

PROTOTYPE OF THE INTERNET OF THINGS-BASED SWALLOW BUILDING MONITORING AND SECURITY SYSTEM

Didit Suprihanto¹, Happy Nugroho², Aji Ery Burhandenny³, Arif Harjanto⁴, Muhammad Akbar⁵

^{1,2,3,4,5}Informatika, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mulawarman, Indonesia
Email: didit.suprihanto@ft.unmul.ac.id

(Naskah masuk: 25 Januari 2023, Revisi : 01 Februari 2023, diterbitkan: 10 Februari 2023)

Abstract

The Swallow nest production in a cultivation building have high commercial value. There are several factors that affect nest productivity such as light intensity, temperature and humidity conditions in the cultivation building. Better factors can be found in cultivation building that located far from residential area. However, this led to a risk of theft. Therefore, this study proposes a system that able to monitor the productivity factors and safety status of the building. System development uses a comparison method with black box testing. The system controller uses the Raspberry Pi B+ and the python programming language. Sensor Modules (GY-302, DHT-22, BME-280) are used to monitor light intensity, temperature and humidity. The security system uses sensor modules (LDR LM393, PIR HC-SR501 and SW-420) as flashlight, motion and vibration detectors. The black box testing result shows a good performance of the proposed system. The monitoring and security system can monitor the condition of swallow cultivation parameters and security status that can turn on alert alarms, send WhatsApp messages, store log data and send data to the website periodically according to the level of conditions that occur.

Keywords: *IoT, Monitoring, Security System, Swallow Cultivation*

PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN KEAMANAN GEDUNG BURUNG WALET BERBASIS INTERNET OF THINGS

Abstrak

Produksi sarang Burung Walet di gedung budidaya memiliki nilai komersial yang tinggi. Ada beberapa faktor mikro yang mempengaruhi produktivitas sarang seperti intensitas cahaya, kondisi suhu dan kelembaban di gedung budidaya. Faktor yang lebih baik dapat ditemukan pada bangunan budidaya yang terletak jauh dari pemukiman penduduk. Namun, hal ini menyebabkan risiko pencurian. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sistem yang mampu memantau faktor yang mempengaruhi produktivitas dan status keamanan bangunan. Pengembangan sistem menggunakan metode perbandingan dengan pengujian kotak hitam. Pengontrol sistem menggunakan Raspberry Pi B + dan bahasa pemrograman python. Modul Sensor (GY-302, DHT-22, BME-280) digunakan untuk memantau intensitas cahaya, suhu dan kelembaban. Sistem keamanan menggunakan modul sensor (LDR LM393, PIR HC-SR501 dan SW-420) sebagai senter, detektor gerakan dan getaran. Hasil pengujian kotak hitam menunjukkan kinerja yang baik dari sistem yang diusulkan. Sistem monitoring dan keamanan dapat monitor kondisi parameter budidaya walet dan status keamanan yang dapat menyalakan alarm peringatan, mengirim pesan WhatsApp, menyimpan data log dan mengirimkan data ke website secara berkala sesuai dengan tingkat kondisi yang terjadi.

Kata kunci: *Budidaya Walet, IoT, Monitoring, Sistem Keamanan.*

1. PENDAHULUAN

Burung walet sudah menjadi ternak unggas yang dibudidayakan dengan hasil produksi berupa sarang yang memiliki nilai komersial tinggi. Pada awalnya sarang burung walet hanya bisa didapatkan pada gua-gua alam yang letaknya di pegunungan atau lereng yang sulit diakses dan jumlah gua alami tentu sedikit. Karena itu masyarakat memiliki pikiran untuk mendapatkan sarang tersebut dengan membuat

sebuah tempat budidaya dengan membuat bangunan untuk tempat burung walet berkembangbiak yang baru. Dalam usaha budidaya pada burung walet terdapat parameter yang mempengaruhi keberhasilan budidaya, salah satunya faktor mikro yang merupakan pengaturan lingkungan di dalam gedung burung walet disesuaikan keadaan suhu, kelembapan dan cahayanya seperti habitat asli burung walet agar burung walet tertarik untuk berkembang biak pada

gedung yang dibuat [1]. Adapun keadaan suhu, kelembapan dan cahaya gedung dapat berubah dipengaruhi kondisi perubahan cuaca [2], [3] selain dipengaruhi oleh orientasi dan bentuk bangunan itu sendiri [4]. Oleh karena itu dibutuhkan alat-alat pendukung yang digunakan untuk monitoring kondisi suhu, kelembapan dan cahaya gedung budidaya burung walet.

Selain faktor mikro ada faktor makro yang merupakan acuan pemilihan lokasi gedung walet yang menjadi penentu keberhasilan dalam budidaya burung walet. Karena faktor makro budidaya ini menyebabkan lokasi gedung walet yang baik adalah yang jauh dari pemukiman masyarakat [5] namun banyak juga gedung walet yang berada pada pemukiman dan karena harga sarang burung walet yang mahal menimbulkan peluang tindakan kejahatan pencurian atau perampokan gedung walet. Sehingga sistem keamanan menjadi suatu keharusan yang harus diperhatikan dan diterapkan. Sensor getar merupakan alat bantu deteksi yang *cost effective* sebagai mekanisme keamanan pada implementasi internet of things [6], [7]. selain itu untuk dapat memberikan informasi kondisi keamanan secara cepat, *mobile technology* seperti WhatsApp API merupakan solusi karena informasi dapat dengan mudah diterima tanpa kendala tempat dan waktu.

Telah ada beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini diantaranya pemanfaatan internet of things menggunakan mikrokontroler dan sms gateway dalam pengendalian suhu dan kelembapan rumah walet [8], [9] dan perancangan keamanan berbasis open source untuk sistem monitoring kualitas udara [10]. Penelitian ini melakukan inovasi berupa kombinasi parameter lingkungan dan sensor getaran untuk melakukan pemantauan faktor mikro dan system keamanan pada budidaya sarang walet.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun sebuah sistem monitoring dan keamanan gedung walet berbasis teknologi tepat guna. Adapun teknologi yang dibutuhkan adalah yang dapat digunakan untuk melakukan monitoring status perubahan suhu, kelembapan dan cahaya lalu mendeteksi kondisi keamanan dari pencurian dengan indikator cahaya, getaran dan gerakan secara *full time* dan *real time*. Hal ini diharapkan pemilik gedung sarang burung walet dapat merasa aman dan dapat memonitoring keadaan gedung sarang burung walet dalam aktivitas sehari-hari.

Artikel ini diuraikan dalam empat bagian. Bagian pertama, pendahuluan yang berisi motivasi penulisan, latar belakang dan tujuan penulisan ini. Bagian kedua dijelaskan tentang metodologi yang digunakan. Bagian ketiga menjelaskan hasil percobaan. Bagian terakhir adalah kesimpulan dan saran dari percobaan dan rencana penelitian selanjutnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini ditetapkan alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut: (a) 1 unit *Raspberry Pi Model 3B+*, (b) 1 unit Modul Sensor Cahaya *LDR LM393* dan 1 unit Modul Sensor Cahaya *GY-302 BH1750*, (c) 1 unit Modul Sensor Getaran *SW-420 LM393* dan *Integrated Circuit LM393*, (d) 1 unit Modul Sensor Gerak *PIR HC-SR501*, (e) 1 unit *Power adaptor Raspberry Pi*, (f) 1 Unit Modul Sensor Kelembapan *BME280*, (g) 1 unit *Modul Relay 2 Channel*, (h) 1 unit *Power adaptor 12VDC*, (i) 1 unit Modul Sensor Suhu *DHT-22*, (j) 1 unit *Breadboard*, (k) 1 buah Sirine *MS-190*, (l) 1 buah Lampu *10Watt*, (m) 1 unit laptop, (n) 1 unit *smartphone*, (o) 1 buah *Multimeter*, (p) 1 buah penggaris, (q) 1 *set Tool Box*, (r) 1 set Steker dan terminal listrik, (s) timah dan solder, (t) Sekrup, Baut, Kabel (Kabel Jumper (*Male to Male, Female to Female dan Male to Female*) serta kabel *220v*), (u) 1 unit *Power Supply Breadboard MB-102*.

2.2. Raspberry Pi Model 3B+

Raspberry Pi atau RasPi adalah sebuah minikomputer dengan papan tunggal atau (single board computer) berukuran seperti kartu kredit yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation di Inggris (UK). RasPi dapat bekerja layaknya desktop seperti mengerjakan pembuatan dokumen, pengolahan data, menonton film, bermain game dan pemrograman kode atau pengkodean. Penyimpanan data pada Raspberry Pi di desain tidak menggunakan hard disk atau solid-state drive, tetapi menggunakan kartu penyimpanan eksternal untuk booting dan penyimpanan.

Produk Raspberry Pi ada dua model yaitu model A dan model B, dan Gambar 1 merupakan contoh Raspberry Pi mode 3 B+.



Gambar 1. Raspberry Pi Model 3 B+.

2.3. Modul Sensor Cahaya *LDR LM393* dan Modul Sensor Cahaya *GY-302 BH1750*

Light Dependent Resistor (LDR) sebenarnya termasuk salah satu jenis resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya dapat dipengaruhi oleh perubahan intensitas cahaya yang diterima [11]. Nilai hambatan LDR akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap. Fungsi LDR adalah untuk

menghantarkan arus listrik jika menerima sejumlah intensitas cahaya kondisi terang dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap. Pada umumnya, nilai hambatan LDR akan mencapai 200 kilo ohm ($k\Omega$) pada kondisi gelap dan menurun menjadi 500 Ohm (Ω) saat cahaya terang [8].



Gambar 2. Modul Sensor LDR LM393

Modul sensor GY-302 merupakan modul pada rangkaiannya menggunakan sensor BH1750. Fungsi rangkaian modul sensor GY-302 untuk mempermudah penggunaan sensor dan meminimalkan kerusakan pada sensor BH1750. Sensor BH1750 sendiri merupakan sebuah *Integrated Circuit* (IC) sensor yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux [12].



Gambar 3. GY-302 BH1750.

2.4. Modul Sensor Getaran SW-420 LM393 dan *Integrated Circuit* LM393

Modul sensor getaran SW-420 adalah modul yang menggunakan sensor SW-420 untuk mendeteksi adanya getaran [13]. Ditambah dengan pembanding berupa IC LM393 Sehingga bekerja dengan sistem keluaran sinyal *high/low*. Nilai Getaran yang dideteksi dapat diatur melalui potensiometer untuk menentukan keluaran sinyal *High/Low* Berdasarkan kategori getaran yang dapat menyebabkan kerusakan atau getaran yang tidak menyebabkan kerusakan [14]. Pada Gambar 4. dapat dilihat bentuk dari Modul Sensor Getaran SW-420.



Gambar 4. Sensor Getaran SW-420

Integrated Circuit jenis LM393. IC LM393 merupakan IC Komparator yang berfungsi untuk

membandingkan tegangan yang masuk pada saluran input dan tegangan yang masuk pada saluran referensi. IC LM 393 dapat dilihat pada Gambar 5.

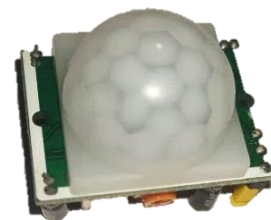


Gambar 5. *Integrated Circuit* LM393

Tegangan keluaran yang dihasilkan adalah berupa tegangan *low* atau *high* yang merupakan hasil perbandingan antara V_{in} atau tegangan masukan dan V_{ref} atau tegangan referensi. Komponen ini biasanya digunakan pada modul sensor yang keluarannya berupa sinyal *low* atau *high* [15].

2.5. Modul Sensor Gerak PIR HC-SR501

PIR atau *Passive Infrared* adalah sensor inframerah yang berfungsi untuk mengetahui keberadaan panas inframerah yang bergerak dengan mendeteksi adanya pancaran sinyal inframerah. Karena semua benda memancarkan energi radiasi, sebuah gerakan akan terdeteksi ketika sumber inframerah dengan suhu tertentu dalam hal ini adalah seorang manusia melewati sumber inframerah lain dengan suhu yang berbeda misalnya dinding, maka akan terdeteksi adanya perbedaan nilai inframerah. Tampilan dari modul sensor PIR HC-SR501 dapat dilihat pada Gambar 6. berikut.

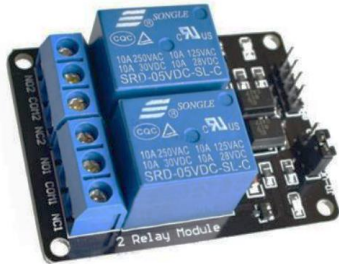


Gambar 6 Modul Sensor PIR HC-SR501

Modul sensor PIR HC-SR501 didasarkan pada teknologi inframerah yang menggunakan desain LH 1778 dengan sensitivitas tinggi dan mode operasi tegangan yang rendah, memiliki jarak jangkauan deteksi sampai 7 m dan pada modul sensor tertanam dua potensiometer yang masing-masing berfungsi untuk mengatur sensitifitas sensor dalam mendeteksi sinyal inframerah dan mengatur waktu delay sensor untuk mendeteksi. Modul sensor PIR bekerja dengan sistem yang menghasilkan *output* digital *high-low* [16].

2.6. Modul Relay 2 Channel

Modul Relay biasa digunakan sebagai penghubung atau pemutus daya listrik dengan peralatan dengan arus besar. Pada modul terinstal 2 buah relay dengan daya rendah level 5V yang memilih batas *Alternating Current* 250V/10A dan *Direct Current* 30V/10A [17]. Tampilan modul relay 2 channel dapat dilihat pada Gambar 7. berikut.



Gambar 7. Modul Relay 2 Channel.

2.7. Modul Sensor Kelembapan BME280

Modul sensor BME280 menggunakan sensor BME280 merupakan kombinasi dari pendeteksi kelembapan udara, tekanan udara, dan temperatur udara [18]. Bentuk fisik dari modul sensor BME280 dapat dilihat pada Gambar 8. berikut.

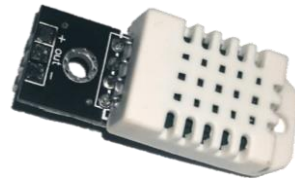


Gambar 8. Modul Sensor BME280

Menurut [19], bme280 adalah sensor digital yang dapat mengukur kelembapan, tekanan, suhu, dan ketinggian sehingga lebih sesuai digunakan pada aplikasi misalnya navigasi *indoor/outdoor*, monitoring cuaca, *home automation*, serta *wearable device*.

2.8. Modul Sensor Suhu DHT-22

Sensor DHT22 merupakan sensor yang dapat mendeteksi atau mengukur suhu dan kelembapan udara, sensor ini memiliki output sinyal digital karena menggunakan 8-bit terpadu sebagai konversi dan perhitungannya. Sensor DHT-22 menggunakan sensor jenis thermistor jenis DS18B20 untuk pengukuran suhu udara dengan akurasi ±0,5°C dan *polymer humidity capacitor* untuk pengukuran kelembapan udara dengan akurasi 2% - 5%RH . Tampilan sensor suhu DHT 22 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Modul Sensor DHT-22.

2.9. Nilai Akurasi

Perhitungan akurasi bertujuan untuk melihat seberapa besar tingkat kesalahan pengukuran sensor, dan menentukan kondisi sensor yang digunakan apakah normal atau tidak [20]. Dalam menghitung akurasi sensor pada penelitian ini menggunakan dua jenis perhitungan, yaitu:

1. MAD (Mean Absolute Deviation)

MAD menghitung rata-rata kesalahan secara mutlak atau nilai yang hasilnya selalu positif. Mencari nilai MAD menggunakan persamaan (1).

$$MAD = \frac{1}{n} \sum |X_a - X_p| \tag{1}$$

dengan:

- MAD = rata-rata kesalahan mutlak
- X_a = nilai aktual
- X_p = nilai pengukuran
- n = jumlah data

2. MAPE (Mean Absolute Percent Error)

MAPE digunakan untuk menghitung persentase kesalahan rata-rata secara mutlak. Mencari nilai MAPE menggunakan persamaan (2) sebagai berikut.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|x_a - x_p|}{x_a} \times 100\% \tag{2}$$

dengan:

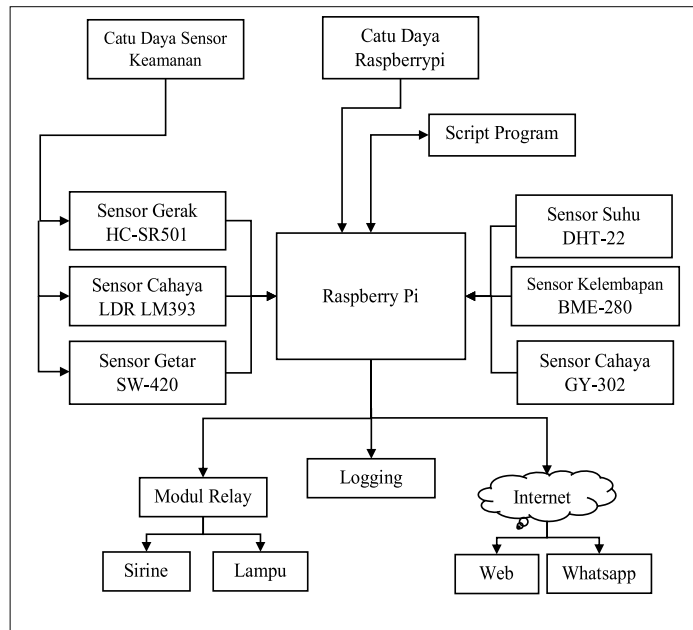
- MAPE = persen rata-rata kesalahan mutlak
- X_a = nilai aktual
- X_p = nilai pengukuran
- n = jumlah data

Semakin rendah nilai MAPE mengartikan kemampuan komponen yang digunakan dapat diartikan semakin baik [20]. Untuk nilai MAPE dapat diklasifikasikan pada Tabel 1. berikut [21].

Tabel 1. Klasifikasi nilai MAPE	
Nilai MAPE	Klasifikasi
< 10 %	Sangat Baik
10 % ~ < 20 %	Baik
20 % ~ < 50 %	Layak
≥ 50 %	Buruk

Pada penelitian ini, perancangan diagram blok dibuat untuk mengetahui hubungan perangkat yang digunakan antara satu dengan yang lainnya. Raspberry Pi yang merupakan pusat kontrol sistem dihubungkan dengan beberapa sensor sebagai masukan. Masukan dari sensor kemudian dikelola atau diproses dengan program untuk menentukan keluaran dan aksi seperti mengontrol modul relay,

mengirimkan pesan whatsapp dan mengirim data ke situs web.



Gambar 10. Diagram Blok Sistem Monitoring dan Keamanan Gedung Burung Walet

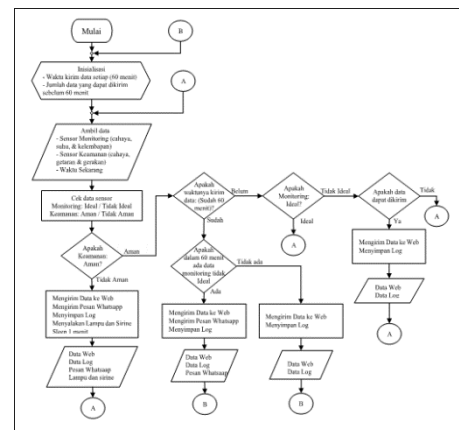
Sensor keamanan terdiri dari sensor getaran, cahaya, dan inframerah atau gerak. Dari semua masukan sensor di proses untuk menentukan indikasi status monitoring dan keamanan pada gedung burung walet. Hasil proses digunakan untuk menentukan perintah: mengontrol relay sirine dan lampu keamanan, mengirim pesan WhatsApp peringatan monitoring dan keamanan.

Semua data akan disimpan sebagai log dan dikirim ke situs web. Sistem menggunakan dua sumber tegangan antara lain catu daya untuk Raspberypi dan catu daya untuk sensor keamanan. Perancangan diagram blok perangkat keras ditampilkan pada Gambar 10 dibawah ini:

Selain perancangan diagram blok, dilakukan pula perancangan perangkat lunak. Tujuan perancangan perangkat lunak adalah dibuatnya perintah untuk pengendalian sistem yang dibangun. Berikut adalah diagram alir perangkat lunak yang dapat dilihat pada Gambar 11. di bawah ini.

Secara keseluruhan prinsip kerja dari alat-alat dapat dapat dilihat dari diagram alir keseluruhan dari perangkat lunak. Dimulai dari Inisialisasi waktu kirim data (60 menit) dan jumlah data yang dapat dikirim sebelum 60 menit. Kemudian diambil data sensor monitoring (cahaya, suhu, kelembapan), dan sensor keamanan (cahaya, getaran, gerakan). Lalu Tabel 2 Parameter ideal budidaya menjelaskan parameter lingkungan yang ideal untuk memenuhi persyaratan budidaya walet dalam ruangan [1]. Berdasarkan parameter tersebut kemudian dilakukan pula pengecekan data sensor keamanan untuk memberikan indikator aman atau tidak aman sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3. Kondisi Keamanan. Dimana apabila parameter suhu udara, kelembapan udara dan intensitas cahaya ruang utama ketiganya

terdeteksi sebagai Low maka status keamanan akan menyatakan bahwa kondisi keamanan pada bangunan sarang walet masuk dalam Kategori Aman. Sedangkan apabila ada salah satu parameter yang terdeteksi High maka kondisi bangunan dinyatakan sebagai Tidak Aman.



Gambar 11. Diagram Alir Perangkat lunak

Tabel 2. Parameter ideal budidaya

No	Kondisi Lingkungan	Persyaratan Budidaya
1	Suhu udara	26°C - 29°C
2	Kelembapan udara	80% - 90%
3	Intensitas Cahaya Ruang Utama	≤ 2 FC atau ≤ 21,528 Lux

Tabel 3. Kondisi Keamanan

No	Keluaran Sensor keamanan			Status Keamanan (Aman/Tidak)
	Cahaya	Gerakan	Getaran	
1	Low	Low	Low	Aman
2	High	Low	Low	Tidak Aman
3	Low	High	Low	Tidak Aman
4	Low	Low	High	Tidak Aman
5	High	High	Low	Tidak Aman

6	Low	High	High	Tidak Aman
7	High	Low	High	Tidak Aman
8	High	High	High	Tidak Aman

Mekanisme keadaan aman atau tidak aman dalam diagram alir dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Apabila data keamanan tidak aman maka: dikirim data ke situs web, simpan log, kirim pesan whatsapp, menyalakan lampu dan sirine.
2. Jika data keamanan adalah aman, belum waktu kirim data, dan data monitoring adalah ideal, maka: ambil data.
3. Jika data keamanan adalah aman, belum waktu kirim data, data monitoring adalah tidak ideal dan data dapat dikirim karena jumlah data yang dapat dikirim sebelum 60 menit masih ada, maka: kirim data ke situs web, simpan log, dan kembali ambil data.
4. Jika data keamanan adalah aman, belum waktu kirim data, data monitoring adalah tidak ideal, dan jumlah data yang dapat dikirim sebelum 60 menit sudah digunakan, maka: kembali ke ambil data.
5. Jika data keamanan adalah aman, sudah waktunya kirim data, sebelumnya ada data monitoring tidak ideal, maka: kirim data ke situs web, kirim pesan whatsapp, simpan log dan kembali untuk inialisasi waktu kirim data yang baru dan jumlah data yang data yang dapat dikirim sebelum 60 menit.
6. Jika data keamanan adalah aman, sudah waktunya kirim data, sebelumnya data monitoring selalu ideal, data keamanan aman, maka; kirim data ke situs web, simpan log dan kembali untuk inialisasi waktu kirim data yang baru dan jumlah data yang data yang dapat dikirim sebelum 60 menit
7. Selesai

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

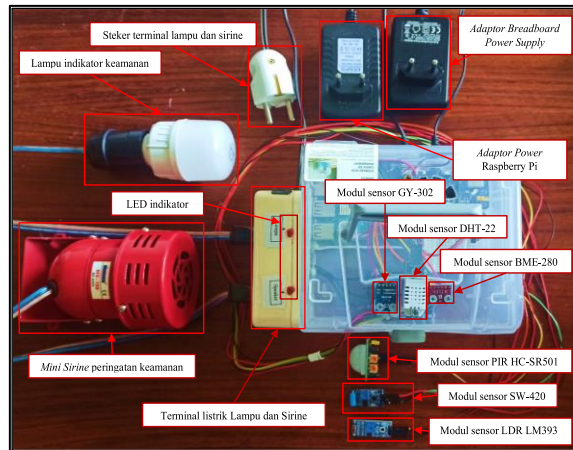
Pada bagian ini menerangkan hasil dari rancangan perangkat keras yang dibangun terdiri dari beberapa komponen dan kotak prototipe. Hasil perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.

Dari Gambar 12 dan Gambar 13 dapat dilihat dan semua komponen hasil perancangan perangkat keras dibahas sebagai berikut:

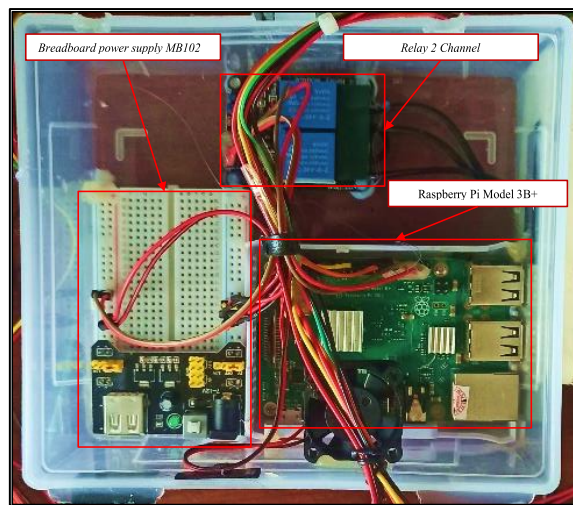
a. Adaptor Power Supply

Adaptor Power Supply berfungsi sebagai penyuplai daya listrik yang dibutuhkan . Adaptor power supply Raspberry Pi berfungsi menyuplai daya listrik untuk menyalakan Raspberry Pi dan adaptor breadboard power

supply berfungsi menyuplai daya listrik ke breadboard power supply MB102 yang berfungsi menyuplai daya listrik dengan tegangan 5 volt atau 3,3 volt ke breadboard atau papan rangkaian yang nantinya digunakan untuk menyalakan tiga buah modul sensor keamanan dan satu modul relay 2 channel.



Gambar 12. Bagian luar prototipe



Gambar 13. Bagian dalam prototipe

b. Raspberry Pi

Raspberry Pi berfungsi sebagai pusat pengendali sistem dari membaca data yang diterima dari sensor-sensor, lalu memproses data sensor untuk membuat perintah mengirim data ke situs web, perintah mengirim pesan whatsapp, perintah mencatat log data, dan perintah mematikan atau menyalakan sirine dan lampu dengan mengendalikan relay 2 channel.

c. Sensor-sensor monitoring

Sensor-sensor monitoring berfungsi membaca nilai parameter untuk budidaya burung walet yang selanjutnya diproses oleh Raspberry Pi untuk menentukan apakah parameter gedung budidaya burung walet ideal atau tidak ideal berdasarkan data syarat budidaya burung walet. Adapun parameter budidaya burung walet terdiri dari nilai cahaya, suhu dan kelembapan udara. Sehingga digunakan sensor yang terdiri dari modul sensor cahaya GY-302 yang berfungsi membaca nilai intensitas cahaya, modul sensor DHT-22 yang berfungsi membaca nilai suhu, dan sensor BME-280 yang berfungsi membaca nilai kelembapan udara.

d. Sensor-sensor keamanan

Sensor sensor keamanan berfungsi membaca nilai parameter yang mengindikasikan kondisi

keamanan pada gedung budidaya burung walet. Sensor-sensor keamanan terdiri dari modul sensor PIR HC-SR501 yang berfungsi untuk membaca sinyal inframerah sehingga dapat mendeteksi panas tubuh manusia, modul sensor SW-420 yang berfungsi untuk mendeteksi getaran pada dinding gedung, dan modul sensor LDR LM393 yang berfungsi membaca perubahan nilai cahaya sehingga dapat mendeteksi cahaya senter pada ruangan gelap seperti gedung burung walet. Hasil baca sensor-sensor keamanan akan diproses Raspberry Pi untuk menentukan menentukan kondisi dalam kondisi aman atau tidak aman.

e. Komponen peringatan

komponen peringatan ini berfungsi untuk memberikan peringatan dalam bentuk sinyal suara dan sinyal cahaya. Sehingga komponen utama sistem peringatan ini terdiri dari modul relay 2 channel yang berfungsi memutus dan menyambungkan aliran listrik ke *mini sirine* MS-190 dan lampu yang masing-masing berfungsi sebagai sumber peringatan suara dan peringatan cahaya. komponen pendukung sistem peringatan terdiri dari steker listrik yang berfungsi mengalirkan listrik ke terminal sirine dan lampu yang aliran listriknya diputus atau disambungkan oleh modul relay 2 channel yang dikendalikan Raspberry Pi.

Hasil perancangan perangkat keras yang dibangun dilakukan pengujian untuk memastikan perangkat keras yang digunakan dalam kondisi baik atau normal. Adapun hasil dan pembahasan pengujian perangkat keras sebagai berikut.

3.1. Pengujian Modul Sensor Cahaya GY-302

Pada pengujian ini sensor GY-302 dibandingkan dengan alat light meter UT383 untuk dihitung akurasi pada modul sensor GY-302 dengan tujuan menentukan apakah sensor yang digunakan pada penelitian dalam kondisi normal. Untuk mengetahui akurasi dilakukan dua perhitungan diantaranya menghitung MAD menggunakan Persamaan (1) dan MAPE menggunakan Persamaan (2.) hasil disajikan pada Tabel 4.

Hasil dari Tabel 4. dapat dihitung MAD atau rata-rata kesalahan mutlak dan MAPE atau rata-rata persentase kesalahan mutlak sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 MAD &= \frac{1}{n} \sum |X_a - X_p| \\
 &= \frac{1}{10} (0,33+0,67+0,67+0,33+1,17+1,5+1,17 \\
 &\quad +1,33+2,67+2,5) \text{ lux} \\
 &= 1,23 \text{ lux} \\
 MAPE &= \frac{1}{n} \sum \frac{|x_a - x_p|}{x_a} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{10} (16,5+11,17+6,09+1,83+4,33+3,26+1,7 \\
 &\quad 5+1,51+2,12+1,52) \times 100 \% \\
 &= 5,01 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil pengujian modul sensor GY-302

No.	Light Meter (lux)	Modul Sensor Cahaya GY-302 (lux)	Kesalahan mutlak (lux)	Persentase kesalahan mutlak (%)
1	2	1,67	0,33	16,50%
2	6	6,67	0,67	11,17%
3	11	11,67	0,67	6,09%
4	18	18,33	0,33	1,83%
5	27	25,83	1,17	4,33%
6	46	47,5	1,5	3,26%
7	67	65,83	1,17	1,75%
8	88	86,67	1,33	1,51%
9	126	123,33	2,67	2,12%
10	165	162,5	2,5	1,52%

Berdasarkan hasil pengujian modul sensor GY-302 di atas didapatkan data pengujian dengan rata-rata kesalahan mutlak atau MAD adalah sebesar 1,23 lux, dimana hasil ini jika dibandingkan dengan data nilai akurasi pada *datasheet* spesifikasi sensor GY-302 (Rohm Co., Ltd., 2014) dengan nilai akurasi 0,99 sampai 1,44 lux, maka sensor GY-302 yang digunakan dalam kondisi baik dan normal, hal ini diperkuat dengan hasil pengujian persentase kesalahan mutlak atau MAPE sebesar 5,01 % yang masuk kategori sangat baik sesuai tabel klasifikasi MAPE.

3.2. Pengujian Modul Sensor DHT-22

Pada pengujian ini modul sensor DHT-22 dibandingkan dengan alat humidity and temperature meter GM1362 untuk dihitung nilai kesalahan pengukuran dengan tujuan menentukan apakah modul sensor DHT-22 yang digunakan pada alat dalam kondisi normal. Hasil pengujian modul sensor DHT-22 disajikan pada Tabel 5. Dan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai MAD dan nilai MAPE.

Tabel 5. Pengujian modul sensor DHT-22

No.	Humidity & Temperature Meter GM1362 (°C)	Sensor Suhu DHT-22 (°C)	Kesalahan Mutlak (°C)	Persentase Kesalahan Mutlak (%)
1	20,1	20,5	0,4	1,95%
2	21,4	21	0,4	1,90%
3	22,9	22,1	0,8	3,62%
4	23,5	23,1	0,4	1,73%
5	23,8	23,5	0,3	1,28%
6	24,3	24	0,3	1,25%
7	24,9	24,4	0,5	2,05%
8	25,6	25	0,6	2,40%
9	26,4	25,96	0,44	1,69%
10	27,1	26,7	0,4	1,50%
11	27,9	27,5	0,4	1,45%
12	28,6	28,2	0,4	1,42%
13	29,2	29	0,2	0,69%
14	30,4	30	0,4	1,33%
15	30,7	30,3	0,4	1,32%

dari Tabel 5 dapat dihitung rata-rata kesalahan mutlak atau MAD dan persentase kesalahan mutlak atau MAPE sebagai berikut.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum |X_a - X_p|$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{15} (0,4+0,4+0,8+0,4+0,3+0,3+0,5+0,6+0, \\
 &44+0,4+0,4+0,4+0,2+0,4+0,4+) \\
 &= 0,42 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum \frac{|x_a - x_p|}{x_a} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{15} (1,95+1,9+3,62+1,73+1,28+1,25+2,05+ \\
 &2,4+1,69+1,5+1,45+1,42+0,69 \\
 &+1,33+1,32) \% \\
 &= 1,71 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.2 pengujian modul sensor DHT-22 diatas didapatkan data pengujian dengan rata-rata kesalahan mutlak atau MAD adalah sebesar 0,42 °C, dimana hasil ini jika dibandingkan dengan data nilai akurasi pada *datasheet* spesifikasi sensor DHT-22 (Aosong CO., Ltd, 2003) dengan nilai akurasi pengukuran suhu 0,5 °C, maka sensor DHT-22 yang digunakan dalam kondisi baik atau normal, hal ini diperkuat dengan hasil pengujian persentase kesalahan mutlak atau MAPE sebesar 1,71 % yang masuk kategori sangat baik sesuai tabel klasifikasi MAPE.

3.3. Pengujian Modul Sensor BME-280

Pada pengujian modul sensor BME-280, dengan cara yang sama dalam pengujian sensor sebelumnya, didapatkan hasil yang baik, sehingga kondisi sensor BME-280 dalam kondisi layak digunakan dalam penelitian. Dengan nilai MAD 2,14 %RH dan nilai MAPE 1.22%.

3.4. Pengujian Modul Sensor LDR LM393

Pengujian Modul sensor LDR LM393 dilakukan dengan mengatur potensiometer yang ada pada modul sensor agar sinyal keluaran sensor tetap pada kondisi awal dinyalakan yaitu low ketika kondisi normal sesuai nilai ideal intensitas cahaya gedung burung walet dan mengeluarkan sinyal keluaran *high* ketika kondisi tidak normal intensitas cahaya lebih tinggi dari nilai ideal gedung burung walet. Pada saat pengujian yang dilakukan di laboratorium, keluaran modul LDR LM393 diatur untuk mengeluarkan sinyal keluaran *high* ketika nilai intensitas cahaya lebih tinggi dari 21,528 lux dan saat cahaya lebih kecil atau sama dengan 21,528 maka modul sensor akan tetap pada kondisi awal yaitu mengeluarkan sinyal *low* seperti yang ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian modul sensor LDR LM393

No.	Light Meter (lux)	Modul Sensor Cahaya (High/Low)	Tegangan (Vdc)
1	0	Low	1.186
2	9	Low	1.186
3	15	Low	1.186
4	23	Low	1.184
5	26	High	4.80
6	28	High	4.80
7	42	High	4.80
8	103	High	4.80
9	114	High	4.80
10	166	High	4.80

Berdasarkan pengujian modul sensor LDR LM393 didapatkan data hasil pengujian ketika nilai cahaya yang terbaca pada alat light meter UT383 yaitu 0 lux, 9 lux dan 15 lux maka modul sensor LDR LM393 mengeluarkan sinyal normal berupa tegangan listrik yang kemudian dibaca Raspberry Pi sebagai sinyal low atau 0 dengan nilai tegangan keluaran tertinggi 1,186 volt dan terendah 1,184 volt. Ketika nilai cahaya yang terbaca pada alat light meter 23, 26, 28 lux atau lebih tinggi maka keluaran modul sensor LDR LM393 yang otomatis terbaca di Raspberry Pi adalah high atau 1 dengan tegangan keluaran stabil di 4,8 volt. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul sensor LDR LM393 yang digunakan dalam penelitian ini dalam kondisi baik sebagai alat keamanan pendeteksi cahaya tidak wajar pada gedung burung walet.

3.5. Pengujian Modul Sensor Getaran SW-420

Ini merupakan contoh sub-bab kedua. Isinya dapat disesuaikan dengan kebutuhan

Pengujian Modul sensor Getaran SW-420 dilakukan dengan mengatur potensiometer yang ada pada modul sensor agar sinyal keluaran sensor tetap pada kondisi awal menyala atau kondisi normal ketika getaran tidak dapat menyebabkan kerusakan dan mengeluarkan sinyal tidak normal karena getaran dapat menimbulkan kerusakan pada dinding gedung berdasarkan nilai baku kategori getaran. Modul sensor SW-420 yang digunakan berjenis *normally low*, dimana sinyal keluaran modul sensor pada kondisi awal dinyalakan sama dengan ketika modul sensor tidak mendeteksi adalah mengeluarkan sinyal *Low* dan akan mengeluarkan sinyal keluaran *High* ketika kondisi tidak normal. Pada saat pengujian yang dilakukan di laboratorium, keluaran modul sensor getaran SW-420 diatur untuk mengeluarkan sinyal keluaran *high* ketika diberikan getaran kuat yang masuk kategori dapat menimbulkan kerusakan dinding dan ketika getaran lemah atau tidak dapat merusak dinding maka modul sensor akan tetap pada kondisi awal yaitu mengeluarkan sinyal *low* seperti yang ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Pengujian modul sensor getaran SW-420

No.	Skenario pengujian getaran	Modul Sensor Getar (High/Low)	Tegangan (Vdc)
1	Tidak ada Getaran	Low	1,20
2	Ada Getaran	High	4,61

Berdasarkan pengujian modul sensor getaran SW-420 didapatkan data pengujian ketika sensor tidak mendeteksi getaran karena tidak ada getaran atau getaran hanya getaran lemah yang tidak merusak, maka modul sensor getaran SW-420 mengeluarkan sinyal normal berupa tegangan listrik 1,2 volt yang kemudian otomatis dibaca Raspberry Pi sebagai sinyal Low atau 0. Ketika modul sensor SW-420 diberikan getaran kategori C yang dapat merusak

sesuai pada tabel nilai baku getaran, maka tegangan keluaran sensor adalah 4,61 volt yang kemudian otomatis dibaca Raspberry Pi sebagai sinyal High atau 1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul sensor getaran SW-420 yang digunakan dalam kondisi baik sebagai alat keamanan pendeteksi getaran pada gedung burung walet.

3.6. Pengujian Modul Sensor PIR HC-SR501

Pengujian Modul sensor PIR HC-SR501 dilakukan dengan mengatur potensiometer yang mengatur delay pada posisi terendah agar sensor cepat saat mendeteksi perubahan panas, dan untuk potensiometer yang mengatur sensitifitas pada posisi dimana sensor mendeteksi panas dari tubuh manusia. sensor PIR HC-SR501 yang digunakan berjenis normally high, dimana sinyal keluaran modul sensor pada kondisi awal dinyalakan sama dengan ketika modul sensor tidak mendeteksi adalah mengeluarkan sinyal high dan akan mengeluarkan sinyal keluaran low ketika kondisi tidak normal karena terdeteksi panas tubuh. Pada saat pengujian yang dilakukan di laboratorium dilakukan pengujian kemampuan sensor untuk mendeteksi panas tubuh manusia pada jarak tertentu dengan rincian keluaran modul sensor PIR HC-SR501 ditampilkan pada Tabel 8.

Berdasarkan dari pengujian modul sensor PIR HC-SR501 didapatkan data hasil pengujian ketika didepan sensor tidak ada objek manusia atau jarak objek manusia lebih dari 700 cm maka modul sensor mengeluarkan sinyal berupa tegangan listrik 4,830 vdc yang kemudian otomatis dibaca Raspberry Pi sebagai sinyal high dan ketika pada jarak 30 cm, 100 cm, 200 cm, 400 cm, dan 600 cm didepan modul sensor ada objek manusia maka tegangan keluaran sensor adalah 1,66 volt yang kemudian otomatis dibaca Raspberry Pi sebagai sinyal low. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul sensor PIR HC-SR501 ini dalam kondisi baik sesuai fungsinya dan dapat digunakan sebagai alat keamanan pendeteksi adanya gerakan

Tabel 8. Pengujian modul sensor PIR HC-SR501

No.	Terhalang Pada Jarak (cm)	Modul Sensor PIR (High/Low)	Tegangan (Vdc)
1	Tidak Terhalang	High	4.830
2	30	low	1.667
3	100	low	1.666
4	200	low	1.667
5	400	low	1.667
6	600	low	1.667
7	≥700	High	4,83

3.7. Hasil Pengujian Cek Data Keamanan

Pengujian data keamanan ini merupakan uji skenario yang dilakukan untuk memastikan aksi keluaran terhadap masukan dari ketiga buah sensor keamanan sesuai dengan pemrograman cek data sensor keamanan. Adapun nilai keamanan dalam kondisi aman ketika semua data sensor keamanan

adalah wajar atau dalam sinyal *low* atau 0 dan kondisi keamanan akan dinyatakan tidak aman ketika satu saja dari sensor keamanan mengeluarkan data tidak wajar atau sinyal *high* atau 1. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 9. Berdasarkan pengujian didapatkan hasil perbandingan yang menyatakan bahwa semua pengujian skenario masukan sudah sesuai yang diharapkan pada pemrograman cek data keamanan, maka dapat disimpulkan bahwa pemrograman cek data keamanan berjalan dengan baik sesuai perancangan untuk menentukan kondisi keamanan aman atau tidak aman.

3.8. Hasil Pengujian log data web

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan ulang situs web dapat bekerja dengan baik dan memastikan tidak ada perbedaan antara data pada Raspberry Pi dengan data yang ditampilkan halaman situs web.

Hasil pengujian ini terdiri dari tabel berkas hasil pencatatan log atau *logging file* di Raspberry Pi dan tabel halaman monitoring dan halaman keamanan situs web. Pengujian ini dimulai dengan kirim data oleh Raspberry Pi sebanyak 5 kali yang dapat dilihat pada Tabel 10. Pengujian Pencatatan log data web.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 10. diketahui bahwa situs web yang dibuat dapat terhubung untuk menerima data dari program di Raspberry Pi. Data yang diterima situs web sudah sesuai atau sama dengan data pada berkas log data.

Tabel 9. Pengujian cek data keamanan

Skenario aksi/data masukan			Keluaran yang diharapkan	Keluaran yang didapatkan	Ket
Cahaya	Getar	Infra merah			
0	0	0	aman	aman	[√] sesuai
1	0	0	tidak aman	tidak aman	[] tidak sesuai
0	1	0	tidak aman	tidak aman	[√] sesuai
0	0	1	tidak aman	tidak aman	[] tidak sesuai
1	1	0	tidak aman	tidak aman	[√] sesuai

- of Ornithology 2019 160:3, vol. 160, no. 3, pp. 841–860, Apr. 2019, doi: 10.1007/S10336-019-01657-8.
- [6] R. A. Aristyo, “Rancang bangun sistem keamanan kendaraan bermotor berbasis iot dengan menggunakan modul nodemcu dan aplikasi android blynk,” *Jurnal DISPROTEK*, vol. 12, no. 1, pp. 14–24, Jun. 2021, doi: 10.34001/JDPT.V12I1.1700.
- [7] F. A. Trisetio, V. Suryani, and R. Yasirandi, “Implementasi Solenoid Dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth Dan Gsm Berbasis Mikrokontroler,” *eProceedings of Engineering*, vol. 8, no. 2, 2021.
- [8] I. Ariyani, “Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu Kelembaban dan Cahaya Pada Rumah Walet Berbasis Mikrokontroler,” *Fakultas Sains dan Teknologi, Makassar*, 2018.
- [9] E. S. Subandi, A. F. S. Rahman, and A. A. B, “Sistem pengatur suhu dan kelembaban sarang burung walet menggunakan arduino nano,” *Jurnal Teknik Elektro Uniba*, vol. 3, no. 2, pp. 13–18, 2019.
- [10] B. Septian and F. Arkan, “FREERTOS Based Air Quality Monitoring System Using Secure Internet of Things,” *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, vol. 3, no. 1, pp. 147–153, 2022, doi: 10.20884/1.jutif.2022.3.1.172.
- [11] M. Fachrurrozy, A. N. Aziz, and Hartono, “Otomatisasi Tracking Panel Surya Berbasis Arduino Uno dalam Penggunaan Energi Alternatif,” *Jurnal Teras Fisika*, vol. 2, no. 1, pp. 22–33, Feb. 2019, doi: 10.20884/1.jtf.2019.2.1.1369.
- [12] E. Limbong, “Pengontrol Tirai Jendela Menggunakan Sensor Bh1750 Berbasis Arduino Uno,” *Medan*, 2018.
- [13] D. Meidiasha, M. Rif’an, and M. Subekti, “Alat Pengukur Getaran, Suara dan Suhu Motor Induksi Tiga Fasa Sebagai Indikasi Kerusakan Motor Induksi Berbasis Arduino,” in *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*, vol. 5, no. 1, DKI Jakarta, 2020, pp. 27–31. doi: <https://doi.org/10.21009/JEVET.0051.05>.
- [14] B. Sokhi and E. A. Kadir, “Sistem Keamanan Rumah Walet Menggunakan Sensor Cahaya dan Sensor Getaran Diintegrasi Dengan SMS Notifikasi,” *IT Journal Research and Development (ITJRD)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2019, doi: 10.25299/itjrd.2019.vol3(1).xxxx.
- [15] M. Irsyam and P. Sadarsyah, “Perancangan Alat Pendeteksi Kelayakan Oli pada Kendaraan Sepeda Motor Berbasis Arduino Uno ATMEGA328,” *Sigma Teknika*, vol. 2, no. 2, pp. 179–191, 2019.
- [16] P. R. Amalia and A. N. Tompunu, “Penggunaan Sensor PIR (Passive Infra Red) HC-SR501 Sebagai Sistem Keamanan Berbasis Raspberry Pi,” *Jurnal Teknika*, vol. 12, no. 1, pp. 23–30, 2018.
- [17] Handson Technology, “Channel 5V Optical Isolated Relay Module,” 2021.
- [18] Bosch Sensortec, “BME280 Combined Humidity and Pressure Sensor,” 2020.
- [19] R. N. N. Azhiim, A. Martono Dwi, and Koesmarijanto, “Implementasi Sistem Monitoring Hvac Ruang Server Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Web (Studi Kasus Pada Pt. Rahajasa Media Internet Surabaya),” vol. 9, no. 2, pp. 2407–0807, 2019.
- [20] M. A. Maricar, “Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ,” *Jurnal Sistem dan Informatika*, vol. 13, no. 2, pp. 36–45, 2019.
- [21] F. S. Harahap, “Analisa Pengujian Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Wilayah Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network,” *Medan*, 2020..