perco baan 1	Perco baan 2	Perco baan 3	
88,89	88,89	88,89	11,11	11,11	11,11	0
75,00	82,35	82,35	25,00	17,65	17,65	0,6
80,00	80,00	75,00	20,00	20,00	25,00	0,6
81,23	83,75	82,08	18,70	16,25	17,92	0,38

Dari percobaan ke-1, diperoleh persentase akurasi terbesar 88,89% dan terkecil 75% dengan rata – rata persentase 81,23,%. Disimpulkan bahwa akurasi pembacaan sensor GPS Neo Ublox 6m untuk pembacaan kecepatan cukup tinggi. Dengan rata – rata standart deviasi 0,38. Disimpulkan bahwa pembacaan sensor GPS Ublox Neo 6m untuk pembacaan kecepatan cukup stabil, karena nilai standart deviasi mendekati nilai 0.

1.2. Pengujian sensor GPS untuk data jarak tempuh dengan protipe mobil listrik IMEI Team UMSIDA

Tabel 2. Tabel pengujian jarak tempuh GPS sensor pada mobil listrik

Sundin g Speedo meter	Sensor Gps Odometer (Meter)			Deviasi Sensor Odometer (Meter)		
	Dist (M)	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 1	Percobaan 2
100	106	107	103	6	7	3
200	200	207	199	0	7	1
300	305	305	302	5	5	2
Rata Rata	203,67	206,33	201,33	3,67	6,33	1,33

Akurasi (%)			Kesalahan (%)			Standart Deviasi
Perco baan 1	Perco baan 2	Perco baan 3	Perco baan 1	Perco baan 2	Perco baan 3	
94,34	93,46	97,09	5,66	6,54	2,91	2,082
100,00	96,62	99,50	0,00	3,38	0,50	4,4
98,36	98,36	99,34	1,64	1,64	0,66	1,732
97,57	96,15	98,64	2,43	3,85	1,36	2,72

Dari percobaan ke-1, diperoleh persentase akurasi terbesar 100% dan terkecil 94,34% dengan rata – rata persentase 97,57%. Disimpulkan bahwa akurasi pembacaan sensor GPS Neo Ublox 6m untuk pembacaan jarak tempuh tinggi. Dengan rata – rata standart deviasi 2,72. Sehingga disimpulkan bahwa pembacaan sensor GPS Ublox Neo 6m untuk pembacaan kecepatan tidak stabil, karena nilai standart deviasi menjauhi nilai 0.

### 1.3. Pengujian sensor tegangan

Tabel 3. Tabel pengujian sensor tegangan DC

The Test	Voltage sensor	Multimeter	Deviation	Accuracy	Error	Standard deviation
	Voltage (V)	Voltage (V)	Voltage (V)	(%)	(%)	Voltage (V)
1	5,01	5,001	0,01	99,8	0,18	
2	5,01	5,015	0,00	99,9	0,10	
3	5,01	5,014	0,00	99,9	0,08	Sensor
4	5,01	5,013	0,00	99,9	0,06	0
5	5,01	5,001	0,01	99,8	0,18	
6	5,01	5,001	0,01	99,8	0,18	Multimeter
7	5,01	5,001	0,01	99,8	0,18	0,006332456
8	5,01	5,011	0,00	100,0	0,02	
9	5,01	5,011	0,00	100,0	0,02	
10	5,01	5,001	0,01	99,8	0,18	
Average	5,01	5,0069	0,0031	99,88	0,12	

Persentase akurasi terbesar 100% dan terkecil 99,8 % maka diperoleh rata – rata persentase 99,88% sehingga disimpulkan bahwa akurasi pembacaan sensor tegangan sangat tinggi. Hasi standart deviasi adalah 9,36222E-16 dan disimpulkan bahwa pembacaan sensor tegangan stabil.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem telemetri ini dapat bekerja dengan optimal dan cukup handal dalam pemakaiannya dikarenakan batas wilayah cakupannya yang meluas dan hanya dibatasi oleh jaringan seluler dan akses satelit untuk sensor GPS Neo 6m. Selain itu, penggunaan baterai *lithium polymer* membuat alat ini dapat hidup selama kurang lebih 11 jam.

2. *Latency* pengiriman masih jauh dari kata *real time* dikarenakan waktu pengiriman data pada *interface blynk* ialah 3 detik dan pada *thingspeak* adalah 15 detik. Sedangkan agar dapat dikatakan *real time* setidaknya kecepatan pengiriman data dibawah 100 m.
3. Sensor GPS Neo Ublox 6m kurang stabil dikarenakan titik lokasi sering berubah. Sehingga data angka kecepatan dan jarak tempuh yang didapat tidak stabil.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Hammady, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Sistem Telemetri Pada Mobil Listrik Inacos Berbasis Iot Universitas Telkom," vol. 5, no. 1, pp. 100–106, 2018.
- [2] Sutarto and M. Badri, "Manufaktur Bodi Kendaraan Shell Eco Marathon (SEM) Tipe Urban Bahan Komposit Serat Karbon," vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2017.
- [3] E. Susanti and 2016 Triyono, Joko, "Simposium Nasional RAPI XV-2016 FT UMS," *PROTOTYPEALAT IoT (INTERNET THINGS) UNTUK PENGENDALI DAN PEMANTAU KENDARAAN SECARA Realt.*, pp. 401– 407, 2016.
- [4] T. Informasi and D. A. N. Komunikasi, "Service ( Gprs ), Global Positioning System ( Gps ) Dan Arduino Vehicle Distance Monitoring Based on General Packet Radio Service ( Gprs ), Global," vol. 5, no. 1, pp. 29– 38, 2016. UGM, "Sistem Telemetri," *Elisa UGM*, pp. 1–11, 2004.
- [6] Mediocto Sahat Adolf, D. Darlis, and A. M. Kanosri, "Implementasi Sistem Tampilan Lokasi Berbasis Gps Di Kereta Api Sebagai Pemandu Otomatis," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 1, no. 3, pp. 2706–2714, 2015.
- [7] T. Susilawati and I. Awaludin, "Eksplorasi Sensor , Gps , Dan Moda Komunikasi Nirkabel Internet Of Things," *Ikra-Ith Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 96–103, 2019.
- [8] I. Sulistiyowati, Y. Findawati, S. K. A. Ayubi, J. Jamaaluddin, and M. P. T. Sulistyanto, "Cigarette detection system in closed rooms based on Internet of Thing (IoT)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1402, no. 4, 2019.
- [9] H. Shull, "SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266," *Science (80-. )*, vol. 195, no. 4279, p. 639, 1977.
- [10] M. Thowil Afif and I. Ayu Putri Pratiwi, "Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015.
- [11] Wikipedia, "Baterai ion litium," *wikipedia. interwiki*, 2018.
- [12] "Versi-Nodemcu," *www.nyebarilmu.com*. [Online]. Available:

- <https://i1.wp.com/www.nyebarilmu.com/wp-content/uploads/2017/07/Versi-Nodemcu.png?resize=640%2C244&ssl=1>.  
[Accessed: 30-Oct-2019].
- [13] F. RAMADHAN, "PROTOTYPE ALAT PEMILAH HASIL PRODUKSI OLI OTOMATIS BERDASARKAN KODE WARNA MENGGUNAKAN SENSOR TCS 230 PADA PT AGHEO LANGGENG CHEMINDO," *https://widuri.raharja.info*, 2018. [Online]. Available: <https://widuri.raharja.info/index.php?title=SI1433482216>. [Accessed: 30-Oct-2019].
- [14] Vowstar, "No Title," *github.com*, 2017. [Online]. Available: <https://github.com/nodemcu/nodemcu-devkit>. [Accessed: 30-Oct-2019].
- [15] D. Sheet, "Neo-6 Datasheet."
- [16] lastminuteengineers, "Interface ublox NEO-6M GPS Module with Arduino," *lastminuteengineers.com*, 2019. [Online]. Available: <https://lastminuteengineers.com/neo6m-gps-arduino-tutorial/>. [Accessed: 30-Oct-2019].
- [17] sunfounder, "Ublox NEO-6M GPS Module," *http://wiki.sunfounder.cc*, 2017. [Online]. Available: [http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=Ublox\\_NEO-6M\\_GPS\\_Module](http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=Ublox_NEO-6M_GPS_Module). [Accessed: 30-Oct-2019].
- [18] R. M. M. Wilutomo and T. Yuwono, "Rancang Bangun Memonitor Arus Dan Tegangan Serta Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Web Berbasis Arduino Due," *Gema Teknol.*, vol. 19, no. 3, p. 19, 2017.
- [19] I. Alfannizar *et al.*, "Perancangan dan Pembuatan Alat Home Electricity Based Home Appliance Controller Berbasis Internet of Things," vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [20] A. Manggini, "Perancangan Dan Pengujian Portable Photovoltaic," no. September, p. 51, 2016.
- [21] V. A. Armansyah, "Perbedaan Kecepatan dan Percepatan – Pengertian, Rumus, Perbedaan," *rumus.co.id*. [Online]. Available: <https://rumus.co.id/perbedaan-kecepatan-dan-percepatan/>. [Accessed: 05-Apr-2020].
- [22] "JURNAL ILMIAH VOLUME 4.pdf." . A. about chemistry and Environmental, "Akurasi," *Kimia Analitik, Statistik*. [Online]. Available: <https://environmentalchemistry.wordpress.com/tag/akurasi/>
- [23] A. about chemistry and Environmental, "Akurasi," *Kimia Analitik, Statistik*. [Online]. Available: <https://environmentalchemistry.wordpress.com/tag/akurasi/>

## Perancangan dan Analisis Kualitas Jaringan Radio Pancar Ulang Berbasis RoIP Di Kampus ITN Malang

Muhamad Aqil Dzaki<sup>1</sup>, Kartiko Adi Widodo<sup>2</sup>, Sotyohadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang  
e-mail korespondensi : aqildzaki12@gmail.com

**Abstract** – Kampus ITN MALANG mempunyai Repeater yang digunakan oleh satuan keamanan yang berada di Kampus 1 dan Kampus 2 dengan cakupan jarak yang jauh dan digunakan untuk bertukar informasi melalui handy-talkie. Repeater ini mulai terkendala dengan adanya bangunan Gedung yang tinggi dan semakin banyaknya pengguna radio amatir dengan frekuensi yang sama. Dengan adanya RoIP (Radio over IP) yang memudahkan bertukarnya informasi untuk satuan keamanan dari kampus 1 dan kampus 2 ITN MALANG. RoIP adalah sebuah teknologi dari system radio yang menggunakan standar VoIP untuk bekerja melalui perangkat lunak maupun perangkat keras, yaitu dengan menrubah sinyal analog dari transmisi radio tersebut menjadi sinyal digital melalui LAN. VoX adalah istilah dari Voice Operated Transmit, yaitu pancaran yang ditumbulkan oleh adanya audio (suara) Ketika kita berbicara melalui Microphone maka akan otomatis men"Trigger" relay transmit untuk memancarkan. Dari hasil analisa yang telah dilakukan selama 7 hari pada Kampus 1 dan Kampus 2 ITN MALANG pada kinerja protocol RoIP yang digunakan system PMR (private mobile radio). Komunikasi ini kemudian dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network). Pada parameter QoS (Quality of Services) yaitu bandwidth, yaitu 15 Mbps untuk jaringan Metro Ethernet. Pada parameter QoS yaitu delay yang menurut versi TIPHON, bahwa delay pada Kampus 1 dan Kampus 2 ITN MALANG termasuk dalam kategori CUKUP, SANGAT BAGUS karena nilai delay masih diatas 150 ms dan dibawah 150 ms

**Keywords** — RoIP, VOX, delay, throughput, jitter

### I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi dan komunikasi dizaman sekarang ini sangat dibutuhkan dalam setiap bidang untuk mempermudah manusia dalam melakukan aktivitasnya. Teknologi Handy Talky merupakan teknologi yang menggunakan gelombang radio. Pada awalnya radio menggunakan system analog dimana system ini dapat mengirim sinyal data dalam bentuk gelombang secara berkelanjutan yang membawa informasi dengan mengubah karakteristik gelombang.

Komunikasi radio saat ini terus mengalami perkembangan yang secara khusus selalu diamati dan diuji oleh

penggemarnya yaitu amatir radio. Pada umumnya para radio amatir menggunakan Relay, biasanya disebut sebagai repeater, sebagai gerbang penghubung agar berkomunikasi jarak jauh satu sama lain. Repeater

RoIP adalah pemancaran transmisi radio dua arah menggunakan standar VoIP, yaitu dengan mengubah sinyal audio analog dari transmisi radio tersebut menjadi data digital melalui LAN/WAN..

Sistem Transmit dari fitur VOX ini menggunakan gelombang audio yang diterima melalui Earphone bawaan dari Handy Talky atau melalui Microphone bawaan yang ada di Handy Talky.

Banyaknya masyarakat dikalangan umum yang menggunakan Handy Talky dan Repeater konvensional maka dapat menyebabkan terganggunya komunikasi jika mempunyai frekuensi yang sama untuk jangkauan yang jauh menggunakan antenna direksional.

Awal mula repeater adalah menggunakan dua buah Handy Talky yang di fungsikan sebagai receive dan transmit jenis single-sideband (SSB).

RoIP menggunakan beberapa protocol transport seperti TCP dan UDP untuk menghantarkan sinyal radio agar bisa didengar oleh pengguna RoIP. Protocol transport ini menentukan tingkat kualitas komunikasi jaringan RoIP.

Penelitian ini dilakukan Analisa kinerja RoIP pada system PMR dengan client dan radio gateway, parameter yang diuji meliputi delay, throughput, dan jitter.

### II. TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Radio Amatir

Radio amatir adalah komunikasi dua arah melalui radio dengan status amatir yang telah diakui. Kegiatan Amatir Radio adalah kegiatan yang melatih diri dengan saling komunikasi dan penyelidikan Teknik radio yang diselenggarakan oleh para amatir radio. Hampir tiga perempat abad lalu Tesla menemukan cara transmisi nirkabel untuk pertama kalinya. Sejak itu muncul orang yang melakukan suatu experiment



ilmiah dan membentuk oraganisasi sendiri pada tahun 1900an. Pada tahun 1913 London resmi mengeluarkan lisensi transmisi radio amatir untuk pertama kalinya yang bernama The London Wireless Club. Awalnya digunakan gelombang Panjang untuk berkomunikasi dengan jarak jauh, tetapi setelah ini hanya diijinkan menggunakan gelombang pendek (dibawah 200 meter) yang hanya digunakan dengan jarak yang pendek [3].

**B. RoIP**

RoIP (Radio Over Internet Protocol) adalah sebuah teknologi system radio yang menggunakan standar VoIP (Voice over Internet Protocol) dan bekerja melalui perangkat lunak maupun keras. RoIP menggunakan protocol transport seperti UDP dan TCP untuk menghantarkan sinyal-sinyal radio agar dapat terdengar oleh para pengguna RoIP. Protokol transport ini yang menentukan tingkat kualitas komunikasi pada jaringan RoIP [2].

**C. VOX**

VOX adalah istilah dari Voice Operated Transmit, yaitu pancaran yang ditimbulkan oleh adanya audio (suara) Ketika kita berbicara melalui Microphone maka akan otomatis men"Trigger" relay transmit untuk memancarkan .

**D. Delay**

Delay adalah merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan oleh data atau informasi untuk ke tempat tujuan data atau informasi tersebut dikirim. Delay pada suatu jaringa akan menentukan Langkah apa yang akan kita ambil Ketika kita memamanajemen suatu jaringan. Ketika delay besar, dapat diketahui jaringan tersebut sedang sibuk atau kemungkinan yang lain adalah kapasitas jaringan tersebut yang kecil sehingga bisa melakukan Tindakan pencegahan agar tidak terjadi overload..

**E. Jitter**

Merupakan variasi delay yang terjadi pada jaringan besarnya nilai jitter akan sangat berpengaruh pada beban trafik. Semakin besar beban trafiknya maka akan menyebabkan semakin tinggi nilai jitter dan membuat nilai kualitas QoS akan semakin turun.

**F. Throughput**

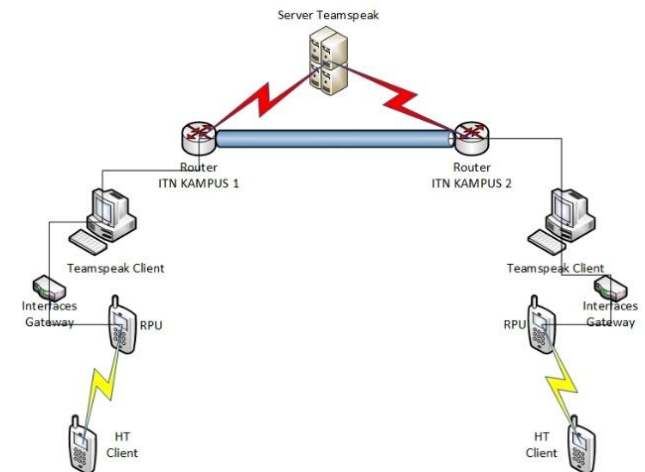
Throughput di definisikan sebagai ukuran keberhasilan secara actual dalam pengiriman paket data (dalam bit) yang berhasil dikirim dalam kurun waktu satu detik. Nilai dari throughput dengan satuan bps (bit per second).

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**A. Keterangan Komponen**

- Server linux yang telah terinstall aplikasi teamspeak server yang berfungsi sebagai room/channel penghubung untuk client.

- Router yang digunakan oleh kampus untuk membagikan internet dan menghubungkan perangkat antar kampus.



Gambar 1 Blok Diagram

- Teamspeak client yang berfungsi sebagai protocol untuk pengiriman dan penerimaan data antar kampus.
- Interfaces gateway yang berfungsi sebagai penghubung antara repeater dengan soundcard pc.
- HT client yang digunakan sebagai penerima data dari repeater dan memberi feedback pada repeater.

**B. Prinsip Kerja Sistem**

Sistem ini bekerja menerima dan mengirimkan data audio yang di pancarkan kembali menggunakan radio pancar ulang dengan fitur VOX yang sudah di sediakan dari tiap Handy Talky tanpa harus menekan tombol PTT, pada saat repeater menerima suara dari HT client maka repeater akan meneruskan data suara tersebut ke aplikasi teamspeak client menggunakan interfaces yang terhubung dengan soundcard, cara kerja dari HT juga menggunakan Half-duplex yang dimana cara transmisi dan diterimanya secara dua arah tetapi tidak dapat secara Bersama-sama, aplikasi teamspeak client akan mengirimkan ke room/channel yang sudah dibuat oleh server melalui jaringan internet yang sudah disediakan oleh Kampus ITN Malang untuk komunikasi antara Kampus 1 dan Kampus 2 .

**C. Perancangan Perangkat Keras**

Pada perancangan ini perangkat keras akan di hubungkan menjadi satu nantinya.

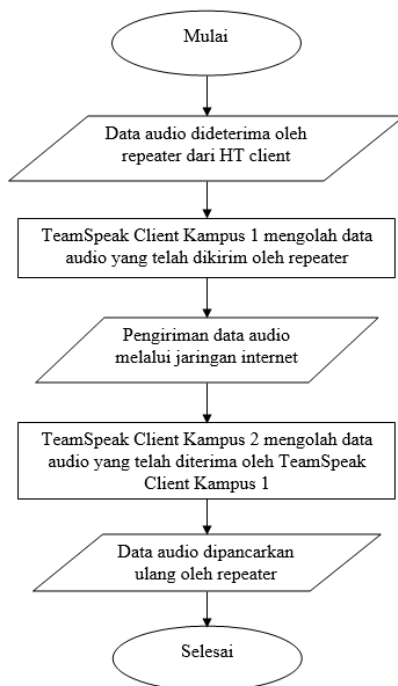
- Interfaces yang terhubung ke Soundcard PC dan HT



Gambar 2 Interfaces Gateway

#### D. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak atau software menggunakan aplikasi TeamSpeak 3 Sever sebagai pengelolah room/channel pada computer untuk aplikasi TeamSpeak 3 Client yang digunakan pada computer dengan spesifikasi yang standar, aplikasi ini disediakan gratis oleh pihak TeamSpeak.



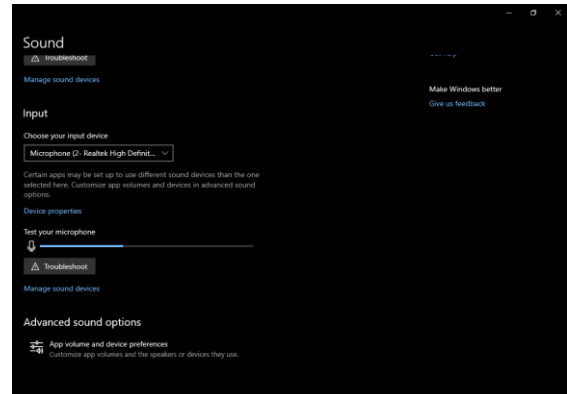
Gambar 3 Flowchart Sistem

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari pengujian dan pembahasan sistem adalah untuk mengetahui kinerja dari alat satu persatu maupun secara keseluruhan sistem. Pengujian kinerja alat dan keseluruhan sistem didasarkan pada perancangan sistem. Hasil dari pengujian akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan kesimpulan dan kekurangan dari sistem agar sesuai dengan perancangan sistem.

#### A. Pengujian Data Audio diterima Komputer

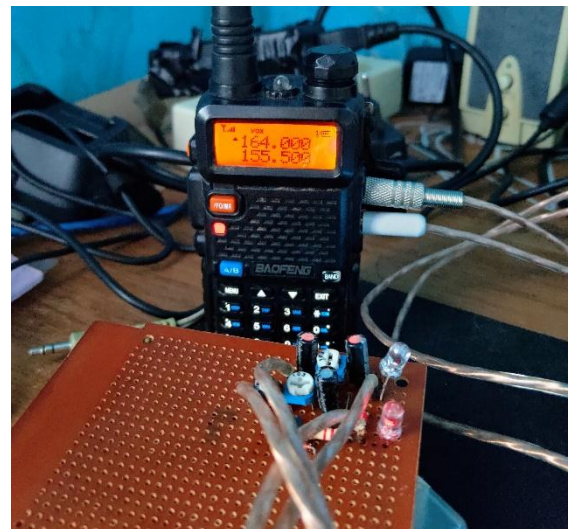
Pada hasil pengujian ini computer dapat menerima data audio repeater melalui interfaces yang terhubung ke soundcard PC.



Gambar 4 Hasil Pengujian Data Audio yang Diterima Computer

#### B. Pengujian Repeater menerima

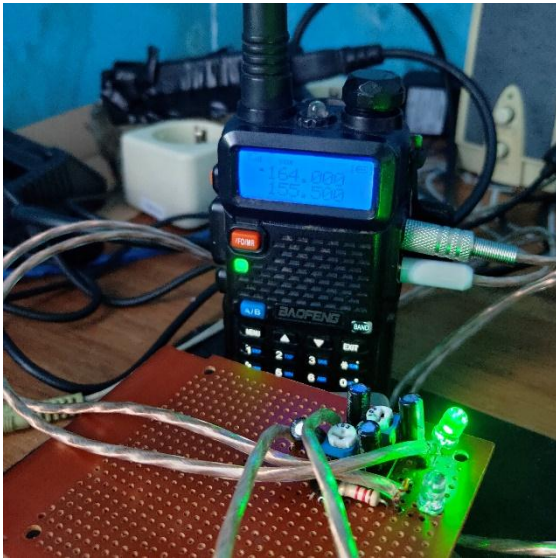
Pada pengujian kali ini repeater menerima data audio yang dikirim computer melalui soundcard yang terhubung dengan interfaces.



Gambar 5 Hasil Pengujian Repeater menerima data audio dari komputer

#### C. Pengujian Repeater mengirimkan data audio

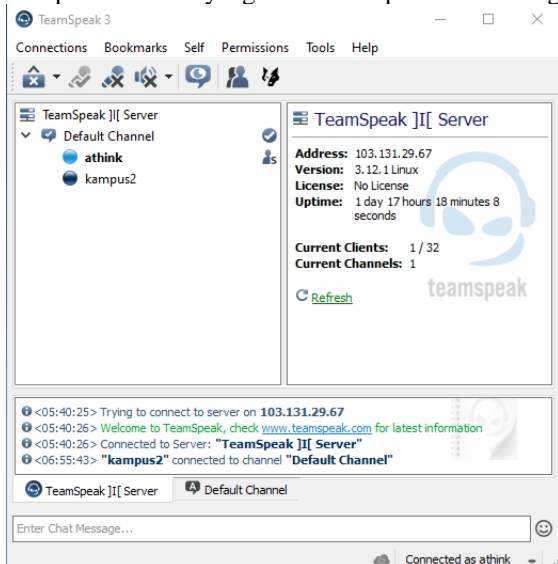
Pada pengujian kali ini repeater mengirimkan data audio ke computer melalui soundcard yang terhubung dengan interfaces.



Gambar 6 Hasil Pengujian Repeater mengirimkan data audio ke komputer

#### D. TeamSpeak 3 Client

TeamSpeak 3 Client dapat mengirim data audio ke TeamSpeak 3 Client yang ada di Kampus ITN Malang 2.



Gambar 7 Hasil Pengujian TeamSpeak 3 Client

#### E. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dengan berjalan dengan baik dari segi alat berdasarkan perancangan sistem yang telah dibuat.

Setelah pengiriman data audio ke computer repeater akan menerima feedback sebagai penanda bahwa repeater tidak mengirimkan data audio lagi.



Gambar 8 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan Perancangan dan Analisis Kualitas Jaringan Radio Pancar Ulang Berbasis RoIP di Kampus ITN Malang dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Interfaces gateway dan repeater akan menyalakan LED berwarna hijau sebagai penanda mengirimkan data audio ke computer, dan akan menyalakan LED berwarna merah sebagai penanda computer mengirimkan data audio ke repeater dan interfaces gateway.
- Repeater akan memancarkan data audio yang dikirim oleh computer secara otomatis tanpa menekan tombol PTT.
- Repeater akan mengirim feedback untuk penanda selesai mengirim data audio.

#### Saran

Pada penelitian “perancangan dan analisis kualitas jaringan radio pancar ulang berbasis RoIP” masih banyak memiliki kekurangan dan kelemahan, untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya pengembangan lebih lanjut pada penelitian ini.:

- Perlu adanya antenna dipol untuk repeater agar dapat mencakup 1 wilayah kampus.
- Perlu adanya tambahan tambahan battery eliminator untuk repeater.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eko Pramono, 2006, Implementasi Dan Analisa Unjuk Kerja Teamspeak Sebagai ROIP (*Radio Over IP*) Pada Komunikasi Tanggap Bencana, Sleman, STMIK AMIKOM Yogyakarta.
- [2] Ismail, Mohd Nazri, "Implementation of Secure Real Time Transport Protocol on VoIP over Wired in Campus Network Environment". International Journal of Innovation Management and Technology V1, 2010
- [3] Bimantara Putra, 2016, Analisa Unjuk Kerja Protokol ROIP Pada Sistem Private Radio, UNIVERSITAS SANATA DHARMA Yogyakarta.
- [4] Radio Amatir Wikipedia, 2019, Radio Amatir [https://id.wikipedia.org/wiki/Radio\\_amatir](https://id.wikipedia.org/wiki/Radio_amatir)

# AUDIT KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI GEDUNG GRESMALL PT DHARMA GRAHA UTAMA

<sup>1</sup> Titiek Suheta, <sup>2</sup> Moh. Rodhi Hildani

<sup>1,2</sup> Sistem Tenaga, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya

<sup>1</sup> hita@itats.ac.id, <sup>2</sup> daany2244@gmail.com

**Abstract** - Gressmall Building PT. Dharma Graha Utama Gresik Regency is a shopping building category with an IKE limit of 330 kWh/m<sup>2</sup>. From the results of the audit using data on the use of electrical energy for the period 2018-1019, the IKE value is 332.86 kWh/m<sup>2</sup>, categorized as wasteful. This research aims to find energy-saving opportunities in lighting and cooling systems to reduce operational costs. Based on the results of the audit, it is found that energy saving opportunities in the lighting system are obtained by replacing 27 watt CFL lamps with 18 watt LED Tube lamps. And reduce the number of lights in each room from 405 to 300 lamps, so that you can get a saving of 3690 watts of electrical energy or 40.15% per month. For the cooling system, it is recommended to reduce the amount of pk in each room, from 42 pk to 35 pk, so that the BTU is 341619.2 BTU / h and the power savings obtained are 77360 Watts or 55.9%.

**Keywords** — Energy Audit, Lighting System, Cooling System, Efficiency

**Abstrak**—Gedung Gressmall PT. Dharma Graha Utama Kabupaten Gresik termasuk kategori gedung perbelanjaan dengan batas IKE sebesar 330 kWh/m<sup>2</sup>. Dari hasil audit dengan menggunakan data penggunaan energi listrik periode 2018-1019 didapatkan nilai IKE sebesar 332,86 kWh/m<sup>2</sup>, dikategorikan boros. Dalam penelitian ini bertujuan mencari peluang hemat energi pada sistem pencahayaan dan pendinginan untuk menekan biaya operasional. Berdasarkan hasil audit diperoleh peluang hemat energi pada sistem pencahayaan dengan mengganti lampu CFL 27 watt dengan lampu LED Tube 18 watt. Dan mengurangi beberapa jumlah lampu pada tiap-tiap ruangan dari 405 menjadi 300 lampu, sehingga didapatkan penghematan energi listrik sebesar 3690 watt atau 40,15% per bulan. Untuk sistem pendinginan, direkomendasikan dengan mengurangi besarnya pk pada tiap-tiap ruangan, yang sebelumnya 42 pk menjadi 35 Pk, sehingga besarnya BTU menjadi 341619,2 BTU/h dan penghematan daya yang didapatkan sebesar 77360 Watt atau 55,9%.

**Kata Kunci** — Audit Energi, Sistem Pencahayaan, Sistem Pendinginan, Efisiensi

## I. PENDAHULUAN

Beberapa gedung yang memerlukan banyak energi terutama listrik adalah gedung bertingkat, pabrik, rumah sakit, perkantoran serta *mall* (pusat perbelanjaan). Gedung Gressmall merupakan gedung bertingkat yang masuk dalam kategori

pusat pembelanjaan yang memerlukan banyak energi listrik. Hampir 50% energi listrik pada *mall* digunakan untuk mensuplay sistem tata udara dan cahaya. [1].

Untuk menjaga kelestarian sumber energi perlu diupayakan langkah strategis yang dapat menunjang penyediaan energi listrik secara optimal dalam rangka menerapkan kebijakan energi nasional sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral NO. 13 (2012) yang berisi tentang penghematan pemakaian tenaga listrik. Salah satu bentuk upaya tersebut adalah dengan melakukan efisiensi konsumsi energi pada gedung dan beberapa bangunan besar lainnya. [2]

Audit Penggunaan Energi Listrik Pada apartemen Metropolis Surabaya, menjelaskan bahwa penggunaan energi listrik di apartemen Metropolis Surabaya melebihi standar yang ditetapkan. dan pemakaian energi terbesar pada yaitu sistem pendinginan sebesar 49%. Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut maka dilakukan audit energi pada sistem pendinginan dan pencahayaan dan peluang hemat energi (PHE). Dari hasil audit diperoleh penghematan pada sistem pencahayaan sebesar 44716 w/h atau 26% dan sistem pendinginan sebesar 77266 w/h atau 18%. [3]

Energi yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan, tetapi dapat dirasakan adanya. Energi atau yang sering disebut tenaga, adalah suatu pengertian yang sering sekali digunakan orang. Menurut Caffal (1995) energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, dapat dikonversikan atau berubah dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain, misalnya pada kompor di dapur, energi yang tersimpan dalam minyak tanah diubah menjadi api. Jadi energi adalah kemampuan dari suatu sistem untuk melakukan kerja pada sistem yang lain. [4][5]

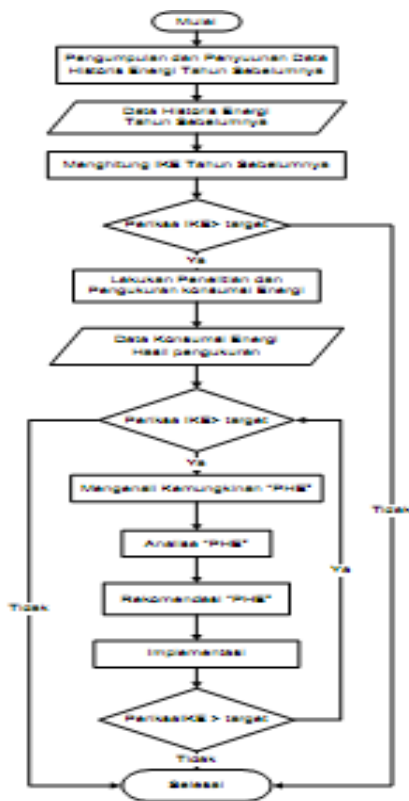
Usaha-usaha untuk menghemat energi disegala bidang makin dirasakan perlu karena semakin terbatasnya sumber-sumber energi yang tersedia dan semakin mahalnya biaya pemakaian energi. Usaha-usaha penghematan energi pada suatu bangunan komersial seperti hotel, mall atau suatu pabrik hanya dapat dilakukan jika telah diketahui untuk apa energi tersebut digunakan dan berapa besarnya pemakaian energi di tiap-tiap bangunan gedung hotel atau pabrik tersebut. Untuk mengetahui hal tersebut maka diperlukan pengetahuan dasar tentang audit energi atau kesetimbangan energi. Berdasarkan kegiatan yang dilakukan pada akhirnya audit energi

didefinisikan sebagai: kegiatan untuk mengidentifikasi jenis energi dan mengidentifikasi besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industri/pabrik atau bangunan serta mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energy.[1][5][6]

Gresmall merupakan salah satu gedung yang menggunakan sebagian besar energi listrik untuk menjalankan sistem pendinginan dan mensupplay sistem pencahayaan, sehingga diperlukan suatu manajemen energi dengan melakukan audit pada sistem pendinginan dan pencahayaan serta peluang hemat energi.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode



Gambar 1. Flowchart Audit Energi

Proses awal adalah menghitung nilai IKE dari data tahun 2018-2019 sebelum di audit. Apabila nilai IKE melebihi standar yang sudah ditetapkan, akan dilakukan audit pada sistem pendinginan dan pencahayaan. Untuk mendapatkan IKE sesuai standar gedung pembelanjaan, di rekomendasikan peluang hemat energi. Dengan mengurangi jumlah dan tipe lampu juga mengurangi PK pada sistem pendinginan.

B. Penggunaan Energi Listrik

Salah satu bagian yang mendasari manajemen energi adalah audit energi. Laporan audit merupakan hasil dari audit plan yang akan diproses dan dianalisa lebih lanjut dalam manajemen energi. Dan melalui dari hasil audit energi tersebut

maka aliran energi yang memberikan gambaran tentang penggunaan energi akan dapat diketahui, sehingga dapat disusun suatu rancangan strategi untuk mengendalikan penggunaan energi.[5]

Dengan luas bangunan Gresmall 19688 m<sup>2</sup>, maka nilai:

$$IKE \left( \frac{kWh}{m^2} \right) = \frac{\text{Total Konsumsi Listrik}}{\text{Luas Bangunan}} \quad (1)$$

$$IKE \left( \frac{kWh}{m^2} \right) = \frac{6.553.385,1}{19688}$$

$$IKE \left( \frac{kWh}{m^2} \right) = 332,86 \frac{kWh}{m^2} \text{ per tahun}$$

Berdasarkan audit awal, nilai IKE gedung Gressmall masuk dalam kategori boros, hal ini dikarenakan nilai IKEnya melebihi standar untuk gedung perbelanjaan yang seharusnya 330kWh/m<sup>2</sup> per tahun.

C. Data Utility, Pencahayaan dan Pendingin

Sistem Pencahayaan Pada Bangunan Gedung Selain mengkonsumsi energi yang cukup besar, penerangan buatan memberikan andil terhadap beban pendinginan. Iluminasi atau pancaran tidak hanya menimbulkan efek cahaya tetapi juga menimbulkan radiasi panas yang masuk ke dalam ruangan.[4][7]

1. Lampu yang digunakan pada lantai lower ground (LG), lantai upper (UG) dan lantai 1 mempunyai tipe yang sama, yaitu lampu downlight 10 watt, lampu CFL 27 watt, lampu TL 20 watt dan downlight outbow 18 watt.
2. Sistem pendingin pada lantai lower ground (LG), lantai upper (UG) dan lantai satu berkapasitas 276,8 kW dan beroperasi selama 12 jam. Udara yang dialirkan terhubung pada satu mesin chiller yang berkapasitas 7 Tr dan beberapa keluaran udara ke tenant.
3. Luas lantai lower LG 5.812 m<sup>2</sup>, lantai upper (UG) 8.434 m<sup>2</sup> dan lantai satu 5.442 m<sup>2</sup>.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Total Konsumsi Energi

1) Pada Lantai Lower Ground

Jumlah konsumsi energi listrik selama 30 hari (Desember 2018 – Januari 2019) di area parkir:

$$kWh = P \times t \times \text{hari kerja} \quad (2)$$

$$kWh = 1920 \times 16 \times 30 = 1142400$$

Tabel 1. Total Konsumsi Energi pada masing-masing ruang di Lower Ground

Nama Ruang	Jenis Lampu	Daya (watt)	Total Konsumsi (watt/bln)
Toilet 1	Downlight	200	1852800
Hypermarket	TL	2400	47952000
Mushola	Downlight	300	2016000
R. Teknisi	TL	80	956160
Atrium	Downlight Outbow	5112	31944960

Nama Ruang	Jenis Lampu	Daya (watt)	Total Konsumsi (watt/bln)
R. Kompresor	TL	80	38400
R. AHU	TL	80	38400
Outlet 1	CFL	540	3738240
Outlet 2	CFL	540	3738240
Outlet 3	CFL	540	3738240
Outlet 4	CFL	540	3738240
Outlet 5	CFL	540	3738240

studio 2			
Bioskop studio 3	Downlight	324	7643520
Bioskop studio 4	Downlight	324	7643520
Bioskop studio 5	Downlight	324	7643520
Outlet 1	CFL	540	3738240
Outlet 2	CFL	540	3738240
Outlet 3	CFL	540	3738240
Outlet 4	CFL	540	3738240
Outlet 5	CFL	540	3738240
R. Panel	TL	80	38400
R. Chiller	TL	80	38400

Konsumsi energi tertinggi pada Hypermart, hal ini dikarenakan banyak sekali stand-stand penjualan yang membutuhkan energi listrik. Untuk semua ruangan menggunakan AC berkapasitas 2 PK, kecuali ruang AHU dan kompresor.

### 2) Pada Lantai Upper Ground

Tabel 2. Total Konsumsi energi pada masing-masing ruang di Upper Ground

Nama Ruang	Jenis lampu	Daya (watt)	Total Konsumsi (watt/bln)
Toilet	Downlight	250	1963200
Parkir	TL	1600	768000
Matahari	CFL	8100	82152000
R. Panel	TL	80	1910400
Atrium	Downlight Outbow	2412	1157760
R. AHU	TL	80	38597760
Outlet 1	CFL	540	3738240
Outlet 2	CFL	540	3738240
Outlet 3	CFL	540	3738240
Outlet 4	CFL	540	3738240
Outlet 5	CFL	540	3738240

Konsumsi energi tertinggi pada Matahari departemen store, hal ini dikarenakan banyak sekali berbagai stand-stand penjualan yang membutuhkan energi listrik. Untuk semua ruangan menggunakan AC berkapasitas 2 PK.

### 3) Pada Lantai Satu

Tabel 3. Total Konsumsi energi pada masing-masing ruang di Lantai satu

Nama Ruang	Jenis lampu	Daya (watt)	Total Konsumsi (watt/bln)
Parkir	TL	1320	633600
Game center	Downlight	1296	17470080
Toilet	Downlight	200	1968000
R. Teknisi	TL	80	1910400
Atrium	CFL	5886	20603520
Loby bioskop	Downlight	900	9792000
Bioskop studio 1	Downlight	324	7643520
Bioskop	Downlight	324	7643520

Konsumsi energi tertinggi pada Game center Fun World, hal ini dikarenakan banyak sekali game-game yang membutuhkan energi listrik. Untuk semua ruangan menggunakan AC berkapasitas 2 PK.

### B. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE), yakni pembagian antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui tingkat pemakaian energi pada suatu bangunan. Energi yang dimaksudkan disini adalah energi listrik. Pengelolaan energi dilakukan dengan segala upaya untuk mengatur dan mengelola penggunaan energi seefisien mungkin pada bangunan gedung tanpa mengurangi tingkat kenyamanan di lingkungan hunian ataupun produktivitas di lingkungan kerja.[8][9][10]

#### 1) Pada Lantai Lower Ground

Area parkir dengan luas 1819 m<sup>2</sup>, sehingga nilai IKE dalam kWh/m<sup>2</sup>:

$$IKE \left( \frac{kWh}{m^2} \right) = \frac{Total\ Konsumsi\ Listrik}{Luas\ Bangunan}$$

$$IKE \left( \frac{kWh}{m^2} \right) = \frac{11.424}{1819} = 6.38\ kWh$$

Tabel 4. Nilai Intensitas Konsumsi Energi pada Lantai Lower Ground

Nama Ruang	Luas (m <sup>2</sup> )	IKE (kWh/Bulan)	Kategori
Toilet	80	23.15	Boros
Hypermarket	2150	22.30	Boros
Mushola	50	40.32	Sangat boros
R. Teknisi	25	38.24	Sangat boros
Atrium	1213	26.33	Boros
R. Kompresor	25	1.56	Efisien
R. AHU	25	1.56	Efisien
Outlet 1	85	22.29	Sangat boros
Outlet 2	85	22.29	Sangat boros
Outlet 3	85	22.29	Sangat boros
Outlet 4	85	22.29	Sangat boros

Outlet 5	85	22.29	Sangat boros
----------	----	-------	--------------

Berdasarkan tabel 4 yang termasuk dalam kategori sangat boros adalah outlet 1 sampai 5, hypermart dan toilet, sedangkan yang termasuk kategori boros adalah atrium, karena semua ruangan tersebut menggunakan lampu berjenis CFL 27 watt, sehingga nilai IKE tidak sesuai dengan standart berdasarkan ruangan ber-AC.

2) Pada Lantai Upper Ground

Tabel 5. Nilai Intensitas Konsumsi Energi pada Pada Lantai Upper Ground

Nama Ruang	Luas (m <sup>2</sup> )	IKE (kWh/Bulan)	Kategori
Toilet	80	24.53	Sangat Boros
Parkir	1870	0.41	Sangat Efisien
Matahari	4397	18.68	Boros
R. Panel	25	1,56	Efisien
Atrium	1612	23.94	Boros
R. AHU	25	1.56	Efisien
Outlet 1	85	22.29	Sangat boros
Outlet 2	85	22.29	Sangat boros
Outlet 3	85	22.29	Sangat boros
Outlet 4	85	22.29	Sangat boros
Outlet 5	85	22.29	Sangat boros

Berdasarkan tabel 6 yang termasuk dalam kategori sangat boros adalah outlet 1 sampai 5, matahari departemen store dan toilet, sedangkan atrium masuk dalam kategori boros karena semua ruangan tersebut menggunakan lampu berjenis CFL 27 watt, sehingga nilai IKE tidak sesuai dengan standart berdasarkan ruangan ber-AC.

3) Pada Lantai Satu

Tabel 6. Nilai Intensitas Konsumsi Energi pada Pada Lantai Satu

Nama Ruang	Luas (m <sup>2</sup> )	IKE (kWh/Bulan)	Kategori
Parkir	1175	0.53	Sangat Efisien
Game center	1116	15.6	Agak Boros
Toilet	80	24.6	Sangat Boros
R. Teknisi	25	38.96	Sangat Boros
Atrium	1171	17.59	Agak Boros
Loby bioskop	250	39.16	Sangat Boros
Bioskop studio 1	230	33.23	Sangat Boros
Bioskop studio 2	230	33.23	Sangat Boros

Nama Ruang	Luas (m <sup>2</sup> )	IKE (kWh/Bulan)	Kategori
Bioskop studio 3	230	33.23	Sangat Boros
Bioskop studio 4	230	33.23	Sangat Boros
Bioskop studio 5	230	33.23	Sangat Boros
Outlet 1	85	22.29	Boros
Outlet 2	85	22.29	Boros
Outlet 3	85	22.29	Boros
Outlet 4	85	22.29	Boros
Outlet 5	85	22.29	Boros
R. Panel	25	1,53	Efisien
R. Chiller	25	1,53	Efisien

Berdasarkan tabel 6 yang termasuk dalam kategori sangat boros adalah outlet 1 sampai 5, sedangkan lobby bioskop beserta studio bioskopnya dikategorikan boros, karena semua tempat tersebut menggunakan lampu CFL 27 watt. sehingga nilai IKE tidak sesuai dengan standart berdasarkan ruangan ber-AC.

C. Peluang Hemat Energi (PHE)

1) Pada Sistem Pendinginan

Untuk mendapatkan potensi penghematan energi listrik pada sistem pendingin (AC), maka dapat dicari dengan menghitung jumlah kebutuhan AC pada tiap ruangan. Apakah sudah sesuai dengan luas ruangan yang dipakai atau malah berlebihan, besarnya jumlah kebutuhan kapasitas AC tergantung dengan luas ruangan tersebut dan juga arah menghadap dari dinding terpanjang ruangan tersebut.[4][5][6][7]

a) Pada Lantai Lower Ground

$$AC \left( \frac{BTU}{h} \right) = \frac{L \cdot W \cdot H \cdot I \cdot E}{60} \tag{3}$$

$$AC \left( \frac{BTU}{h} \right) = \frac{38,5 \cdot 38,5 \cdot 9,84 \cdot 10 \cdot 18}{60}$$

$$AC \left( \frac{BTU}{h} \right) = \frac{2625361,2}{60} = 48627,8 \text{ BTU/h}$$

Tabel 7. Perbandingan Penggunaan AC pada lantai Lower Ground

Nama Ruang	Terpasang		Rekomendasi	
	BTU	AC (PK)	BTU	AC (PK)
Toilet	36000	2	48617	1
Mushola	36000	2	20368,8	1
R. Teknisi	18000	1	4667,7	0,5
Outlet 1	72000	4	51874,02	2
Outlet 2	72000	4	51874,02	2
Outlet 3	72000	4	51874,02	2
Outlet 4	72000	4	51874,02	2
Outlet 5	72000	4	51874,02	2
Total	450000	23	284406,6	11,5

Perbandingan penggunaan AC terpasang dengan yang direkomendasikan sebesar 63,2%.



*b) Pada Lantai Upper Ground*

Tabel 8. Perbandingan Penggunaan AC pada lantai Upper Ground

Nama Ruang	Terpasang		Rekomendasi	
	BTU	AC (PK)	BTU	AC (PK)
Toilet	36000	2	48617	1
Outlet 1	72000	4	51874,02	2
Outlet 2	72000	4	51874,02	2
Outlet 3	72000	4	51874,02	2
Outlet 4	72000	4	51874,02	2
Outlet 5	72000	4	51874,02	2
Total	396000	20	259370,1	10

Perbandingan penggunaan AC terpasang dengan direkomendasikan sebesar 65%.

*c) Pada Lantai Satu*

Tabel 9. Rekomendasi Penggunaan AC pada lantai satu

Nama Ruang	Terpasang		Rekomendasi	
	BTU	AC (PK)	BTU	AC (PK)
Ruang toilet	36000	2	48617	1
Ruang teknisi	36000	2	48617	0.5
Outlet 1	72000	4	51874,02	2
Outlet 2	72000	4	51874,02	2
Outlet 3	72000	4	51874,02	2
Outlet 4	72000	4	51874,02	2
Outlet 5	72000	4	51874,02	2
Total	396000	24	356604,1	10

Perbandingan penggunaan AC terpasang dengan yang direkomendasikan sebesar 90%.

Tabel 10. Perbandingan penggunaan AC total di setiap lantai

Lantai	Terpasang		Rekomendasi	
	BTU	AC (PK)	BTU	AC (OK)
Lower Ground	450000	23	284406,6	11,5
Upper Ground	396000	20	259370,1	10
Satu	396000	24	356604,1	10
Total	1242000	67	900380,8	20

*2) Pada Sistem Pencahayaan*

*a) Pada Lantai Lower Ground*

Kebutuhan luminasi pencahayaan pada tempat toilet di lantai Lower Ground:

$$F = \frac{E \cdot A}{Kp \cdot Kd} \quad (4)$$

$$F = \frac{100 \cdot 80}{0,7 \cdot 0,8}$$

$$F = \frac{800}{0,56} = 14285 \text{ lumen}$$

Dari kebutuhan luminasi pencahayaan pada tiap-tiap ruangan ditiap-tiap lantai, direkomendasi jumlah lampu yang dipasang ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 11. Rekomendasi lampu pada lantai Lower Ground

Nama Ruang	Hasil analisa (lumen)	Jumlah lampu
Toilet 1	14285	6
Mushola	17857	10
Outlet 1	45535	18
Outlet 2	45535	18
Outlet 3	45535	18
Outlet 4	45535	18
Outlet 5	45535	18

*b) Pada Lantai Upper Ground*

Tabel 12. Rekomendasi lampu pada lantai Upper ground

Nama Ruang	Hasil analisa (lumen)	Jumlah lampu
Toilet 1	14285	6
Outlet 1	45535	18
Outlet 2	45535	18
Outlet 3	45535	18
Outlet 4	45535	18
Outlet 5	45535	18

*c) Pada Lantai Satu*

Tabel 13. Rekomendasi lampu pada lantai satu

Nama Ruang	Hasil analisa (lumen)	Jumlah lampu
Toilet 1	7141	4
Outlet 1	45535	18
Outlet 2	45535	18
Outlet 3	45535	18
Outlet 4	45535	18
Outlet 5	45535	18

Rekomendasi lampu untuk ruangan yang melebihi SNI dengan struktur ruang yang sama.

Dengan penggantian lampu CFL 27 watt dengan lampu LED Tube 18 watt pada tiap-tiap ruangan didapatkan penghematan listrik sebesar 3690 watt atau setara dengan 40,15%.

*D. Perbandingan Nilai Daya Awal dan Rekomendasi*

Perbandingan nilai daya diseluruh lantai pada tiap-tiap ruangan:

Tabel 14. Perbandingan Daya Sebelum dan Sesudah Rekomendasi

Lantai	Sebelum Efisiensi (watt)	Sesudah Efisiensi (watt)
Upper Ground	3250	2008
Lower Ground	2970	1728
Lantai I	2970	1764
Total	9190	5500

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil audit energi pada Gedung Gressmall pada sistem pencahayaan dan sistem pendinginan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada sistem pencahayaan, peluang hemat energi dengan mengganti lampu CFL 27 watt dengan lampu LED tube 18 watt pada tiap-tiap ruangan di semua lantai, didapatkan penghematan energi listrik sebesar 3690 watt atau setara dengan 40,15%.
2. Pada sistem pendingin (AC), peluang hemat energi dengan melakukan penyesuaian kebutuhan AC berdasarkan luas tiap ruangan. Sehingga didapatkan penghematan sebesar 341619,2 BTU/h dan daya sebesar 77360 Watt atau setara dengan 55,9%.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

##### 1. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ,2016,"Pemakaian Listrik di Asia dan Indonesia yang terboros" <http://www.alpensteel.com/article/47-103-energi-angin-wind-turbine-wind-mill/3566-pemakaian-listrik-diasian-indonesia-yang-terboros.htm>, (diakses:11/022026 ; 4.30 PM)
- [2] 2016"Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor:13 Tahun 2012. Jakarta: Sekretariat Negara. (diakses:14/02/2016 ; 13.40).
- [3] T. Suheta, M. F. Huda, J. T. Elektro, I. Teknologi, and A. Tama, "Audit Penggunaan Energi Listrik Pada Apartment Metropolis Surabaya," no. 10, pp. 91–98, 2012.
- [4] A. W. Tanod, I. H. Tumaliang, and L. S. Patras, "Konservasi Energi Listrik di Hotel Santika Palu," vol. 4, no. 4, pp. 46–56, 2015.
- [5] S. P. Purbaningrum, D. Tidak, T. Jurusan, T. Mesin, and U. M. Surakarta, "Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan," 2009.
- [6] [6] Rifki Rahma Saputra, "Audit Konsumsi Energi Listrik untuk Pencahayaan dan Pendinginan di kantor Pemkab."
- [7] J. Untoro, H. Gusmedi, and N. Purwasih," Audit Energi dan Analisis Penghematan konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila".
- [8] E. Listrik, D. I. Gedung, and R. Universitas,"analisa evaluasi intensitas konsumsi energi listrik di gedung rektorat universitas Riau,"pp.1-11.
- [9] Abdul, Malik. (2013). Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di Kampus Polines.
- [10] Dewi, Riska Sari Barus. (2015). Analisis Audit Energi sebagai Upaya Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik (Aplikasi pada Gedung J16 Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatra Utara).

# Analisa Pengaruh Variasi Beban Terhadap Profil Tegangan Pada Feeder GI Polehan Distribusi 20 kV PLN Kota Malang

Mochamad Ifan Mashudi<sup>1</sup>, Awan Uji Krismanto<sup>2</sup>, Ni Putu Agustini<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang  
e-mail korespondensi : [ifanmashudi2405@gmail.com](mailto:ifanmashudi2405@gmail.com)

**Abstract** - Sistem tenaga elektrik memiliki beberapa persyaratan, Salah satu persyaratan keandalan sistem penyaluran tenaga listrik yang harus dipenuhi untuk pelayanan kepada konsumen adalah profil tegangan yang baik dan stabil, karena meskipun kelangsungan catu daya dapat diandalkan, namun tidak dapat mempertahankan tegangan tetap stabil pada sistem distribusi, karena profil tegangan yang buruk akan terjadi disemua bagian sistem dan akan berubah dengan adanya perubahan beban. Beban sebagian besar memiliki faktor daya tertinggal, pada dasarnya saat beban puncak daya reaktif yang dibutuhkan beban meningkat dan dapat lebih besar dari yang dibangkitkan oleh sistem. Oleh karena itu perlu dilakukannya analisa pengaruh variasi beban terhadap profil tegangan jaringan distribusi. Setelah dilakukannya analisa dengan data beban yang bervariasi, akan terlihat profil tegangan jaringan distribusi di salah satu feeder tersebut buruk atau baik.

Tulisan ini membahas tentang analisa pengaruh variasi beban terhadap profil tegangan pada 5 Feeder jaringan distribusi 20 kV kota Malang. Dalam penelitian ini akan menggunakan software DigSILENT PowerFactory untuk menganalisa profil Tegangan.

**Keywords** — Profil Tegangan, Probabilitas, Fluktuasi

## I. PENDAHULUAN

Pada era modern masyarakat sangat bergantung pada kebutuhan listrik. Listrik yang awalnya hanya digunakan untuk kebutuhan dan fungsi penerangan, kini menjadi sangat beragam. Mulai dari kebutuhan pokok rumah tangga seperti penggunaan pompa air, setrika listrik, mesin penanak nasi, hingga isi ulang gadget dan lainnya. Selain itu, bukan hanya kebutuhan rumah tangga yang semakin bervariasi. Perusahaan dan pengguna listrik 20kV lainnya juga mengalami peningkatan karena kebutuhan masyarakat yang semakin berkembang. Hal ini menjadikan seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan energi listrik semakin tak terelakkan. Sebagai hasil dari meningkatnya kebutuhan listrik, beberapa tantangan operasional harus diperhatikan agar tidak memengaruhi stabilitas sistem. Stabilitas sistem yang baik adalah ketika  $\text{supply} = \text{losses} + \text{demand}$ , namun yang terjadi saat ini adalah demand (permintaan) sangat mendekati supply (pembangkitan). Karena semakin besarnya kebutuhan, hal ini menjadikan pembangunan pembangkitan harus selalu ditambah.

Beban yang semakin banyak dan bervariasi tidak hanya berdampak pada pembangkitan listrik saja, melainkan juga berdampak kepada sistem distribusi itu sendiri, karena kenaikan beban yang signifikan setiap periodenya memiliki pengaruh besar terhadap kapasitas peralatan listrik pada sistem distribusi (transformator, penghantar, dan sebagainya), profil tegangan, kestabilan frekuensi, hingga faktor daya. [1]–[3]

Perubahan kondisi pembebanan sangat mempengaruhi keseimbangan tegangan. Idealnya, tegangan yang dirasakan peralatan adalah tegangan tiga-fasa dengan bentuk sinusoidal dan seimbang. Akan tetapi adanya pembebanan yang tak seimbang serta ketidakseimbangan impedansi saluran menyebabkan tegangan yang dirasakan oleh peralatan menjadi tidak seimbang. Ketidakseimbangan menyebabkan efisiensi motor induksi menurun dan menyebabkan munculnya harmonisa orde rendah pada penyearah. Perubahan kebutuhan yang tidak signifikan juga dapat menyebabkan permasalahan fluktuasi tegangan yaitu perubahan tegangan secara random. Dalam sistem distribusi, hal ini dapat lebih sering terjadi dibandingkan sistem transmisi. Penelitian ini akan membahas tentang analisa pengaruh variasi beban terhadap profil tegangan pada feeder GI Polehan pada jaringan distribusi 20 kV Kota Malang menggunakan software Power factory DigSilent.

Studi ini bertujuan untuk menganalisa profil tegangan saat merespons perubahan kondisi pembebanan dan mengembangkan cara untuk memperbaiki profil tegangan pada feeder GI Polehan pada jaringan distribusi 20 kV Kota Malang saat diberikan variasi beban

## II. DASAR TEORI

### A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik dibagi menjadi tiga, yaitu sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Sistem transmisi dan sistem distribusi pada sistem tenaga listrik berfungsi sebagai sarana untuk menyalurkan energi listrik yang dihasilkan dari pusat pembangkit ke pusat-pusat beban. Sistem distribusi memiliki peranan untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari sistem transmisi menuju

ke masing-masing beban atau konsumen dengan mengubah tegangan listrik yang didistribusikan menjadi tegangan yang dikehendaki. Karena kedudukan sistem distribusi merupakan bagian paling akhir dari keseluruhan sistem tenaga listrik maka sistem ini mempunyai fungsi mendistribusikan langsung tenaga listrik pada beban atau konsumen yang membutuhkan.[4], [5]

### B. Profil Tegangan

Profil tegangan dapat diidentifikasi sebagai nilai atau kondisi suatu tegangan (baik atau buruk) dalam sistem saat terjadi perubahan kondisi beban maupun saat terjadi gangguan. [6], [7]

Jauh dari beragam permasalahan power quality, jatuh tegangan (voltage drop) adalah problem yang tergolong sebagai problem klasik. Gangguan ini bisa terjadi di setiap wilayah terutama di tempat yang berdekatan dengan kawasan Industri. Besarnya batas atas dan bawah ditentukan oleh kebijaksanaan perusahaan kelistrikan. Jatuh tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Tegangan jatuh  $V$  pada penghantar semakin besar jika arus  $I$  di dalam penghantar semakin besar dan jika tahanan penghantar  $R$  semakin besar pula.

Beberapa solusi yang biasanya dilakukan untuk menanggulangi voltage drop adalah sebagai berikut:

1. Kurangi impedansi dari sistem kelistrikan, misalnya dengan menaikkan size transformer, mengurangi panjang kabel, ataupun memperbesar luas penampang kabel.
2. Lakukan voltage improvement, misalnya dengan melakukan adjustment pada tap setting trafo, atau menambahkan voltage regulator atau automatic on load tap changers. Voltage regulator 37 termasuk mechanical tap changing voltage regulators, electronic tap switching voltage regulators dan ferroresonant transformers
3. Kurangi kebutuhan arus, misalnya dengan melakukan reloading atau pengkoneksian ulang ke substation lain sehingga kebutuhan arus di jalur tersebut dapat dikurangi. Anda juga dapat memasang shunt kapasitor atau VAR compensator. [8]

### C. Probabilistic Load Flow

Sistem tenaga listrik dapat dikenal sebagai perakitan buatan manusia berskala paling kompleks dan berskala besar. Insinyur sistem tenaga menghadapi beberapa masalah yang menantang seperti operasi, perencanaan, dan perlindungan sistem tenaga. Berbagai jenis studi harus dilakukan untuk menangani berbagai masalah sistem tenaga. Namun, seperti banyak upaya rekayasa lainnya, kondisi operasi di masa depan, dan kriteria operasi tidak dapat diprediksi dengan pasti. Peningkatan beban, penjadwalan pembangkit, dan topologi

sistem tenaga adalah kondisi yang paling tidak menentu di mana ahli sistem tenaga berurusan dengan mereka.

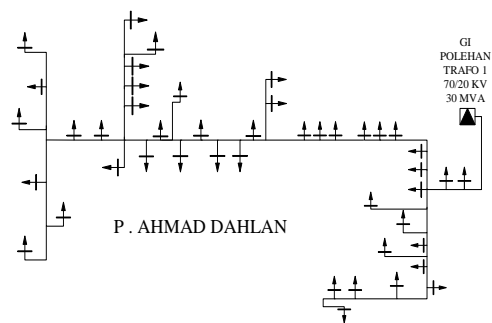
Sebagian besar masalah teknik dalam jaringan distribusi tunduk pada ketidakpastian. Ketidakpastian dapat berupa variasi beban harian, penghentian pembangkit, gangguan, dan kegagalan dalam jaringan sistem tenaga. Untuk melihat keluaran yang lebih baik dari ketidakpastian ini, pengenalan metode probabilistik dari pemodelan ketidakpastian sistem tenaga sangat penting. Dalam studi deterministic load flow (DLF), beban dan pembangkitan tertentu digunakan untuk menyelidiki variabel status jaringan. Untuk menangani ketidakpastian ini, probabilistic load flow (PLF) perlu dipertimbangkan. Dalam PLF, kondisi masa depan sistem tenaga diselidiki dengan menggunakan parameter input yang berbeda. Dalam studi PLF, parameter sistem tenaga diambil sebagai variabel acak yaitu pemadaman dan beban generasi. Oleh karena itu, hasil keluaran mungkin diidentifikasi dengan mengubah parameter. [9]

Secara umum, ada tiga kategori utama metode dalam operasi probabilitas load flow yaitu Analytical methods, Approximate methods, dan Monte Carlo simulation (MCS) methods. Analytical adalah metode pertama untuk studi PLF, dalam metode ini persamaan aliran daya dilinearisasi supaya bekerja dengan fungsi probabilistic, dalam metode Analytical juga digunakan untuk menentukan analisis aliran beban *probabilistic*. Metode yang kedua Approximate methods, dalam metode ini sejumlah titik evaluasi telah dikurangi untuk meminimalkan beban perhitungan dan penyimpanan. Metode yang ketiga Monte Carlo simulation, dalam metode ini tidak perlu ada perkiraan masalah aliran beban tetapi metode ini didasarkan pada proses pengulangan. Kelemahan metode Monte Carlo simulation adalah besarnya jumlah iterasi.[10]

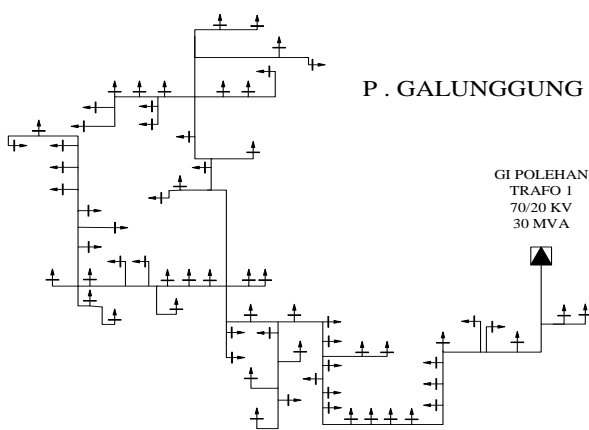
## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Studi Kasus

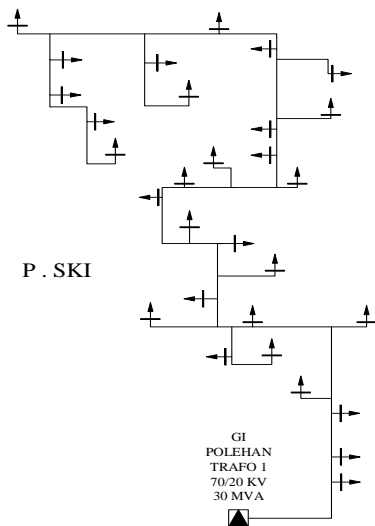
Sistem kelistrikan yang digunakan adalah sistem kelistrikan kota Malang, Jawa Timur, yang terdiri dari 5 feeder, beroperasi pada tegangan 20 kV / 0,4 kV.



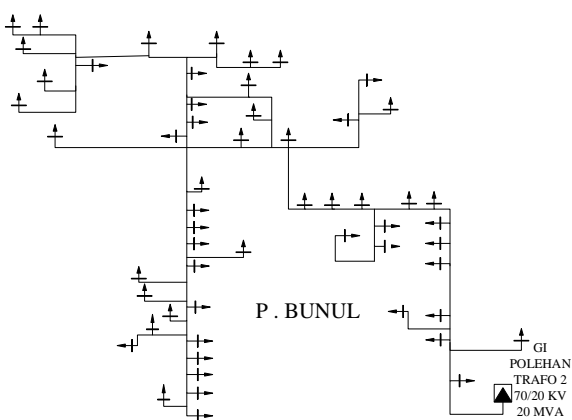
Gambar. 1. Single Line Diagram Feeder Ahmad Dahlan 20/0,4 kV



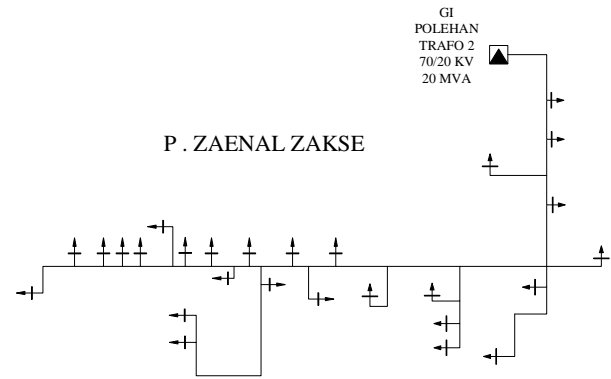
Gambar. 2. Single Line Diagram Feeder Galunggung 20/0,4 kV



Gambar. 3. Single Line Diagram Feeder SKI 20/0,4 kV



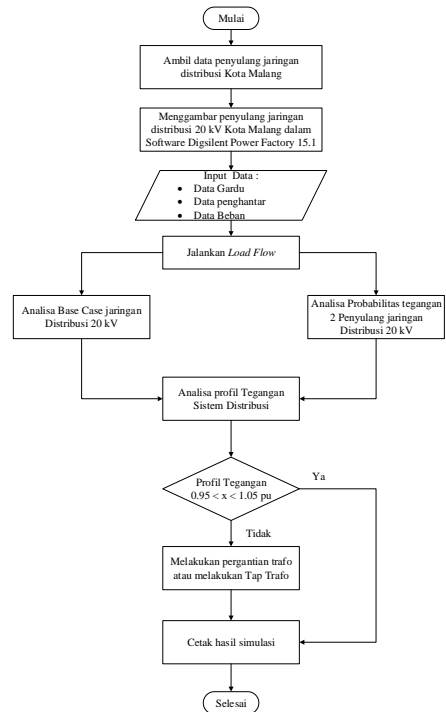
Gambar. 4. Single Line Diagram Feeder Bunul 20/0,4 kV



Gambar. 5 Single Line Diagram Feeder Zaenal Zakse 20/0,4 kV

B. Probabilistic model untuk variasi beban.

Metode Monte Carlo adalah teknik simulasi Stochastic yang digunakan untuk memecahkan masalah aliran beban menggunakan algoritma probabilistik dengan mengulangi proses simulasi menggunakan simulasi masing-masing set tertentu dari nilai variabel acak (memuat produksi di setiap node jaringan distribusi yang dianggap). Algoritma memilih nilai acak variabel masukan dari fungsi distribusi mereka dan menyelesaikannya menggunakan maju/mundur dengan metode Sweep. Sebuah simulasi biasanya dapat melibatkan lebih dari 10,000 evaluasi dari model untuk memberikan hasil yang akurat. [11]



Gambar. 6. Diagram Alir Penelitian.

Setelah beberapa simulasi, solusi probabilistik aliran beban dari masalah ini direkonstruksi dari data deterministik yang

diperoleh untuk setiap simulasi. Fig. 6 menunjukkan perkembangan program aliran beban probabilistik.

Mean dapat ditentukan dengan:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (1)$$

Standard deviation dapat ditentukan dengan:

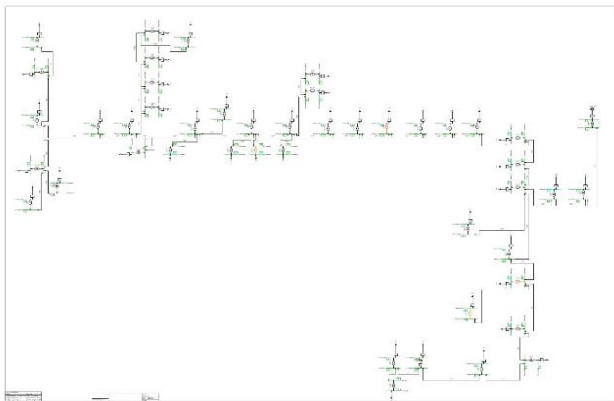
$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (2)$$

Pusat dari urutan r dapat dievaluasi sebagai:

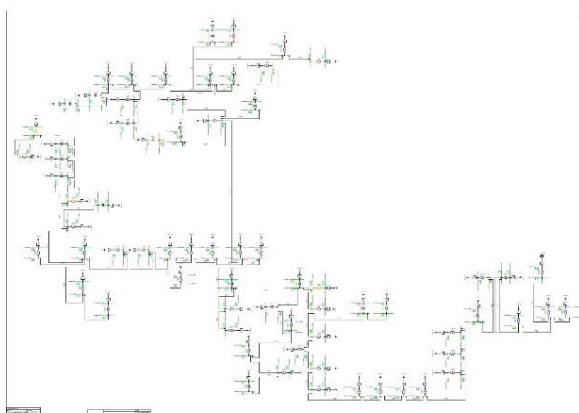
$$\mu_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^r \quad (3)$$

#### IV. HASIL

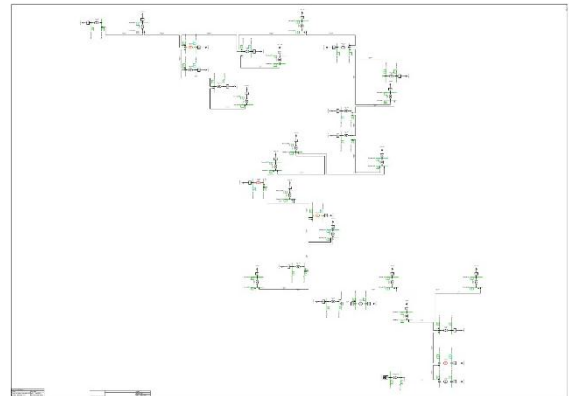
##### A. Single Line Diagram feeder Malang city



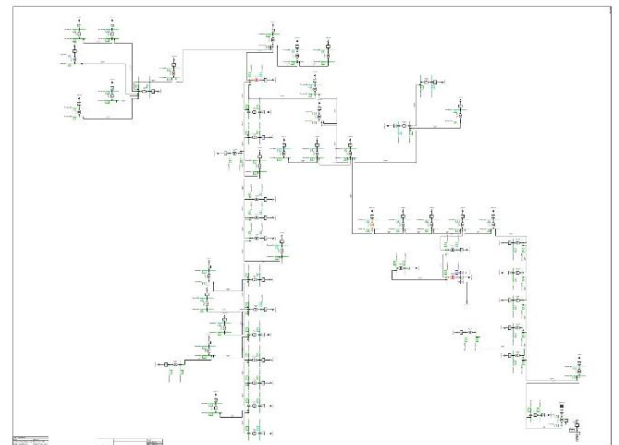
Gambar. 7. Load flow Single Line Diagram feeder Ahmad Dahlan DigSilent PowerFactory 15.1



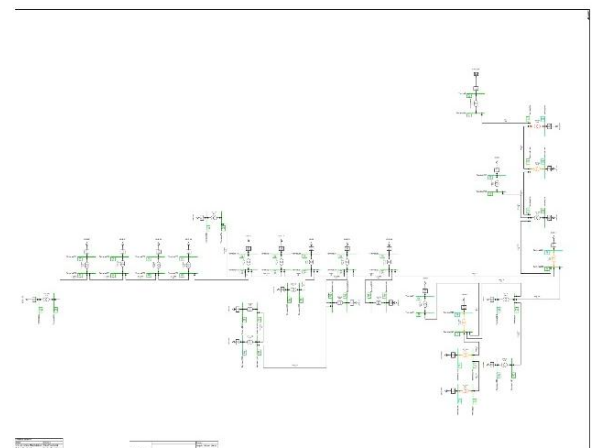
Gambar. 8. Load flow Single Line Diagram feeder Galunggung DigSilent PowerFactory 15.1



Gambar. 9. Load flow Single Line Diagram feeder SKI DigSilent PowerFactory 15.1



Gambar. 10. Load flow Single Line Diagram feeder Bunul DigSilent PowerFactory 15.1



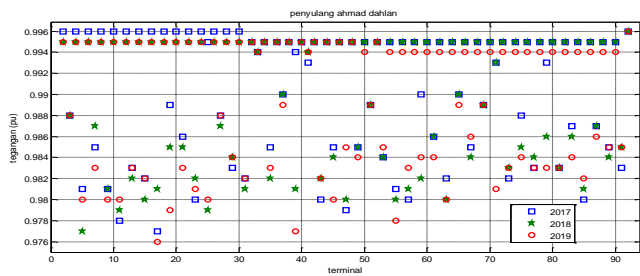
Gambar. 11. Load flow Single Line Diagram feeder Zaenal Zakse DigSilent PowerFactory 15.1

Menggambar diagram satu garis dari jaringan distribusi kota Malang. Setelah menggambar, lanjutkan dengan simulasi aliran daya (load Flow). Simulasi ini bertujuan untuk menentukan apakah kondisi sistem dapat berjalan normal atau tidak. Berikut ini adalah hasil simulasi load Flow.

**B. Probabilistic Simulation**

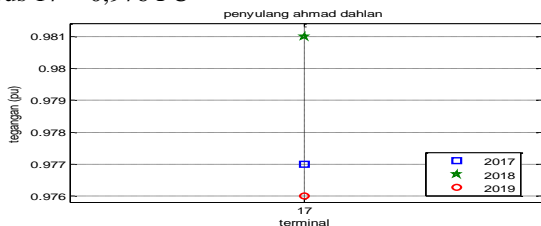
**1.1. Profil tegangan setelah menginputkan data 3 tahun terakhir.**

Hasil profil tegangan output pada 5 penyulang sistem distribusi 20kV di kota Malang.

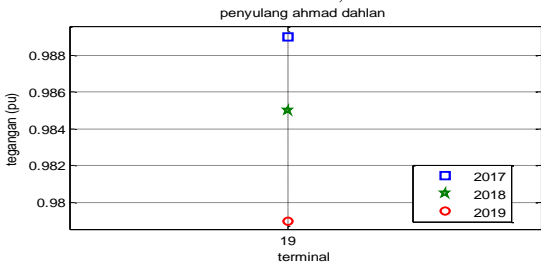


Gambar. 12. Distribusi jaringan gambar profil tegangan pada feeder Ahmad Dahlan

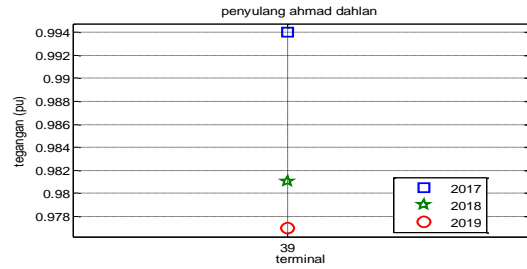
Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi dalam profil tegangan di setiap terminal atau pada setiap bus. Variasi profil tegangan terjadi karena perubahan beban setiap tahun yaitu dari 2017-2019. Di mana gambar 12 adalah profil tegangan output dari *single line diagram* dalam gambar 7. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terdapat pada *substation* yang kelebihan beban bus 17 = 0,976 PU



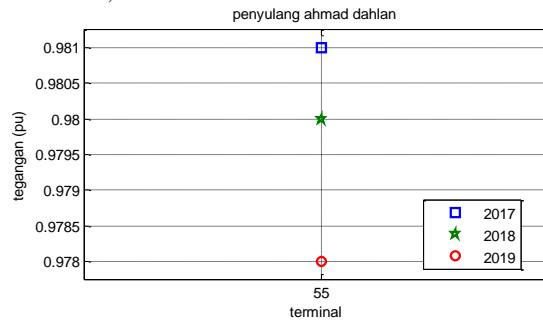
Gambar 13. Output profil tegangan pada bus 17 bus 19 = 0,979 PU



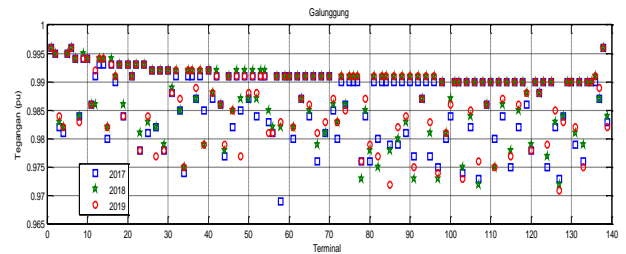
Gambar 14. Output profil tegangan pada bus 19 bus 39 = 0,977 PU



Gambar 15. Output profil tegangan pada bus 39 bus 55 = 0,978 PU

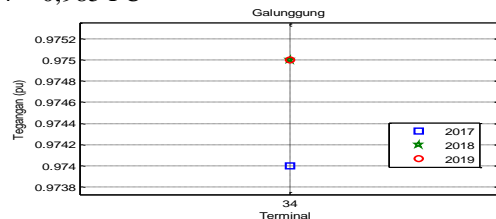


Gambar 16. Output profil tegangan pada bus 55

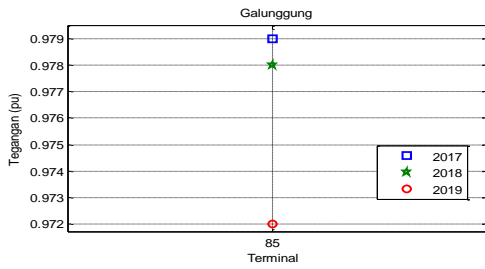


Gambar. 17. Distribusi jaringan gambar profil tegangan pada feeder Galunggung

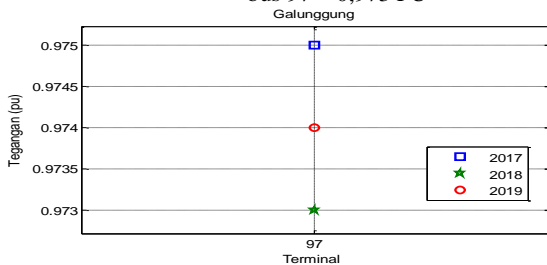
Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi profil tegangan di setiap terminal atau pada masing-masing bus penyulang ini. Variasi profil tegangan terjadi karena perubahan beban setiap tahun, dari 2017-2019. Di mana gambar 17 adalah profil tegangan output dari *single line diagram* pada gambar 8. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terdapat pada *substation* yang kelebihan beban bus 34 = 0,985 PU



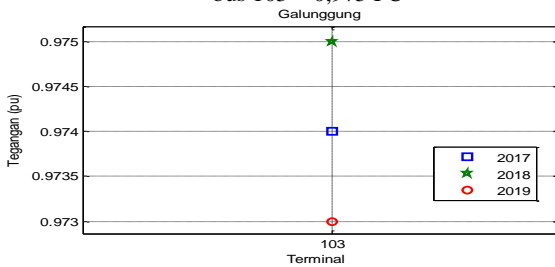
Gambar 18. Output profil tegangan pada bus 34 bus 85 = 0,978 PU



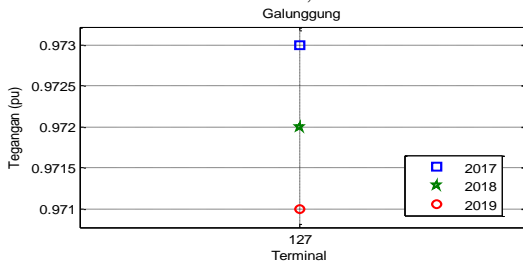
Gambar 19. Output profil tegangan pada bus 85 bus 97 = 0,973 PU



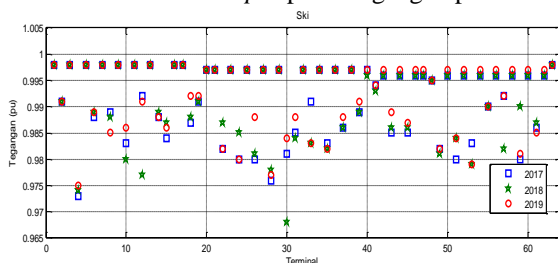
Gambar 20. Output profil tegangan pada bus 97 bus 103 = 0,975 PU



Gambar 21. Output profil tegangan pada bus 103 bus 127 = 0,972 PU.



Gambar 22. Output profil tegangan pada bus 127

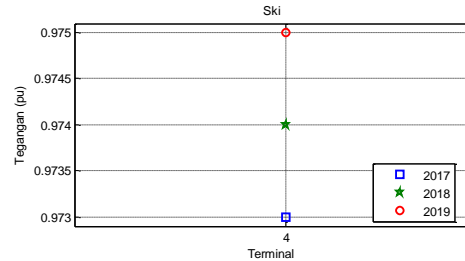


Gambar. 23. Distribusi jaringan gambar profil tegangan pada feeder SKI

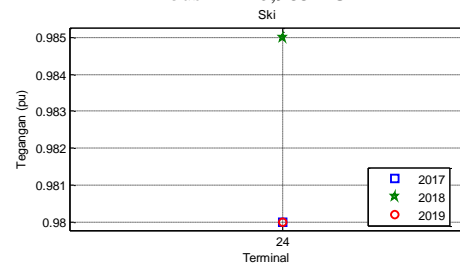
Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi profil tegangan di setiap terminal atau pada masing-masing bus penyulang ini. Variasi profil tegangan terjadi karena

perubahan beban setiap tahun, dari 2017-2019. di mana gambar 23 adalah profil tegangan output dari *single line diagram* pada gambar 9. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terdapat pada *substation* yang kelebihan beban

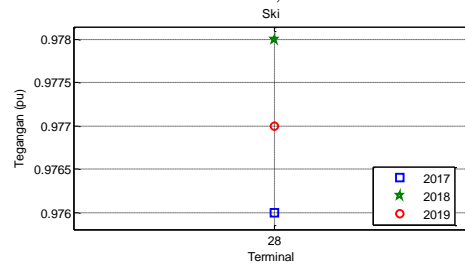
bus 4 = 0,974 PU



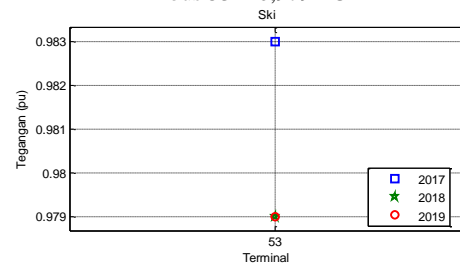
Gambar 24. Output profil tegangan pada bus 4 bus 24 = 0,985 PU



Gambar 25. Output profil tegangan pada bus 24 bus 28 = 0,978 PU

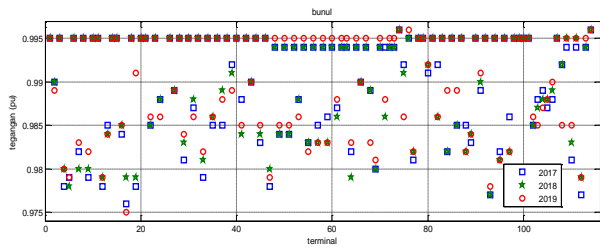


Gambar 26. Output profil tegangan pada bus 28 bus 53 = 0,979 PU



Gambar 27. Output profil tegangan pada bus 53

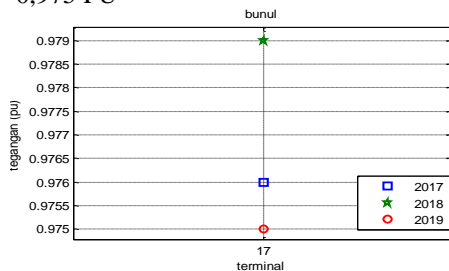




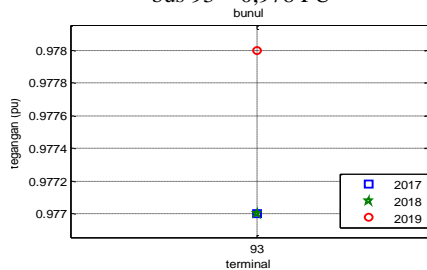
Gambar. 28. Distribusi jaringan gambar profil tegangan pada feeder Bunul

Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi dalam profil tegangan di setiap terminal atau pada setiap bus. Variasi profil tegangan terjadi karena perubahan beban setiap tahun yaitu dari 2017-2019. Di mana gambar 28 adalah profil tegangan output dari *single line diagram* pada gambar 10. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terkandung dalam *substation* yang kelebihan beban

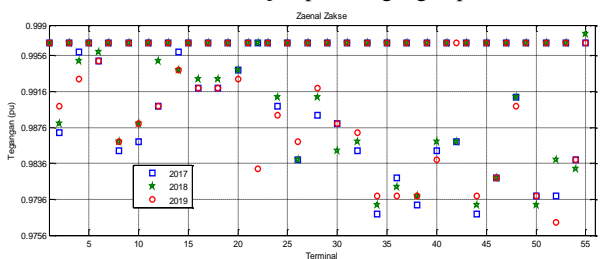
bus 17 = 0,975 PU



Gambar 29. Output profil tegangan pada bus 17 bus 93 = 0,978 PU



Gambar 30. Output profil tegangan pada bus 93

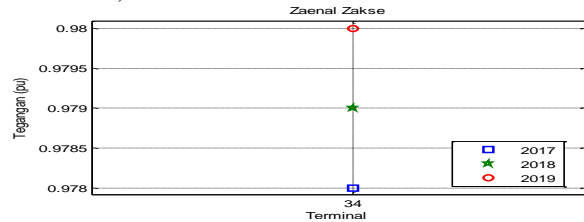


Gambar 31. Distribusi jaringan gambar profil tegangan pada feeder Zaenal Zakse

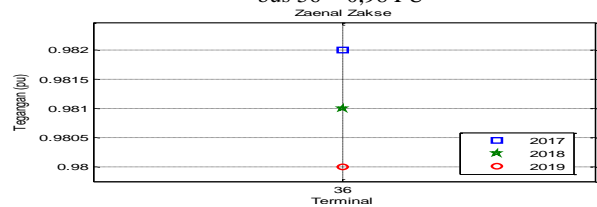
Hal ini dapat dilihat bahwa ada banyak variasi dalam profil tegangan di setiap terminal atau pada setiap bus. Variasi profil tegangan terjadi karena perubahan beban setiap tahun yaitu dari 2017-2019. Dimana gambar 31 adalah profil

tegangan output dari *single line diagram* pada gambar 11. Di mana setelah aliran beban dilakukan, ada *substation* yang kelebihan beban. Profil tegangan nominal pada bus yang terdapat pada *substation* yang kelebihan beban

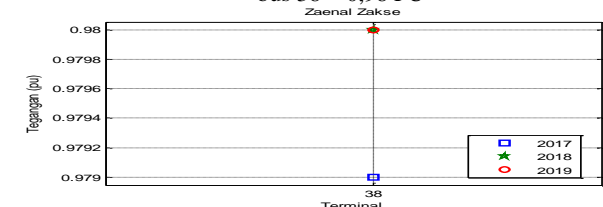
bus 34 = 0,98 PU



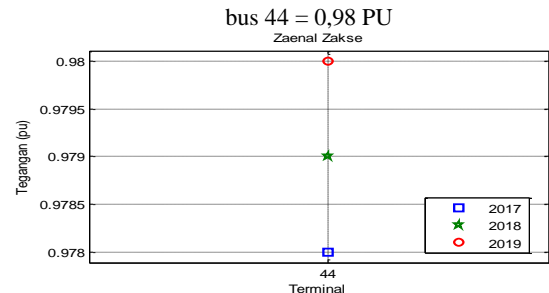
Gambar 32. Output profil tegangan pada bus 34 bus 36 = 0,98 PU



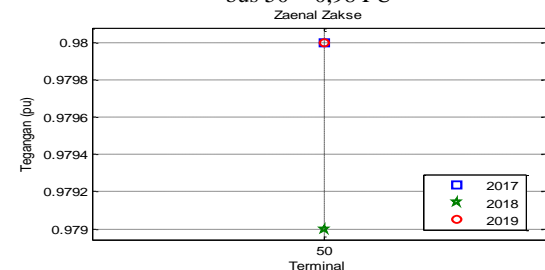
Gambar 33. Output profil tegangan pada bus 36 bus 38 = 0,98 PU



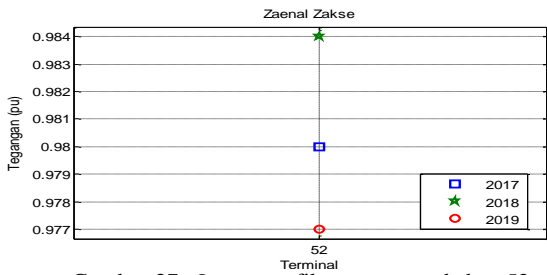
Gambar 34. Output profil tegangan pada bus 38 bus 44 = 0,98 PU



Gambar 35. Output profil tegangan pada bus 44 bus 50 = 0,98 PU



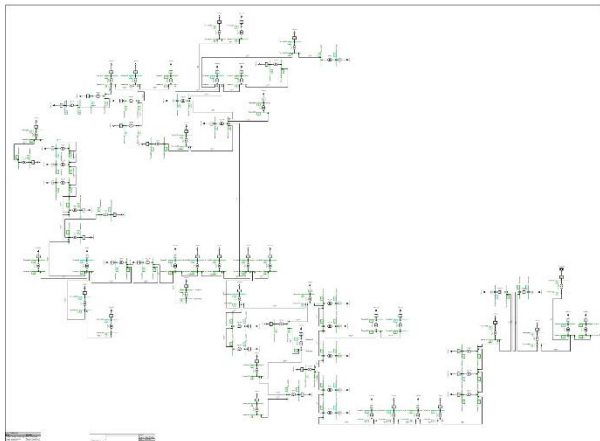
Gambar 36. Output profil tegangan pada bus 50 bus 52 = 0,977 PU



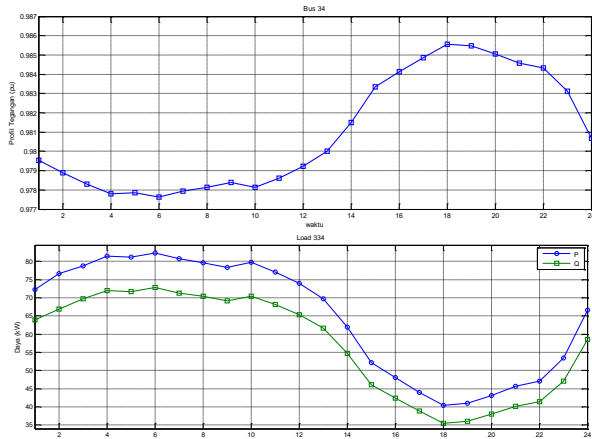
Gambar 37. Output profil tegangan pada bus 52

### 1.2. Profil Tegangan setelah memasukkan data real time per jam selama 24 jam

Untuk penyulang yang akan dimasukkan dalam data *realtime* hanya ada 2 pengumpulan yaitu yaitu Galunggung pengumpulan dan Zaenal Zakse. Setelah dilakukan analisa Load Flow, banyak bus atau *substation* mengalami gangguan.

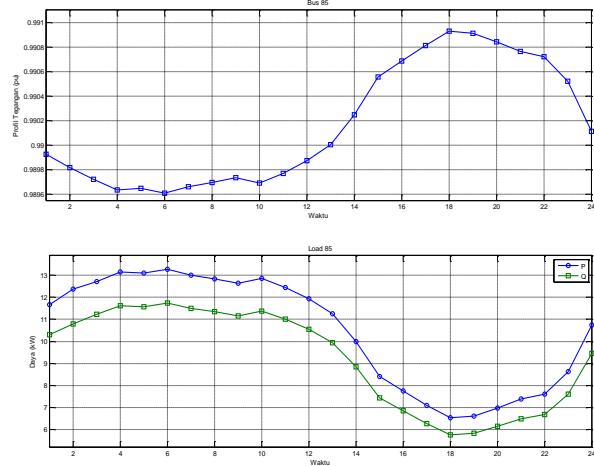


Gambar. 38. Hasil loadflow setelah menginputkan 24-jam data *realtime* pada feeder Galunggung



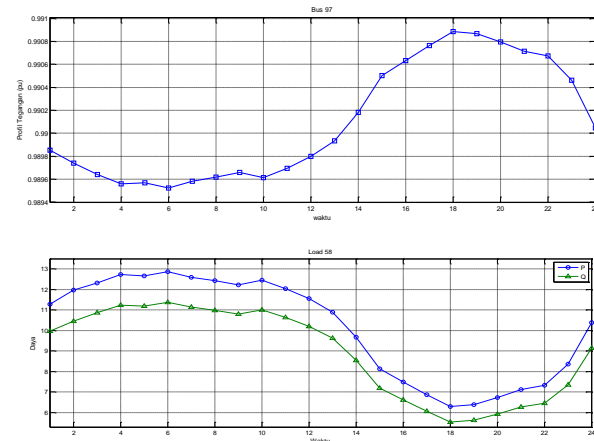
Gambar39. Gambar profil tegangan pada bus 34 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

Pada gambar 39 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,985568, nilai minimum = 0,9776167, nilai rata-rata = 0,980962425, nilai standar deviasi bus 34 = 0,00297907. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 334 = 82.36, nilai minimum = 40.39, nilai rata-rata = 64.79 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 334 adalah 15.75.



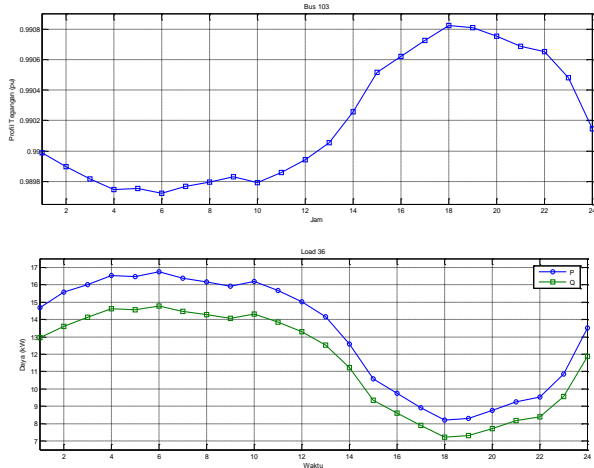
Gambar40. Gambar profil tegangan pada bus 85 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

Pada gambar 40 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9909264, nilai minimum = 0,9896082, nilai rata-rata = 0,990161204, nilai standar deviasi bus 85 = 0,000494245. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 85 = 13.29, nilai minimum = 6.52, nilai rata-rata = 10.45 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 85 adalah 2.54.



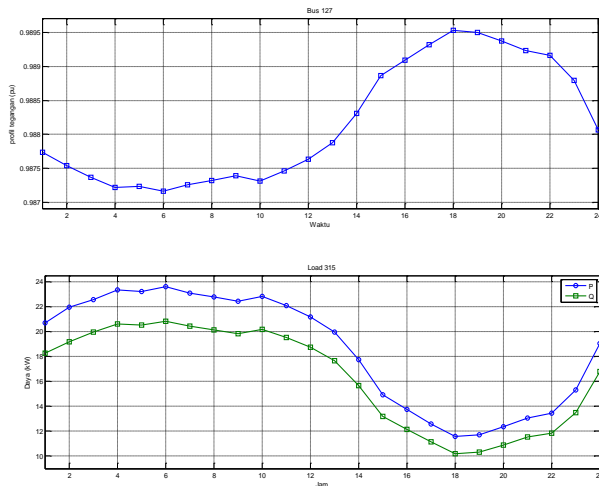
Gambar41. Gambar profil tegangan pada bus 97 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

Pada gambar 41 ini, profil tegangan gambar saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9908846, nilai minimum = 0,9895248, nilai rata-rata = 0,990096588, nilai standar deviasi bus 97 = 0,000508375. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 58 = 12.87, nilai minimum = 6.31, nilai rata-rata = 10.12 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 58 adalah 2.46.



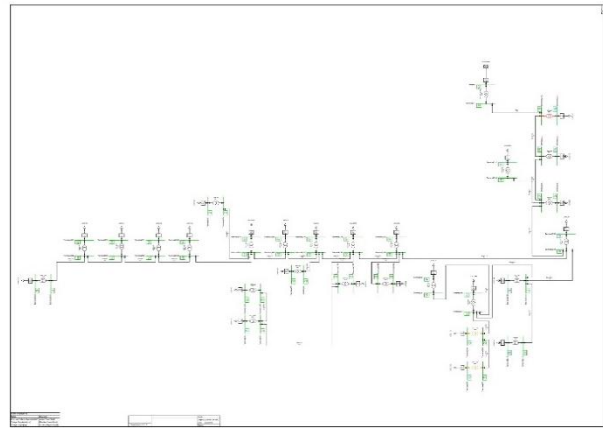
Gambar42. Gambar profil tegangan pada bus 85 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

Pada gambar 42 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9908253, nilai minimum = 0,9897228, nilai rata-rata = 0,990185142, nilai standar deviasi bus 103 = 0,00041331. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 36 = 16.19, nilai minimum = 8.2, nilai rata-rata = 13.15 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 36 adalah 3.20.

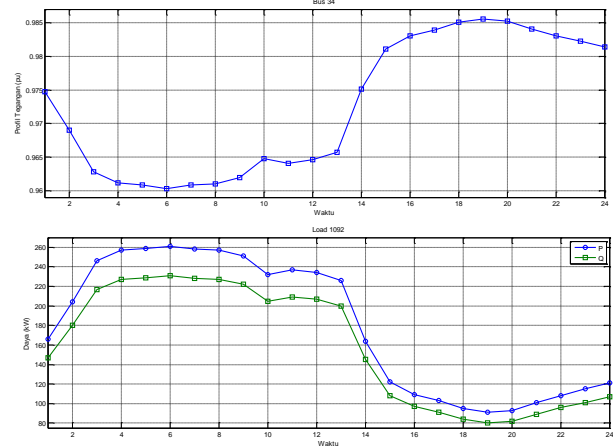


Gambar43. Gambar profil tegangan pada bus 127 dari penyulang Galunggung dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban

Pada gambar 43 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9895277, nilai minimum = 0,9871614, nilai rata-rata = 0,988155696, nilai standar deviasi bus 127 = 0,000885825. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 315 = 23.59, nilai minimum = 11.57, nilai rata-rata = 18.55 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 315 adalah 4.51.

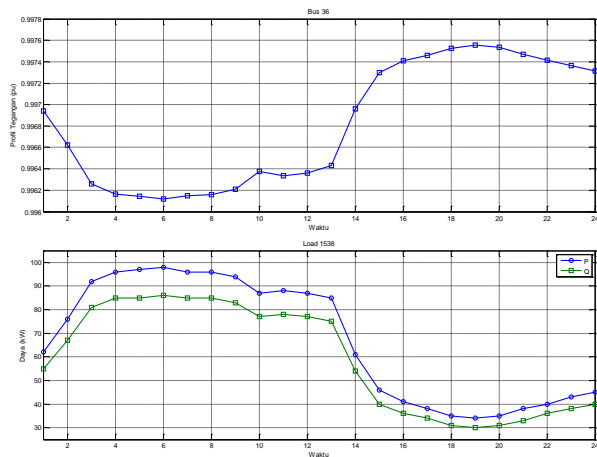


Gambar44. Hasil loadflow setelah menginputkan 24-jam data *realtime* pada feeder Zaenal Zakse



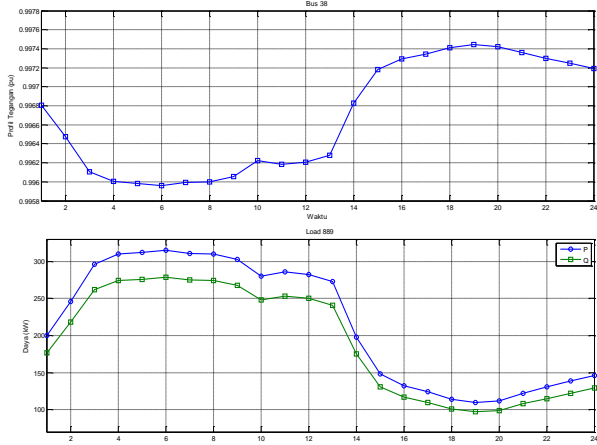
Gambar45. Gambar profil tegangan pada bus 34 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 45 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9855578, nilai minimum = 0,960304, nilai rata-rata = 0,972558858, nilai standar deviasi bus 34 = 0,01015544. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 1092 = 261, nilai minimum = 91, nilai rata-rata = 180 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 1092 adalah 68.62.



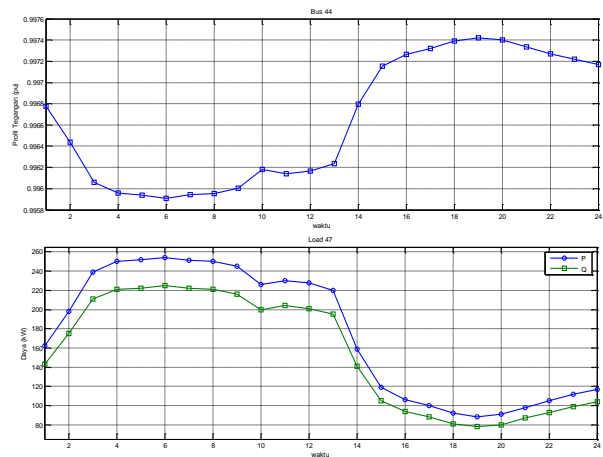
Gambar46. Gambar profil tegangan pada bus 36 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 46 ini, profil tegangan gambar saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9975546, nilai minimum = 0,9961196, nilai rata-rata = 0,996815896, nilai standar deviasi bus 36 = 0,000577277. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 1538 = 98, nilai minimum = 34, nilai rata-rata = 67 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 1538 adalah 25.68.



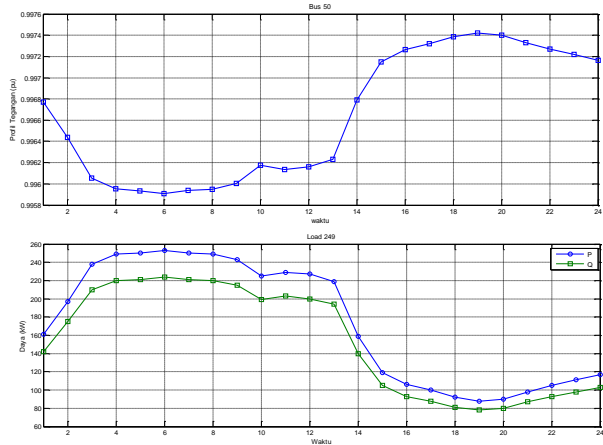
Gambar47. Gambar profil tegangan pada bus 38 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 47 ini, gambar profil tegangan saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9974432, nilai minimum = 0,9959585, nilai rata-rata = 0,996678779, nilai standar deviasi bus 38 = 0,000597275. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 889 = 315, nilai minimum = 110, nilai rata-rata = 217 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 889 adalah 82.68.



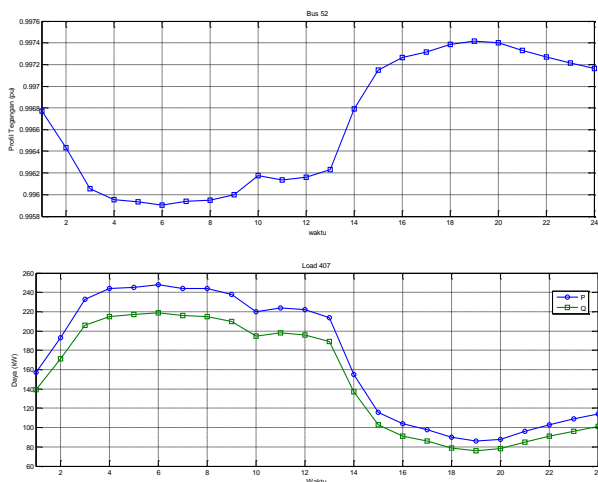
Gambar48. Gambar profil tegangan pada bus 44 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 48 ini, gambar profil Voltase saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9974198, nilai minimum = 0,9959106, nilai rata-rata = 0,996642746, nilai standar deviasi bus 44 = 0,000607162. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 47 = 254, nilai minimum = 88, nilai rata-rata = 175 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 47 adalah 66.85.



Gambar49. Gambar profil tegangan pada bus 50 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 49 ini, profil tegangan gambar saat memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9974188, nilai minimum = 0,9959074, nilai rata-rata = 0,996640571, nilai standar deviasi bus 50 = 0,000608032. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 249 = 253, nilai minimum = 88, nilai rata-rata = 174 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 249 adalah 66.37.



Gambar 50. Gambar profil tegangan pada bus 52 dari penyulang Zaenal Zakse dan perbandingan profil tegangan dengan profil beban.

Pada gambar 50 ini, profil tegangan gambar ketika memasukkan data beban *realtime* selama 24 jam dan nilai maksimum = 0,9974181, nilai minimum = 0,9959053, nilai rata-rata = 0,996639125, nilai standar deviasi bus 52 = 0,000608598. Kemudian untuk nilai maximum dari profil beban aktif (P) Load 407 = 248, nilai minimum = 86, nilai rata-rata = 170 dan nilai standart deviasi dari profil beban aktif (P) Load 1538 adalah 64.99.

#### V. KESIMPULAN

Dalam makalah ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada perbandingan profil tegangan dengan profil beban, saat disimulasikan dengan probabilitas beban menunjukkan bahwa semakin besar nominal masukan beban maka semakin rendah profil tegangan yang di hasilkan.
2. Semakin tinggi fluktuasi beban maka profil tegangan pada kedua penyulang tersebut juga ikut berfluktuasi. Kemudian apabila sistem tersebut mengalami gangguan maka dilakukan analisa probabilitas tegangan dimana sistem tersebut mengalami gangguan pada saat kondisi tertentu atau hanya pada saat beban puncak

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Reid, "Power Quality Issues - Standards and Guidelines," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 32, no. 3, pp. 625–632, 1996.

- [2] Susiono, "Kualitas Daya Listrik (Power Quality) - bagian 1," *Dunia Listrik*, 2010. <https://dunia-listrik.blogspot.com/2010/03/kualitas-daya-listrik-power-quality.html>.
- [3] P. A. Dahono, "Ketidakseimbangan Tegangan dan Pengaruhnya," *LPKEE ITB's students blog*, 2011. <https://konversi.wordpress.com/2011/04/15/ketidakeimbangan-tegangan-dan-pengaruhnya/>.
- [4] Ngakan Putu Satriya Utama, "Memperbaiki Profil Tegangan di Sistem Distribusi Primer dengan Kapasitor Shunt," *Tek. Elektro*, vol. 7, pp. 1–50, 2012, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/2072>.
- [5] F. M. Nuroğlu and A. B. Arsoy, "Voltage profile and short circuit analysis in distribution systems with DG," *2008 IEEE Electr. Power Energy Conf. - Energy Innov.*, pp. 1–5, 2008, doi: 10.1109/EPC.2008.4763309.
- [6] T. K. Chattopadhyay, S. Banerjee, and C. K. Chanda, "Impact of distributed generator on voltage stability analysis of distribution networks under critical loading conditions," *Proc. 2014 1st Int. Conf. Non Conv. Energy Search Clean Safe Energy, ICONCE 2014*, pp. 288–291, 2014, doi: 10.1109/ICONCE.2014.6808728.
- [7] P. Station, "Jaringan Di Penyulang Bwn-2 Dengan Etap Jaringan Di Penyulang Bwn-2 Dengan Etap," 2019.
- [8] D. Lodk, U. L. Egxo, and D. Dklgdk, "Ri : Lqg ) Dup Lq ' Lvwulexwlrq 1Hwzrun," vol. 5, pp. 5–10, 2014.
- [9] A. U. Krismanto and N. Mithulanathan, "Probabilistic small signal stability analysis of autonomous wind-diesel microgrid," *2017 IEEE Innov. Smart Grid Technol. - Asia Smart Grid Smart Community, ISGT-Asia 2017*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ISGT-Asia.2017.8378359.
- [10] J. M. Sexauer and S. Mohagheghi, "Voltage quality assessment in a distribution system with distributed generation-a probabilistic load flow approach," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 28, no. 3, pp. 1652–1662, 2013, doi: 10.1109/TPWRD.2013.2259599.
- [11] W. Ahmed, S. Kamel, and F. Jurado, "Probabilistic load flow analysis for large scale radial distribution systems," *2016 18th Int. Middle-East Power Syst. Conf. MEPCON 2016 - Proc.*, no. 3, pp. 803–808, 2017, doi: 10.1109/MEPCON.2016.7836986.