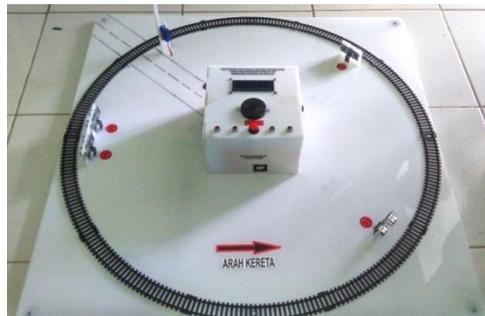




**MODEL NOTIFIKASI SISTEM PERINGATAN PADA PERLINTASAN
KERETA API BERBASIS MIKROKONTROLER**

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



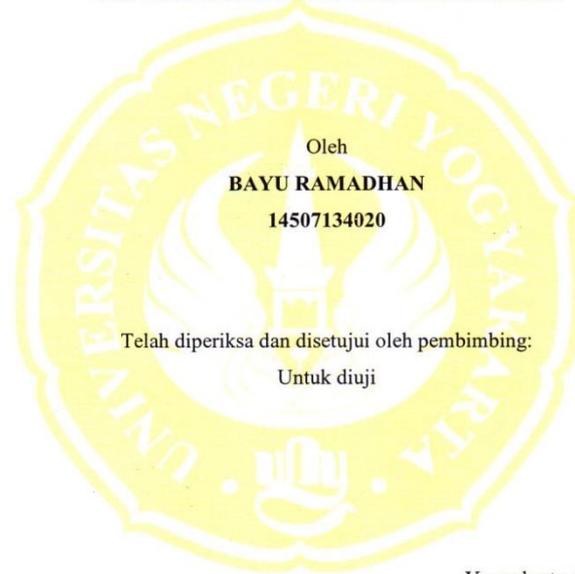
**OLEH:
BAYU RAMADHAN
NIM. 14507134020**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

PROYEK AKHIR

**MODEL NOTIFIKASI SISTEM PERINGATAN PADA PERLINTASAN
KERETA API BERBASIS MIKROKONTROLER**



Oleh
BAYU RAMADHAN
14507134020

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing:
Untuk diuji

Yogyakarta, 24 Juli 2017

Mengetahui,
Kaprosdi Teknik Elektronika

Menyetujui,
Pembimbing Proyek Akhir



Dr. Sri Waluyanti, M.Pd.
NIP. 19581218 198603 2 001



Dr. Sri Waluyanti, M.Pd.
NIP. 19581218 198603 2 001

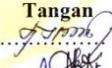
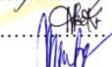
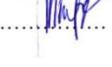
LEMBAR PENGESAHAN
PROYEK AKHIR
MODEL NOTIFIKASI SISTEM PERINGATAN PADA PERLINTASAN
KERETA API BERBASIS MIKROKONTROLER

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

BAYU RAMADHAN
14507134020

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Proyek Akhir
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Pada tanggal 01 Agustus 2017
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar
Ahli Madya Teknik

Dewan Penguji

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Sri Waluyanti, M.Pd.	Ketua Penguji		2-8-2017
Bekti Wulandari, M.Pd.	Sekretaris Penguji		9-8-2017
Muhammad Munir, M.Pd.	Penguji		7-8-2017

Yogyakarta, 01 Agustus 2017

Dekan Fakultas Teknik UNY


Dr. Widarto, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001 

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bayu Ramadhan
NIM : 14507134020
Program Studi : Teknik Elektronika D3
Judul Proyek Akhir : Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada
Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 01 Juli 2017

Yang Menyatakan,



Bayu Ramadhan
NIM. 14507134020

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Proyek Akhir ini penulis persembahkan pada :

1. Bapak dan Ibuku yang telah merawat dan membesarkanku dengan penuh kasih sayang serta selalu senantiasa berdoa agar kelak anaknya menjadi orang yang sukses.
2. Kakak dan Adikku yang telah menjadi teman bercanda ketika di rumah.
3. Tanteuku yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun material sehingga saya dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini dengan lancar.

MOTTO

- MAN JADDA WAJADA -

"Barang siapa yang bersungguh-sungguh pasti dia akan mendapatkannya"

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri"

(QS. Ar-Ra'd : 11)

"Allah tidak akan membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

(QS. Al-Baqarah : 286)

"Jika kalian berbuat baik, sesungguhnya kalian berbuat baik bagi diri kalian sendiri"

(QS. Al-Isra : 7)

MODEL NOTIFIKASI SISTEM PERINGATAN PADA PERLINTASAN KERETA API BERBASIS MIKROKONTROLER

Oleh : Bayu Ramadhan

NIM : 14507134020

ABSTRAK

Pembuatan proyek akhir ini bertujuan untuk merealisasikan rancangan rangkaian perangkat keras dan perangkat lunak serta mengetahui unjuk kerja dari suatu Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler. Alat ini berfungsi untuk mengurangi tingkat terjadinya kecelakaan di perlintasan kereta api dan mempermudah petugas yang berjaga maupun pengendara yang akan melintas.

Prinsip kerja pada prototipe ini ada 2 yaitu otomatis dan manual. Ketika input sensor 1, sensor 2, sensor 3 dan sensor 4 mendeteksi kereta dan diproses pada mikrokontroler arduino uno untuk menjadi sebuah bentuk keputusan. Selanjutnya dari perintah yang telah diproses oleh arduino uno, maka arduino uno akan melakukan beberapa keputusan seperti menyalakan LED, Buzzer, menampilkan tulisan pada LCD 16x2, menghitung kecepatan kereta, waktu kedatangannya dan menggerakkan servo serta *push button* yang berfungsi sebagai tombol manual untuk mengontrol servo apabila terjadi sistem yang *error* di otomatisnya. Adapun metode yang digunakan pada pembuatan alat ini adalah metode rancang bangun yang terdiri dari (1) Analisis kebutuhan, (2) Identifikasi kebutuhan, (3) Perancangan perangkat keras, (4) Pembuatan alat dan (5) Pengujian alat.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa unjuk kerja Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler secara keseluruhan telah berfungsi dengan baik dan bekerja 100% sesuai dengan yang diharapkan, yaitu rangkaian catu daya yang stabil, sensor ultrasonik dapat mendeteksi kereta, LED dapat menyala, buzzer dapat mengeluarkan suara, tombol manual dapat menggerakkan servo dan LCD dapat menampilkan sebuah informasi peringatan.

Kata kunci : *Model , Arduino Uno, Sensor Ultrasonik, Perlintasan Kereta Api*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-nya, sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "**Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler**". Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai syarat kelulusan pada program studi Teknik Elektronika D3 Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak akan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr.Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Dr. Fatchul Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Dr. Sri Waluyanti, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta dan selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
4. Seluruh Dosen dan Karyawan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Seluruh Tim Program Percepatan Tugas Akhir yang telah memberikan motivasi, semangat, bantuan dan bimbingannya.

6. Rekan-rekan sahabat kelas B Teknik Elektronika 2014 yang telah memberikan dukungan dan semangat selama di perkuliahan ini.

Akhirnya disadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Sehingga saran dan kritik sangat diperlukan demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini. Begitu juga semoga dalam penyusunan Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi bagi semua pihak.

Yogyakarta, 01 Juli 2017

Bayu Ramadhan

DAFTAR ISI

	Halaman
PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH.....	2
C. BATASAN MASALAH	3
D. RUMUSAN MASALAH.....	3
E. TUJUAN	3
F. MANFAAT	4
G. KEASLIAN GAGASAN	4
BAB II. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	6
A. Angkutan Kereta Api	6
B. Notifikasi Sistem Peringatan.....	7
C. Sistem Kendali	8
D. Arduino Uno	9
1. Arduino Uno	10
2. Pin Input dan Output	12
3. Sumber Daya dan Pin Tegangan	13
4. Peta Memori	14

5. Memori Program	14
6. Memori Data	15
7. Memori Data EEPROM	16
E. Sensor Ultrasonik	16
F. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	19
G. <i>Light Emitting Diode</i> (LED)	21
H. Buzzer	22
I. Motor Servo	22
BAB III. KONSEP RANCANGAN	25
A. Identifikasi Kebutuhan	25
B. Analisis Kebutuhan	26
C. Blok Diagram Rangkaian	27
D. Perancangan Sistem	30
E. Langkah Pembuatan Alat	34
F. Perangkat Lunak.....	39
G. Spesifikasi Alat	44
H. Pengujian Alat.....	46
I. Tabel Uji Alat.....	46
J. Pengoperasian Alat.....	50
BAB IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	51
A. Pengujian.....	51
B. Pembahasan.....	57
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Blok diagram arduino board.....	10
Gambar 2. Diagram arduino uno.....	11
Gambar 3. Peta memori program ATmega328	15
Gambar 4. Peta memori data ATmega328.....	16
Gambar 5. Sensor ultrasonik	17
Gambar 6. Cara kerja sensor ultrasonik	18
Gambar 7. LCD 2x16.....	19
Gambar 8. LED	21
Gambar 9. Buzzer.....	22
Gambar 10. Motor servo	23
Gambar 11. Sistem mekanik motor servo	24
Gambar 12. Blok diagram rangkaian	27
Gambar 13. Flowchart kerja.....	29
Gambar 14. Rangkaian catu daya.....	30
Gambar 15. Mikrokontroler arduino uno	32
Gambar 16. Rangkaian prototipe	33
Gambar 17. Rangkaian kendali kecepatan	33
Gambar 18. Rangkaian switch	34
Gambar 19. Desain box controller	37
Gambar 20. Desain sensor ultrasonik	38
Gambar 21. Desain servo dan palang.....	38
Gambar 22. Desain penyangga prototipe	39
Gambar 23. Setting board arduino	40
Gambar 24. Setting port arduino.....	40
Gambar 25. Proses program arduino.....	41
Gambar 26. Flowchart program	44
Gambar 27. Pengukuran jarak sensor dengan manual	56
Gambar 28. Pengukuran sudut secara program dan manual	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Kecelakaan Perkeretaapian	2
Tabel 2. Spesifikasi Perbedaan	5
Tabel 3. Konfigurasi Pin LCD	20
Tabel 4. Uji Sistem Prototipe	47
Tabel 5. Uji Sistem Waktu	47
Tabel 6. Uji Sistem Kecepatan.....	48
Tabel 7. Uji Tegangan Catu Daya.....	48
Tabel 8. Uji Tegangan Mikrokontroler	48
Tabel 9. Uji Sensor Ultrasonik.....	49
Tabel 10. Uji Sudut Servo.....	49
Tabel 11. Hasil Pengujian Sistem Prototipe.....	51
Tabel 12. Hasil Pengujian Sistem Waktu.....	52
Tabel 13. Hasil Pengujian Sistem Kecepatan	53
Tabel 14. Hasil Pengujian Tegangan Catu Daya	54
Tabel 15. Hasil Pengujian Tegangan Mikrokontroler.....	55
Tabel 16. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik	55
Tabel 17. Hasil Pengujian Sudut Servo	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Datasheet Arduino Uno	65
Lampiran 2. Datasheet Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	69
Lampiran 3. Datasheet LCD 16x2	72
Lampiran 4. Datasheet Servo SG90.....	74
Lampiran 5. Layout PCB	76
Lampiran 6. Desain Akrilik	77
Lampiran 7. Rangkaian Catu Daya	79
Lampiran 8. Rangkaian Prototipe	79
Lampiran 9. Syntax Program	80
Lampiran 10. Hasil Pengujian.....	86

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Seiring berkembangnya zaman, kereta api merupakan salah satu angkutan massal yang sangat diminati oleh masyarakat. Jaringan rel antar kota sangat mendukung keberadaan kereta api sebagai salah satu jenis angkutan yang efektif dan efisien. Orang dapat bergerak dengan mudah dari satu kota ke kota lain, bahkan di kota-kota besar menggunakan kereta api. Saat ini, angkutan kereta api di Indonesia masih manual dan diselenggarakan oleh operator tunggal, yakni PT. Kereta Api. Semakin meningkatnya jumlah pengguna kereta api, maka PT. Kereta Api dituntut untuk lebih meningkatkan keselamatan, ketepatan waktu, kemudahan pelayanan dan kenyamanan. Gangguan perjalanan kereta api dapat disebabkan kereta api keluar dari rel maupun kecelakaan pada pintu perlintasan, yaitu kecelakaan kereta api dengan pengguna jalan umum yang melintasi rel kereta api.

Penyebab terjadinya kecelakaan adalah tidak adanya pintu perlintasan, kegagalan pintu menutup saat dibutuhkan dan kelalaian petugas untuk melakukan penutupan. Hal ini menimbulkan banyak korban jiwa. Begitu juga saat terjadi musibah gempa dan banjir yang mengakibatkan bantalan rel mengalami keretakan sehingga dapat dengan mudah lepas. Untuk mengurangi kecelakaan lalu lintas pada lintasan rel kereta api perlu kiranya setiap lintasan diberi pintu lintasan. Sistem pintu lintasan rel kereta api yang ada di Indonesia pada umumnya masih digerakkan secara sederhana menggunakan switch dan dioperasikan oleh petugas disetiap pintu perlintasan. Berikut ini tabel data kecelakaan perkeretaapian.

Tabel 1. Data Kecelakaan Perkeretapian

No.	Th.	Jumlah Kecelakaan	Jenis Kecelakaan			Korban Jiwa	
			Tumburan Antar KA	Anjlokkan/Terguling	Lain-lain	Meninggal	Luka-luka
1	2010	10	2	8	0	42	125
2	2011	1	1	0	0	5	35
3	2012	3	1	2	0	4	42
4	2013	2	0	1	1	0	0
5	2014	6	1	4	1	3	10
6	2015	7	4	3	0	0	28
7	2016 (Okt)	6	0	6	0	1	0
Total		35	9	24	2	55	240

(*knkt.dephub.go.id*)

Melihat dari permasalahan yang ada maka penulis mempunyai gagasan pembuatan pengendalian pintu palang kereta api otomatis yang masih sebatas model yang nantinya akan diaplikasikan disetiap pintu perlintasan kereta api guna mempermudah dalam pengoperasian dan mampu memberikan keamanan bagi setiap pengendara yang akan melewati perlintasan kereta api. Apakah prototipe ini dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan masih perlu di realisasikan dan diuji kinerjanya.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, terdapat beberapa permasalahan yang berisiko kecelakaan yaitu:

1. Tidak semua terdapat palang pintu disetiap perlintasan kereta api.
2. Kegagalan perpindahan perlintasan rel kereta karena kurangnya perawatan.
3. Kerusakan bantalan rel kereta api pada lintasan yang disebabkan oleh bencana alam.
4. Tidak semua sistem perlintasan kereta api dilengkapi dengan sistem peringatan.

C. BATASAN MASALAH

Berdasarkan pada pokok permasalahan yang diuraikan pada latar belakang dan identifikasi masalah diatas, masalah dibatasi pada tidak adanya palang kereta api yang tidak dilengkapi dengan sistem peringatan. Untuk itu dalam penulisan ini akan dilakukan perancangan dan realisasi Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler. Lebih spesifik lagi model dibangun dengan komponen utama:

1. Arduino uno sebagai alat kendali dan dilengkapi modul motor servo sebagai alat penggerak,
2. perancangan software menggunakan software Arduino uno yang berbasis bahasa C.

D. RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana proses perancangan Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler ?
2. Bagaimana merealisasikan rancangan Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler ?
3. Bagaimana unjuk kerja sistem pada Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler ?

E. TUJUAN

1. Merealisasikan rancangan Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler.
2. Merealisasikan suatu Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler.

3. Menguji unjuk kerja Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler.

E. MANFAAT

1. Bagi Mahasiswa

- a. Sebagai tolak ukur individual dalam mengimplementasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh dari bangku kuliah ke dalam kehidupan sehari-hari dalam bentuk suatu model.
- b. Mendapat pengalaman untuk merealisasikan suatu Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler.
- c. Dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran dan penambah wawasan tentang membuat Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler, serta sebagai penelitian untuk pengembangan selanjutnya.
- d. Sebagai bentuk kontribusi terhadap universitas dan pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk suatu karya yang bermanfaat.

2. Bagi Prodi Teknik Elektronika

1. Sebagai parameter kualitas ilmu yang diperoleh untuk lulusan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Sebagai referensi untuk mahasiswa angkatan selanjutnya tentang tugas akhir yang akan dibuat.

F. KEASLIAN GAGASAN

Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler ini dibuat oleh penulis dengan harapan dapat membantu PT. KAI

khususnya dalam hal memberikan sebuah keamanan dan keselamatan kepada pengendara yang akan melewati sebuah perlintasan. Adapun alat yang hampir sama dengan tugas akhir ini adalah Palang Pintu Kereta Otomatis Dengan Indikator Suara Sebagai Peringatan Dini Berbasis Mikrokontroller AT89S51 yang dikerjakan oleh Firmansyah dari Universitas Gunadarma pada tahun 2008. Pada pembuatan tugas akhir ini terdapat beberapa hal perbedaan dengan yang saya buat, diantaranya sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Perbedaan

Kategori	Palang pintu kereta otomatis dengan indikator suara sebagai peringatan dini berbasis mikrokontroler AT89C51 .	Model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api berbasis mikrokontroler
Sistem Kendali	Mikrokontroler AT89C51	Arduino Uno
Sistem Pendeteksi	2 sensor fototransistor	4 sensor ultrasonik
Sistem Peringatan	2 LED merah dan buzzer	2 LED merah, 2 LED hijau, buzzer dan LCD
Sistem Penggerak	motor stepper	motor servo
Sistem kerja	otomatis	otomatis dan manual
Keunggulan	- mendeteksi kereta satu jalur dengan 2 arah yang berbeda - menggunakan IC perekam suara	- menampilkan kecepatan dan waktu datang kereta - menampilkan informasi peringatan ke pengendara

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Angkutan Kereta Api

Transportasi darat mulai dikembangkan dengan teknologi penggerak (sarana) sederhana berupa roda, yang selanjutnya dihasilkan beberapa tipe dan ukuran. Sejalan dengan perkembangan teknologi automotif, metal, elektronik dan informatika, manusia berhasil memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia untuk menciptakan berbagai jenis moda angkutan dan lokomotif. Angkutan transportasi darat hingga saat ini dikembangkan dalam 2 jenis moda angkutan, yaitu moda angkutan jalan raya dan moda angkutan jalan rel/kereta api. Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api (UU No.23, 2007).

Perkeretaapian merupakan angkutan yang ramah lingkungan, dengan emisi gas buang kecil dan pengembangan teknologi kereta berbasis energi listrik, memungkinkan sebagai moda angkutan yang mampu menjawab masalah lingkungan hidup manusia di masa yang akan datang. Dapat dipergunakan sebagai pelayanan aktifitas khusus, karena daya angkut besar, dan memiliki jalur sendiri, sehingga perjalanan suatu aktifitas khusus dilaksanakan tanpa banyak memberi dampak sosial. Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api (UU No.23, 2007).

Angkutan kereta api adalah kegiatan pemindahan orang dan barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kereta api. (Keputusan Menteri Perhubungan tentang Jalur Kereta Api No.52, 2000) Pada awalnya istilah kereta api yang dikenal di Indonesia muncul karena pada masa lalu bahan bakar yang digunakan adalah batu bara atau kayu, sehingga pada saat kereta berjalan mengeluarkan kepulan asap dari cerobong selain itu terbawa pula percikan api yang cukup banyak (Warpani, 1990).

Perkembangan perkeretaapian terus berjalan termasuk dalam rancang bangun, teknologi komunikasi dan informasi, dan teknologi bahan. Hal ini membawa pula perkembangan sarana dan prasarana kereta api, misalnya kereta api super cepat, kereta api *monorail* (dengan satu rel), kereta api levitasi magnetik (*maglev*), kereta api pengangkut berat. Istilah kereta api hingga saat ini masih tetap digunakan, meskipun kereta api sekarang sudah modern dan tidak lagi menggunakan bahan bakar berupa batu bara atau kayu yang mengeluarkan api dari cerobong asap.

B. Notifikasi Sistem Peringatan

Menurut Satri (2006). Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*) merupakan serangkaian sistem atau alat yang berfungsi mengumpulkan informasi yang berguna untuk dijadikan sistem pengawasan. Peringatan ini pada umumnya merupakan tindakan memberikan informasi dengan bahasa yang mudah dicerna. Contohnya diwujudkan dalam bentuk alarm atau sirene. Alarm atau sirene hanya bentuk penyampaian informasi karena merupakan cara yang paling cepat. Harapannya agar orang merespon informasi tersebut dengan cepat dan tepat.

Kesigapan dan kecepatan reaksi orang diperlukan karena waktu yang sempit dari saat dikeluarkannya informasi dengan saat datangnya bencana. Kondisi kritis, waktu sempit, bencana besar dan penyelamatan orang-orang merupakan faktor-faktor yang membutuhkan peringatan dini. Semakin dini informasi yang disampaikan, semakin longgar waktu untuk meresponnya.

C. Sistem Kendali

Sistem kendali dapat dikatakan sebagai hubungan antara komponen yang membentuk sebuah konfigurasi sistem, yang akan menghasilkan tanggapan sistem yang diharapkan. Jadi harus ada yang dikendalikan, yang merupakan suatu sistem fisis, yang biasa disebut dengan kendalian (*plant*). Masukan dan keluaran merupakan variabel atau besaran fisis. Keluaran merupakan hal yang dihasilkan oleh sistem kendali, sedangkan masukan adalah yang mempengaruhi sistem kendali, yang mengatur keluaran. Kedua dimensi masukan dan keluaran tidak harus sama.

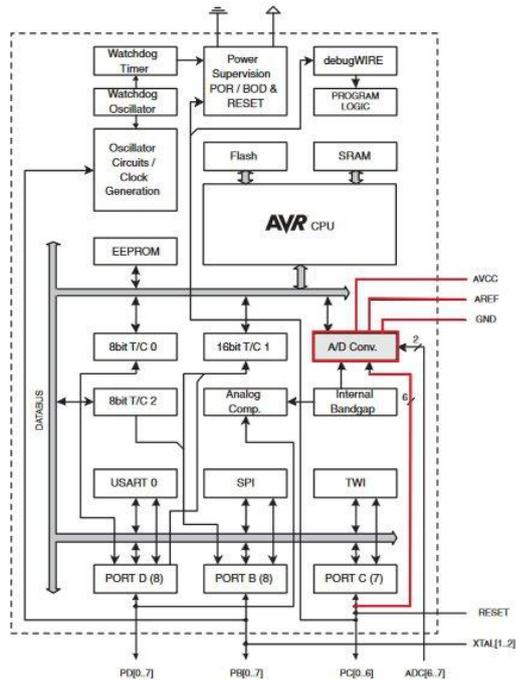
Pada sistem kendali dikenal sistem lup terbuka (*open loop system*) dan sistem lup tertutup (*closed loop system*). Sistem kendali lup terbuka atau umpan maju (*feed forward control*) umumnya menggunakan pengatur (*controller*) serta actuator kendali (*control actuator*) yang berguna untuk memperoleh respon sistem yang baik. Sistem kendali ini keluarannya tidak diperhitungkan ulang oleh kontroler. Suatu keadaan apakah plant benar-benar telah mencapai target seperti yang dikehendaki masukan atau referensi, tidak dapat mempengaruhi kinerja kontroler. Pada sistem kendali yang lain, yakni sistem kendali lup tertutup (*closed loop system*) memanfaatkan variabel yang sebanding dengan selisih respon yang

terjadi terhadap respon yang diinginkan. Sistem seperti ini juga sering dikenal dengan sistem kendali umpan balik. Aplikasi sistem umpan balik banyak dipergunakan untuk sistem kemudi kapal laut dan pesawat terbang. Pada perangkat sehari-hari yang juga menerapkan sistem kemudi kapal laut dan pesawat terbang, yaitu penyetelan temperature pada almari es, oven, tungku, dan pemanas air.

C. Arduino Uno

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 ditujukan bagi para inovator dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Nama Arduino adalah sebuah nama maskulin yang berarti teman yang kuat. *Platform* arduino terdiri dari arduino board, shield, bahasa pemrograman arduino, dan arduino development environment. Arduino board biasanya memiliki sebuah chip dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut turunannya. Blok diagram arduino board yang sudah disederhanakan dapat dilihat pada Gambar 1. Shield adalah sebuah papan yang dapat dipasang diatas arduino board untuk menambah kemampuan dari arduino board. Bahasa pemrograman arduino adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada arduino board. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa pemrograman C++.



Gambar 1. Blok diagram arduino board

<http://www.allaboutcircuits.com>

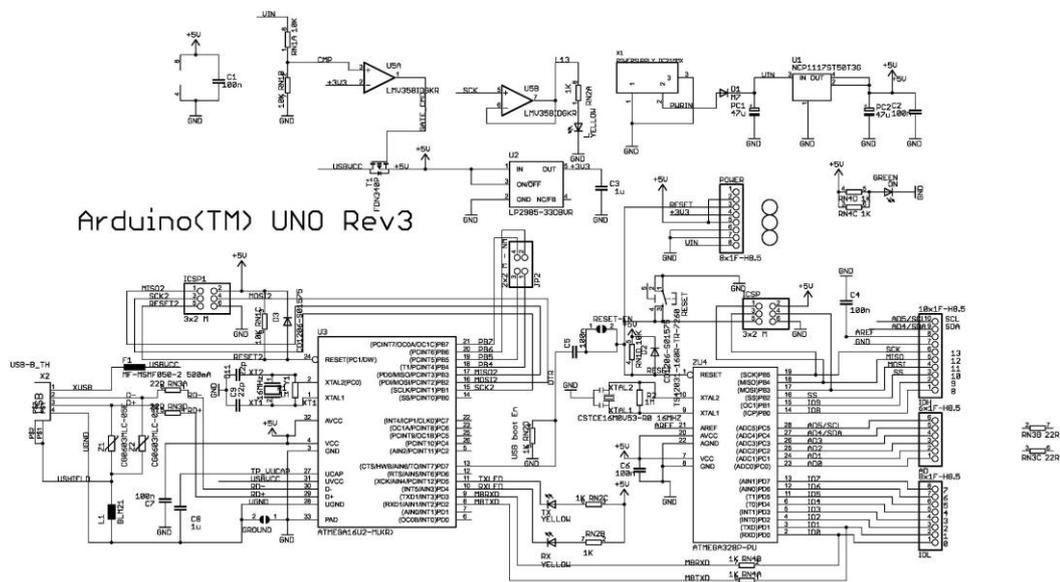
Arduino Development Environment adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan meng-compile program untuk arduino. Arduino Development Environment juga digunakan untuk meng-upload program yang sudah di-compile ke memori program arduino board.

1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator Kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol restart. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah computer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC

sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega328 yang diprogram sebagai USB-to-serial converter untuk komunikasi serial ke computer melalui port USB. Tampak atas dari arduino uno dapat dilihat pada gambar 1.

Adapun data teknis board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut : (1) Mikrokontroler dengan menggunakan chip ATmega328, (2) Tegangan operasi dengan output sebesar 5V, (3) Tegangan input yang direkomendasikan sebesar 7-12V, (4) Tegangan input yang sangat terbatas sebesar 6-20V, (5) Terdapat 14 pin I/O yang diantaranya 4 pin PWM: 3,5,6,9,10,11, (6) Terdapat 6 pin Analog Input dengan inisial A0-A5, (7) Setiap pin memiliki keluaran arus sebesar 40 mA, (8) Pada pin 3,3V memiliki arus DC sebesar 150 mA, (9) Flash memory pada arduino sebesar 32 KB dengan 0,5 KB digunakan sebagai bootloader, (10) SRAM sebesar 2 KB, (11) EEPROM sebesar 1 KB dan (12) memiliki kecepatan dalam memproses sebesar 16 Mhz.



Gambar 2. Diagram arduino uno

(<http://electrosome.com/arduino-uno.com>)

2. Pin Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi pin Mode, digital Write dan digital Read. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (diputus secara default) sebesar 20-30 KOhm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu :

- a. Komunikasi serial : pin 0 (Rx) dan pin 1 (Tx), digunakan untuk menerima (Rx) dan mengirim (Tx) data secara serial.
- b. External Interrupt : pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
- c. *Pulse width modulation* (PWM) : pin 3,5,6,9,10,11, pin ini menyediakan keluaran PWM 8bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
- d. *Serial Peripheral Interface* (SPI) : pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
- e. LED : pin 13, terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai LOW maka LED akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground 0V hingga 5V, walaupun begitu

dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan Wire library.

3. Sumber Daya dan Pin Tegangan

Arduino uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (*Universal Serial Bus*) atau melalui power supply eksternal. Jika arduino uno dihubungkan kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. Power supply external (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai.

Adaptor dapat dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dihubungkan ke baterai dimasukkan ke dalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor POWER.

Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 volt. Jika arduino diberi tegangan dibawah 7 volt, maka pin 5V akan menyediakan tegangan di bawah 5 volt dan arduino uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7 sampai 12 volt.

Pin-pin tegangan pada arduino uno adalah sebagai berikut:

- a. Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau

sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket power.

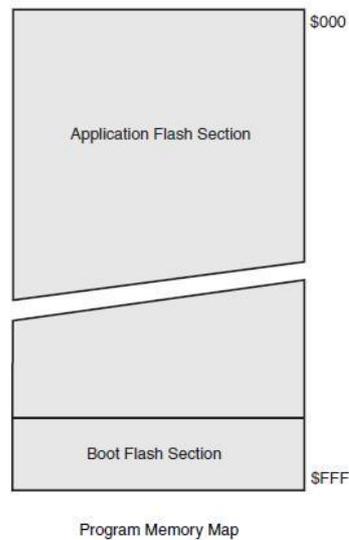
- b. 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
- c. 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
- d. GND adalah pin ground.

4. Peta Memori

Arduino uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328.

5. Memori program

ATmega328 memiliki 32Kb *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Memori flash dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian program bootloader dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar 3. Bootloader adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.

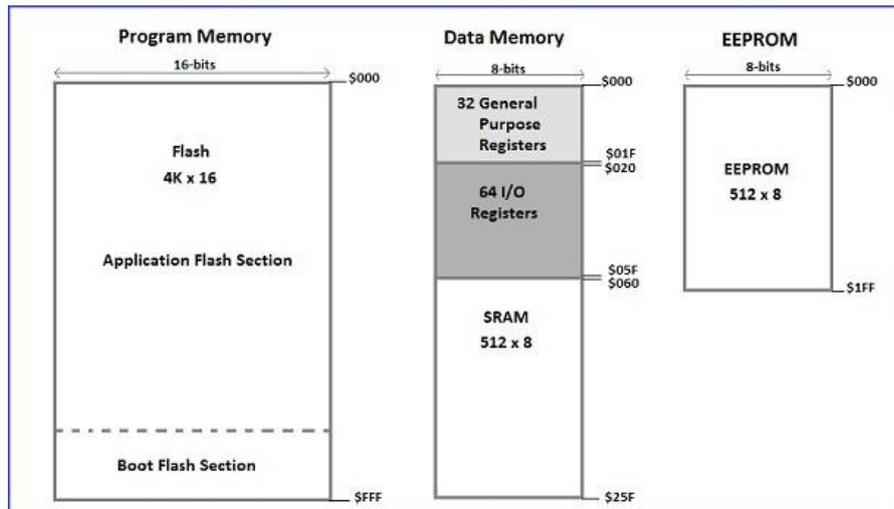


Gambar 3. Peta memori program ATmega328.

<http://pccontrol.files.wordpress.com>

6. Memori Data

Memori data ATmega328 terbagi menjadi 4 bagian, yaitu 32 lokasi untuk register I/O tambahan dan sisanya 2048 lokasi untuk data SRAM internal. Register umum menempati alamat data terbawah, yaitu 0x0000 sampai 0x001F. Register I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari 0x0020 hingga 0x005F. Register I/O tambahan menempati 160 alamat berikutnya mulai dari 0x0060 hingga 0x00FF. Sisa alamat berikutnya mulai dari 0x0100 hingga 0x08FF digunakan untuk SRAM internal. Peta memori data dari ATmega328 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta memori data ATmega328.

(<http://projectbandya.blogspot.co.id>)

7. Memori Data EEPROM

Arduino uno terdiri dari 1 Kbyte memori data EEPROM. Peta memori EEPROM data dapat ditulis/dibaca kembali ketika sumber daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM mulai tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat *nonvolatile*. Alamat EEPROM dimulai dari 0x000 hingga 0x3FF (Datasheet Arduino.2011).

D. Sensor Ultrasonik

Pada pembuatan tugas akhir ini menggunakan jenis sensor ultrasonik HC-SR04, yang mana mempunyai performa yang stabil dan akurasi yang tinggi serta harga yang murah. Secara pengaplikasian sensor ini sering dipakai untuk menentukan sebuah jarak benda maupun kecepatannya. Sensor ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Tegangan kerja sebesar 5V DC.
2. Arus sebesar 2mA.

3. Sudut efektif 15 derajat.
4. Jarak pengukuran 2 - 500 cm.
5. Resolusi 0.3 cm.
6. Terdapat 4 pin : VCC, Trig, Echo dan GND.

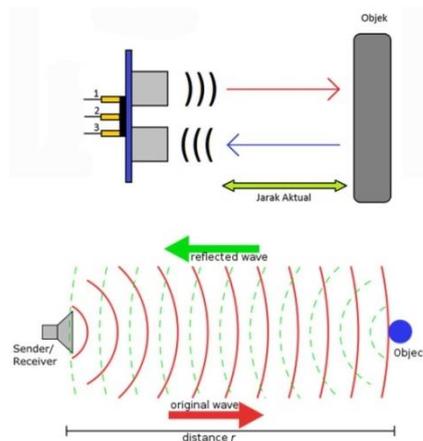
Sensor ultrasonik sendiri merupakan sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik). Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik dapat merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.



Gambar 5. Sensor ultrasonik

<http://www.elangsakti.com>

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dan target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



Gambar 6. Cara kerja sensor ultrasonik

(<http://www.elangsakti.com>)

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

1. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
2. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan

kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.

3. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus:

$$S = 340.t/2$$

dimana S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh *transmitter* dan waktu ketika gelombang pantul diterima *receiver*.

E. *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah *display* dari bahan cairan Kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matrik. LCD banyak digunakan sebagai display dari alat-alat elektronika seperti kalkulator, multimeter digital, jam digital dan sebagainya. LCD dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega16. LCD yang digunakan adalah LCD 2x16 karakter dengan lebar display 2 baris 16 kolom, yang mempunyai 16 pin konektor.



Gambar 7. LCD 2x16

(<http://bekoy.files.wordpress.com>)

Syahrul (2012:67) mengemukakan bahwa "modul LCD 16x2 sudah dilengkapi dengan kontroler yang memiliki dua register 8 bit yaitu register instruksi (IR) dan register data (DR)". IR menyimpan kode instruksi, seperti display clear, cursor shift dan informasi address untuk display data RAM (DDRAM) dan character generator (CGRAM).

Tabel 3. Konfigurasi pin LCD

Pin	Name	Level	Function
1	Vss	0V	Ground
2	Vdd	5V	Supply voltage for logic
3	V0	Variabel	Operating voltage for LCD
4	RS	H/L	H: Data, L: Instruksion Code
5	R/W	H/L	H:Read(MPU->Module),L:White(MPU->Module)
6	E	H,H>L	Chip enable signal
7	DB0	H/L	Data bit 0
8	DB1	H/L	Data bit 1
9	DB2	H/L	Data bit 2
10	DB3	H/L	Data bit 3
11	DB4	H/L	Data bit 4
12	DB5	H/L	Data bit 5
13	DB6	H/L	Data bit 6
14	DB7	H/L	Data bit 7
15	LED+	-	Anode of LED Backlight
16	LED-	-	Cathode of LED Backlight

Penampil LCD sangat membantu dalam memprogram karena tidak perlu menggunakan program *debug*. Diperlukan tampilan hasil perhitungan ke LCD untuk memudahkan pengamatan. LCD dapat digunakan untuk menampilkan hasil pengambilan data dari sensor, bahkan bisa digunakan untuk interaksi mikrokontroler dengan manusia.

F. *Light Emitting Diode (LED)*

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronik yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang digunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya.



Gambar 8. LED

(<http://www.goldmine-elec-products.com>)

LED merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu Kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). Proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias *forward* yaitu dari Anoda (A) menuju ke Katoda (K), kelebihan electron pada N-Type material berpindah ke wilayah yang kelebihan *Hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-

Type material). Saat elektron berjumpa dengan *Hole* akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna).

G. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan loud speaker, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik kedalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Pada gambar dibawah ini tampak bentuk dari *buzzer*.



Gambar 9. *Buzzer*

(<http://www.taydaelectronics.com>)

H. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear,

potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

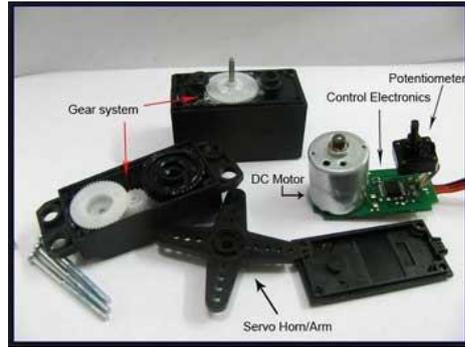
Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinu seperti motor DC maupun motor stepper. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat dimodifikasi agar bergerak kontinu. Pada robot, motor ini sering digunakan untuk bagian kaki, lengan atau bagian lain yang mempunyai gerakan terbatas dan membutuhkan torsi cukup besar. Motor servo mampu bekerja dua arah (*CW* dan *CCW*) dimana arah dan sudut pergerakan motornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.



Gambar 10. Motor servo

<http://belajararduino.com>

Motor Servo memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear yang dapat mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya. Sistem Mekanik Motor Servo tampak pada gambar 11.



Gambar 11. Sistem mekanik motor servo

(<http://adeputracenter.blogspot.co.id>)

Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki:

1. 3 jalur kabel: power, ground, dan control.
2. Sinyal control mengendalikan posisi.
3. Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum.
4. Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan feedback control.

BAB III

KONSEP RANCANGAN

A. Identifikasi Kebutuhan

Pada perancangan prototipe ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. User
 - a. Dibutuhkannya palang untuk pembatas antara perlintasan dengan pengendara.
 - b. Dibutuhkannya alarm untuk peringatan kepada pengendara ketika kereta datang.
 - c. Dibutuhkannya lampu merah sebagai peringatan berhenti kepada pengendara.
 - d. Dibutuhkannya lampu hijau sebagai peringatan berjalan kepada pengendara.
 - e. Dibutuhkannya media informasi sebagai peringatan kepada pengendara.
2. Komponen
 - a. Dibutuhkannya rangkaian prototipe untuk mendeteksi adanya kereta.
 - b. Dibutuhkannya mikrokontroler untuk mengendalikan sistem kerja prototipe.
 - c. Dibutuhkannya motor servo untuk penggerak.
 - d. Dibutuhkannya LED merah sebagai lampu indikator berhenti.
 - e. Dibutuhkannya LED hijau sebagai lampu indikator berjalan.
 - f. Dibutuhkannya buzzer sebagai alarm.
 - g. Dibutuhkannya power supply untuk mendukung kerja prototipe.
 - h. Dibutuhkannya LCD sebagai media penampil.

- i. Dibutuhkannya *button* sebagai tombol manual.
 - j. Dibutuhkannya sensor ultrasonik untuk mendeteksi.
3. Software
- a. Dibutuhkannya sebuah aplikasi Arduino Uno.

B. Analisis Kebutuhan

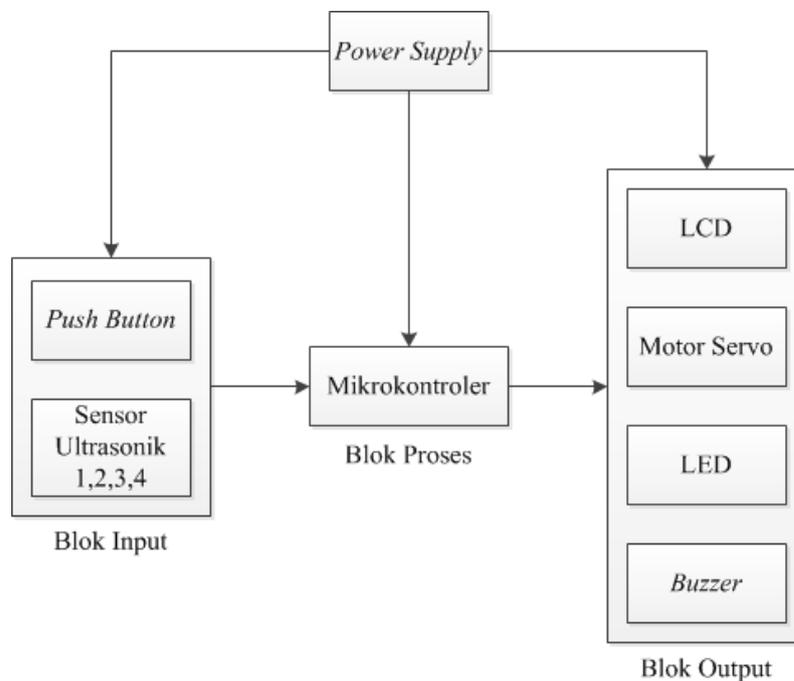
Berdasarkan analisis kebutuhan di atas, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan terhadap pembuatan prototipe yang akan dirancang.

1. Rangkaian prototipe yang berfungsi sebagai gambaran dari kerja suatu alat.
2. Mikrokontroler Arduino Uno yang berfungsi sebagai pengendali rangkaian prototipe. Pada mikrokontroler arduino terdapat jumlah pin yang tidak terlalu banyak sehingga pada pemakaian disesuaikan dengan kebutuhan yang ada serta fisik dari arduino yang tidak terlalu besar.
3. Motor Servo yang berfungsi untuk menggerakkan palang ketika kereta akan melintas. Pada motor servo disini memiliki spesifikasi yang diantaranya: bentuk fisik yang kecil dan membutuhkan tegangan yang tidak terlalu besar yaitu 5V serta pada gerakan servo yang sangat akurat.
4. Menggunakan 2 buah LED berwarna merah berukuran 5mm sebagai indikator peringatan kereta akan melintas.
5. Menggunakan 2 buah LED berwarna hijau berukuran 5mm sebagai indikator ketika kereta sudah melewati palang perlintasan.
6. Menggunakan buzzer sebagai sirene ketika kereta akan melintas. Pada buzzer disini memiliki tegangan sebesar 9-15V DC dengan ukuran 42x17mm dan

terbuat dari bahan plastik sehingga tidak mudah karatan ketika kena air. Jadi sangat cocok digunakan sebagai alarm ketika ditempatkan diluar ruangan.

7. Menggunakan button jenis On/Off sebagai tombol sistem manual yang mana untuk menggantikan sistem otomatis.
8. Menggunakan *Regulator Power Supply* dengan output DC +9V dari input 12V.
9. Menggunakan sebuah LCD 16x2 sebagai penampil informasi, kecepatan dan waktu kedatangan kereta.
10. Menggunakan 4 buah sensor sebagai pendeteksi kereta, kecepatan, dan waktu hitung kedatangan kereta saat akan melintas.
11. Menggunakan aplikasi arduino untuk memprogram pada prototipe, yang mana dengan menggunakan bahasa C.

C. Blok Diagram Rangkaian



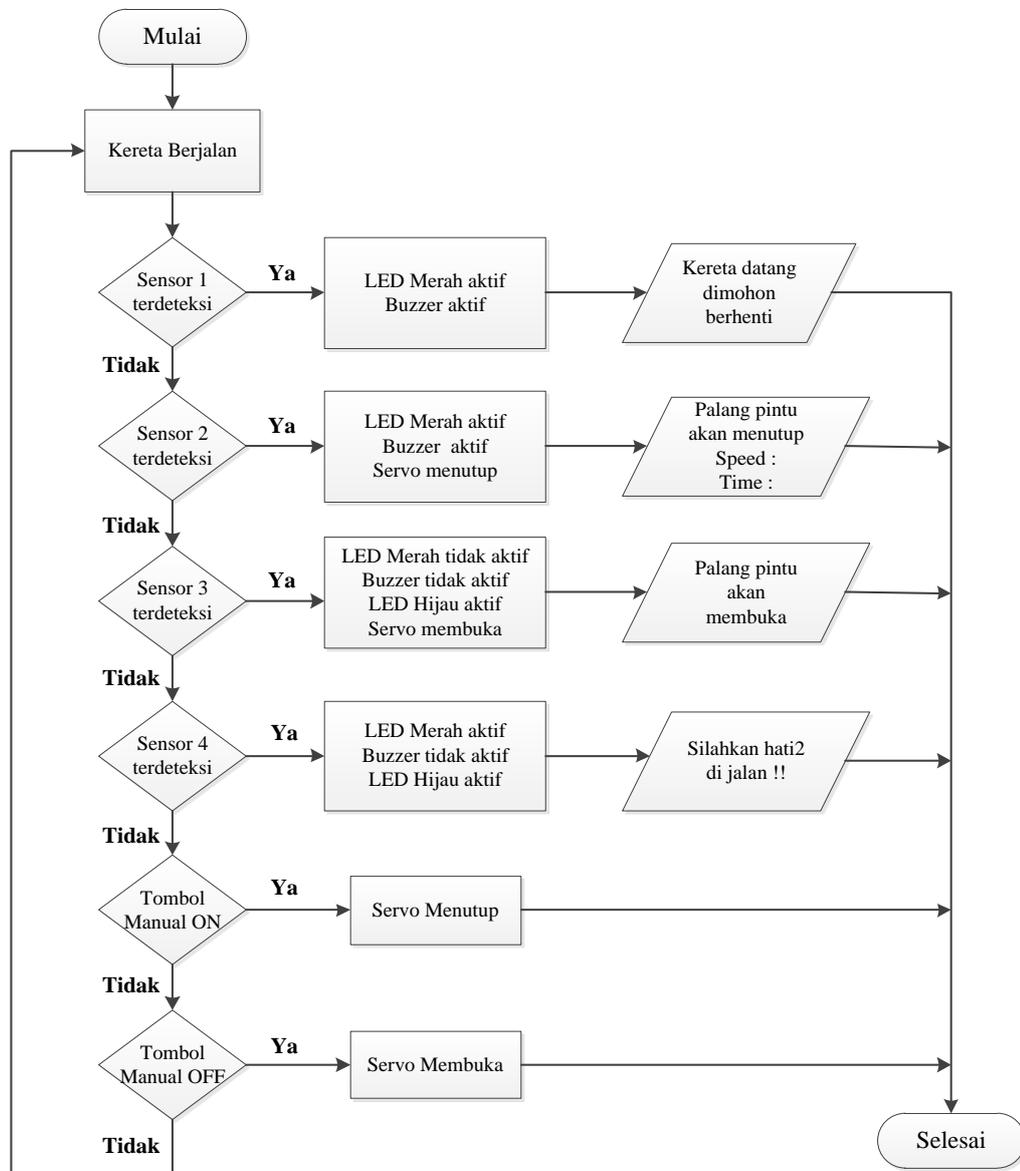
Gambar 12. Blok diagram rangkaian

Dapat dilihat pada Gambar 12 yaitu proses yang dilakukan pada model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api berbasis mikrokontroler.

1. Push button yang berfungsi sebagai tombol sistem manual.
2. Sensor ultrasonik 1,2,3,4 yang berfungsi untuk mendeteksi kedatangan kereta, kecepatan dan waktu kedatangan kereta.
3. Mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat pengolah data dan pusat pengendali sistem.
4. LCD yang berfungsi sebagai penampil informasi peringatan saat kereta akan melintas.
5. Motor servo yang berfungsi sebagai penggerak palang pintu perlintasan.
6. LED yang berfungsi sebagai indikator kedatangan kereta.
7. Buzzer yang berfungsi sebagai alarm.

Berdasarkan gambar 12 maka dapat dijelaskan bagaimana cara kerja dari model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api, yaitu ketika sensor ultrasonik 1 mendeteksi kereta maka LED merah, buzzer dan LCD akan aktif, selanjutnya ketika sensor ultrasonik 2 mendeteksi kereta maka LED merah, buzzer, servo dan LCD akan aktif, selanjutnya ketika sensor ultrasonik 3 mendeteksi kereta maka LED merah OFF, buzzer OFF, servo OFF, LED hijau dan LCD akan aktif, selanjutnya ketika sensor ultrasonik 4 mendeteksi kereta maka LED merah OFF, buzzer OFF, serta LED hijau dan LCD akan aktif, selanjutnya juga terdapat push button yang berguna sebagai sistem manual yang mana ketika ditekan ON maka servo akan menutup dan apabila ditekan OFF maka

akan membuka. Dari semua inputan tadi data akan masuk dan diolah melalui mikrokontroler arduino uno. Berikut merupakan flowchart dari alur kerjanya.



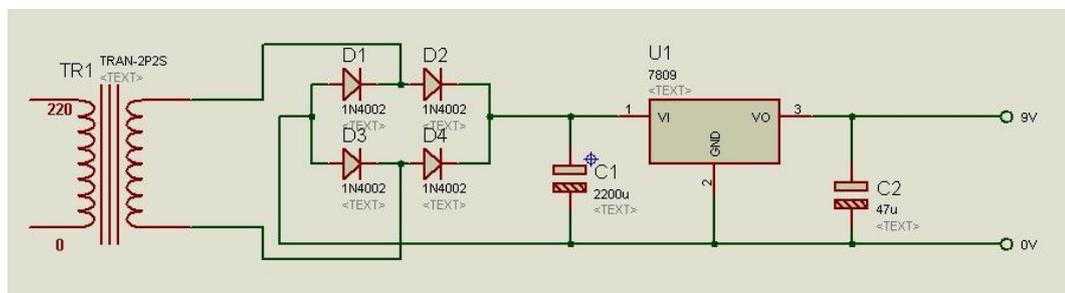
Gambar 13. Flowchart kerja

D. Perancangan Sistem

Perancangan model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api berbasis mikrokontroler ini terbagi dalam 5 blok yaitu blok rangkaian catu daya, blok rangkaian mikrokontroler arduino uno, blok rangkaian model, blok kendali kecepatan kereta dan blok switch.

1. Rangkaian catu daya

Sebuah rangkaian elektronika semestinya harus disupply oleh tegangan *Direct Current* (DC) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Oleh sebab itu dibuatlah sebuah rangkaian catu daya yang dapat mengubah tegangan AC dari PLN ke dalam tegangan DC yang telah diregulasi dengan baik agar apabila terjadi kenaikan atau penurunan tegangan dari PLN tidak mempengaruhi kinerja sistem model. Gambar rangkaian catu daya tersebut dapat dilihat pada gambar 14 seperti dibawah ini :



Gambar 14. Rangkaian catu daya

Gambar 14 terdiri dari 4 buah diode yang berfungsi sebagai bridge yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC ke tegangan DC, kemudian gelombang tegangan DC tersebut di haluskan oleh kapasitor. Terdapat 1 buah IC regulator 7809 yang berfungsi untuk mengeluarkan tegangan menjadi 9V .

2. Rangkaian mikrokontroler Arduino Uno

Rangkaian mikrokontroler arduino uno ini merupakan sebuah otak dari sistem kendali rangkaian pada prototipe. Rangkaian model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api ini menggunakan 17 pin yang ada pada mikrokontrolernya yang berfungsi sebagai berikut:

a. Port B

Port B digunakan sebagai input dari 3 buah sensor ultrasonik.

b. Port C

Port C digunakan sebagai output dari 2 buah LED merah dan 2 buah LED hijau.

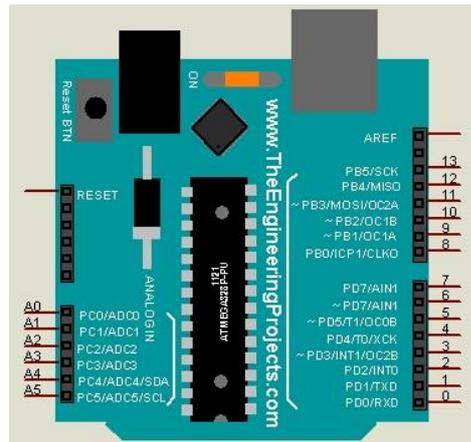
c. Port D

Port D digunakan sebagai input dari 1 sensor ultrasonik, 1 buah buzzer, 1 buah motor servo dan 1 buah push button yang digunakan untuk sistem manual.

d. Port SCL dan SDA

Port SCL dan SDA digunakan sebagai output dari LCD dengan menggunakan I2C.

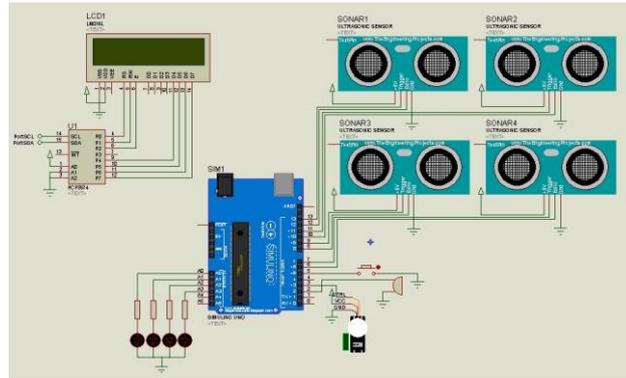
Dapat dilihat pada gambar 15 dibawah ini yaitu sistem minimum dari mikrokontroler arduino uno.



Gambar 15. Mikrokontroler arduino uno

3. Rangkaian model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api.

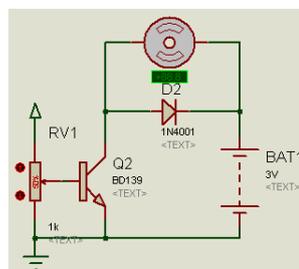
Rangkaian model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api ini menggunakan 4 buah sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi kereta, kecepatan dan waktu kedatangannya, selanjutnya 2 buah LED berwarna merah yang berfungsi untuk indikator ketika kereta akan melintas, selanjutnya 2 buah LED berwarna hijau yang berfungsi untuk indikator ketika kereta sudah melewati pintu perlintasan, selanjutnya 1 buah motor servo yang berfungsi sebagai penggerak dari palang pintu perlintasan, selanjutnya 1 buah buzzer yang berfungsi sebagai alarm peringatan, selanjutnya 1 buah push button yang berfungsi sebagai tombol penggerak palang ketika terjadi sistem yang *error* di otomatisnya dan 1 buah LCD yang berfungsi sebagai media penampil informasi.



Gambar 16. Rangkaian prototipe

4. Rangkaian kendali kecepatan pada kereta.

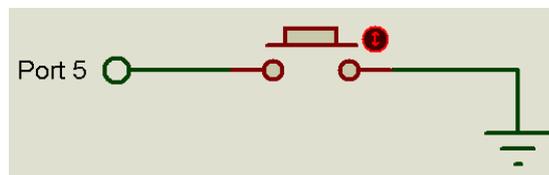
Rangkaian kendali kecepatan ini menggunakan 5 buah komponen yaitu baterai 1,5 V 2 buah yang mana berfungsi sebagai sumber daya pada kereta, potensiometer 1K yang mana berfungsi sebagai pengatur kecepatan, motor DC yang mana berfungsi sebagai penggerak roda kereta, dioda 1N4001 yang mana berfungsi sebagai penyearah arus dari baterai ke motor DC dan BD139 yang mana berfungsi sebagai driver motor. Rangkaian kendali kecepatan ini yang mana dari potensiometer kaki tengah dihubungkan dengan pin BD139 kaki 1, setelah itu masuk ke diode kaki + dari keluaran diode dihubungkan ke baterai kaki +. Selanjutnya untuk motor DC dihubungkan dengan BD139 dan baterai kaki + dengan melewati diode. Dapat dilihat pada gambar 17 dibawah ini yaitu rangkaian kendali kecepatan.



Gambar 17. Rangkaian kendali kecepatan

5. Rangkaian switch pada model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api.

Rangkaian switch pada prototipe ini menggunakan 1 buah komponen yaitu button yang berfungsi sebagai tombol ON/OFF yang mana rangkaian ini berfungsi sebagai tombol manual penggerak palang. Rangkaian switch ini yang mana kaki 1 dari button dihubungkan dengan port 5 pada mikrokontroler sedangkan kaki 2 dihubungkan dengan ground. Dapat dilihat pada gambar 18 dibawah ini yaitu rangkaian switch.



Gambar 18. Rangkaian switch

E. Langkah Pembuatan Alat

1. Pembuatan PCB untuk model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api berbasis mikrokontroler.

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan PCB diantaranya:

- a. Mempersiapkan gambar layout PCB yang telah dibuat di proteus.
- b. Print dan gunting layout bawah sesuai dengan ukuran.
- c. Mempersiapkan papan PCB.
- d. Mengukur kemudian memotong PCB.
- e. Memotong PCB sesuai dengan ukuran menggunakan mesin pemotong.
- f. Mengamplas PCB dengan stel wool sampai bersih. Pastikan tidak ada bercak jari pada PCB tersebut.

g. Menyablon PCB

1. Pasang glossy pada permukaan PCB dengan permukaan yang terdapat cetakan gambar menghadap sisi PCB polos yang terdapat lapisan tembaga.
 2. Siapkan setrika sampai dengan tingkat panas yang sedang. Setrika tidak boleh terlalu panas, karena bisa membakar cetakan yang terletak pada glossy.
 3. Lakukan penekanan yang kuat dan merata pada setiap bagian PCB.
 4. Setelah glossy melekat pada PCB, rendamlah PCB dalam air sampai kertas glossy terangkat dengan sendirinya. Hal ini dilakukan agar tidak merusak tinta yang sudah melekat pada PCB.
 5. Setelah selesai proses penyablonan, PCB siap untuk dilarutkan menggunakan FeCl_3 , sebelumnya pastikan tidak ada jalur yang terpotong. Jika ada jalur yang terpotong, dapat ditambal menggunakan spidol permanen.
- h. Taburkan FeCl_3 kedalam baskom dan larutkan menggunakan air panas. Semakin banyak FeCl_3 akan mempercepat pelarut.
- i. Setelah FeCl_3 larut dalam air, masukkan PCB ke dalamnya. Untuk mempercepat proses pelarutan, goyang-goyangkan baskom secara perlahan dan searah. Lakukan hal ini terus menerus sampai semua tembaga di permukaan PCB larut.
- j. Setelah tembaga yang tidak tertutup tinta telah larut, angkat PCB dan bersihkan dengan air dan digosok menggunakan steel wool sampai tinta

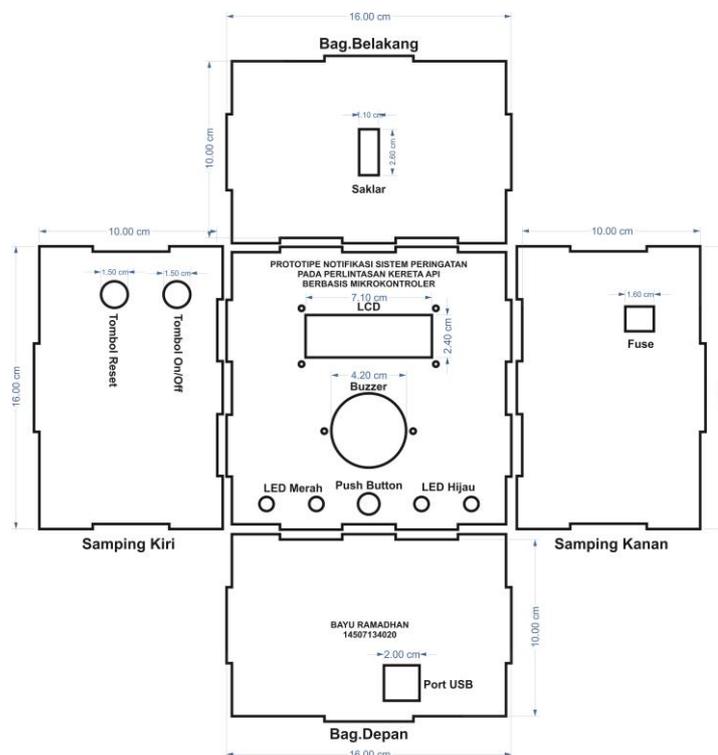
yang melekat pada jalur PCB bersih. Hal ini dilakukan agar mempermudah penyolderan komponen. Setelah bersih, keringkan PCB.

- k. Tahap selanjutnya yaitu drilling atau membuat lubang pada PCB. Mata bor yang digunakan memiliki diameter kecil, antara 1-3 mm.
 - l. PCB siap untuk dipasang komponen. Namun, sebelumnya lapis PCB menggunakan gondorukem untuk melindungi tembaga pada permukaan PCB agar tidak mudah teroksidasi, juga untuk mempercepat pengeringan timah pada saat penyolderan.
 - m. Pasang komponen sesuai dengan petunjuk dan perhatikan petunjuk pemasangan, jangan sampai keliru dalam memasang komponen terutama dalam arah sambungannya.
 - n. Setelah komponen terpasang dengan benar, rekatkan bagian kaki-kaki komponen dengan cara disolder. Dalam penyolderan harap berhati-hati dan jangan menghirup uap solder, karena berbahaya bagi kesehatan. Sebaiknya dalam melakukan penyolderan gunakan masker penutup hidung.
 - o. Selesai dengan PCB, lanjutkan ke proses selanjutnya, yaitu membuat box.
2. Membuat konstruksi model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api berbasis mikrokontroler.

Konstruksi ini memiliki 4 bagian, yaitu alas penyangga simulasi untuk tempat model rangkaian, box untuk controller, body penyangga sensor dan body penyangga servo serta palang.

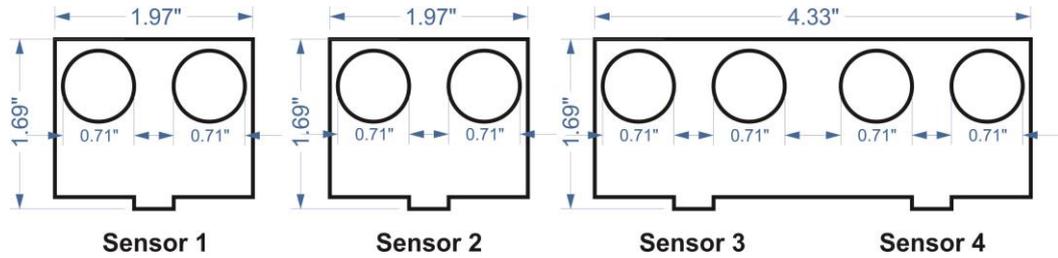
Langkah-langkah yang harus dilakukan:

- Melakukan pengukuran box yang akan dibutuhkan.
- Langkah selanjutnya adalah mendesain box dengan software corel draw.
- Setelah selesai dengan desain box, cutting akrilik menggunakan mesin laser.
- Setelah itu, lakukan penyambungan kabel-kabel instalasi kemudian rakit PCB dan komponen yang telah siap untuk dipasang ke dalam box.
- Lakukan uji coba pengetesan terhadap model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api.



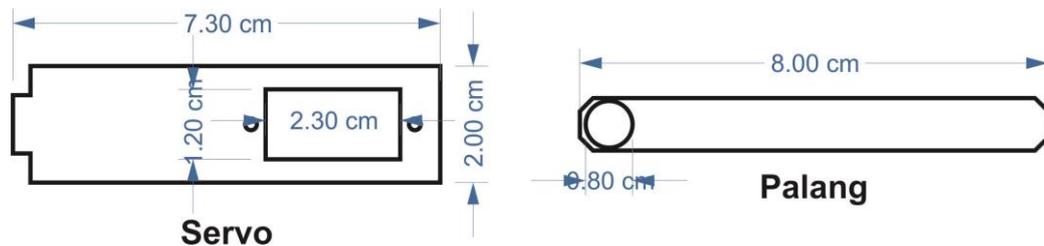
Gambar 19. Desain box controller

Gambar diatas merupakan box controller model. Box ini memiliki luas 16 x 16 cm² dengan tinggi 10 cm dan dibuat dengan menggunakan bahan akrilik berwarna putih dengan ketebalan 3 mm. Pada box ini terdapat saklar, tombol On/Off, reset, fuse, port USB, LCD 16x2, buzzer, 4 buah LED dan push button.



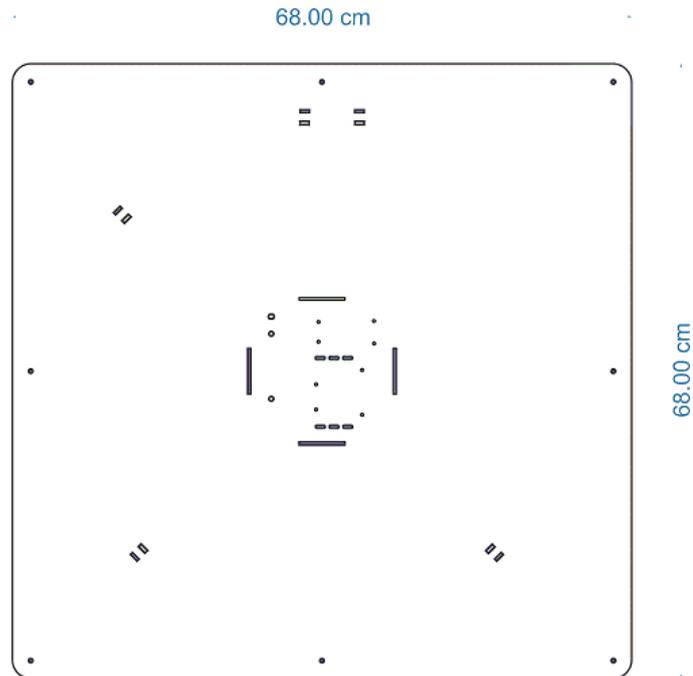
Gambar 20. Desain sensor ultrasonik

Gambar diatas merupakan body penyangga sensor ultrasonik. Body untuk sensor 1 dan sensor 2 memiliki ukuran 1,6 x 1,9 cm. Untuk sensor 3 dan sensor 4 memiliki ukuran 1,6 x 4,3 karena pada sensor ini keduanya hanya memiliki jarak 1 cm sehingga pada pembuatannya harus digabungkan. Sedangkan untuk diameter sensor memiliki ukuran 0,7 mm. Pada body penyangga ini dibuat dengan menggunakan bahan akrilik berwarna putih dengan ketebalan 3 mm.



Gambar 21. Desain servo dan palang

Gambar diatas merupakan body penyangga servo dan palang. Body servo ini memiliki ukuran 2,8 x 0,7 cm. Untuk lubang kotak yang berada ditengah memiliki ukuran 0,4 x 0,9 mm. Sedangkan untuk body palang memiliki ukuran 3,1 x 0,3 cm dan diameter lubangnya 0,3 mm. Pada body penyangga ini dibuat dengan menggunakan bahan akrilik berwarna putih dengan ketebalan 3 mm.



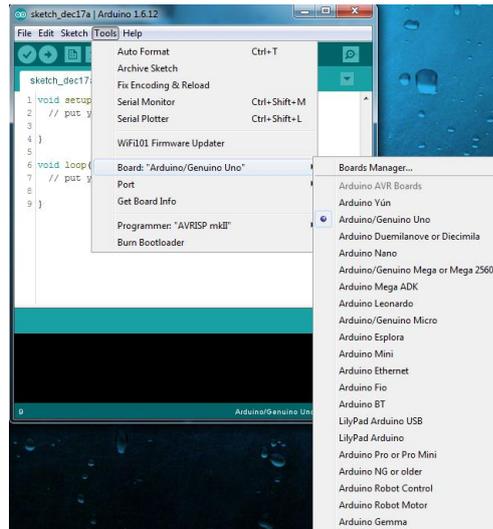
Gambar 22. Desain penyangga prototipe

Gambar diatas merupakan alas penyangga model. Alas penyangga ini memiliki ukuran 68 x 68 cm. Pada alas penyangga ini berfungsi sebagai tempat rel kereta, box controller, sensor ultrasonik dan servo. Pada pembuatan alas penyangga ini dibawahnya terdapat 8 buah kaki speser yang berfungsi sebagai tumpuan agar tidak terjadi gesekan antara alas dengan tanah. Alas penyangga ini dibuat dengan menggunakan bahan akrilik berwarna putih dengan ketebalan 3 mm.

F. Perangkat Lunak

1. Setting Arduino

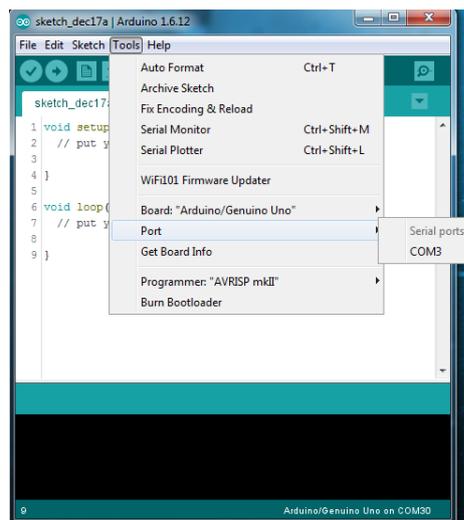
Sebelum menulis program pada Arduino ada beberapa hal yang harus dilakukan diantaranya setting board arduino dan setting port yang akan digunakan.



Gambar 23. Setting board arduino

Gambar diatas merupakan cara setting board arduino. Adapun caranya yaitu:

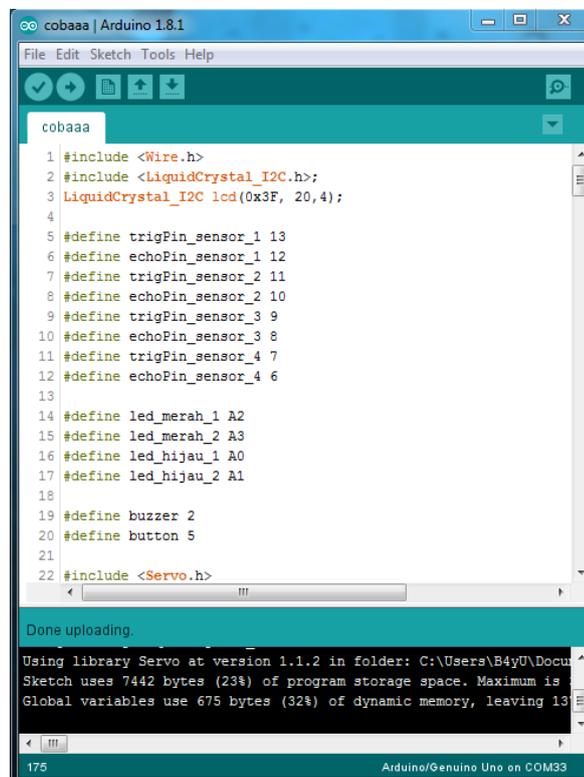
1. Buka aplikasi arduino baik di PC maupun laptop.
2. Pilih menu "Tools" yang berada pada menu bar aplikasi arduino.
3. Selanjutnya pilih Board dengan mengarahkan kursor anda kearah kanan.
4. Setelah itu pilih board yang akan digunakan yaitu Arduino/Genuino Uno.



Gambar 24. Setting port arduino

Gambar diatas merupakan cara setting port arduino. Adapun caranya yaitu:

1. Pastikan aplikasi arduino tetap dalam kondisi terbuka.
2. Setelah itu pasangkan kabel USB arduino dengan PC atau laptop.
3. Tunggu beberapa saat, agar proses pencarian port USB dengan PC atau laptop mencari.
4. Setelah itu pilih menu "Tools" yang berada pada menu bar aplikasi arduino.
5. Selanjutnya arahkan kursor anda ke kanan dan pilih COM 3, sesuaikan dengan port anda.



```
cobaaa | Arduino 1.8.1
File Edit Sketch Tools Help
cobaaa
1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>;
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20,4);
4
5 #define trigPin_sensor_1 13
6 #define echoPin_sensor_1 12
7 #define trigPin_sensor_2 11
8 #define echoPin_sensor_2 10
9 #define trigPin_sensor_3 9
10 #define echoPin_sensor_3 8
11 #define trigPin_sensor_4 7
12 #define echoPin_sensor_4 6
13
14 #define led_merah_1 A2
15 #define led_merah_2 A3
16 #define led_hijau_1 A0
17 #define led_hijau_2 A1
18
19 #define buzzer 2
20 #define button 5
21
22 #include <Servo.h>
Done uploading.
Using library Servo at version 1.1.2 in folder: C:\Users\B4yU\Docu
Sketch uses 7442 bytes (23%) of program storage space. Maximum is
Global variables use 675 bytes (32%) of dynamic memory, leaving 13
175 Arduino/Genuino Uno on COM33
```

Gambar 25. Proses program arduino

Gambar diatas merupakan proses memprogram arduino. Adapun caranya yaitu:

1. Pilih menu "File" yang berada pada menu bar arduino.
2. Arahkan kursor ke bawah dan pilih "New" atau Ctrl+N.

3. Mulai menulis kode program sesuai dengan keinginan kita.
4. Apabila telah selesai, jangan lupa untuk memilih logo  atau *verify* yang berfungsi untuk mengecek apakah program yang telah dibuat *error* atau tidak.
5. Apabila program telah di cek dan tidak *error* sebaiknya program di save atau Ctrl+S.
6. Selanjutnya apabila kita ingin mengupload program ke mikrokontrolernya, terdapat 2 cara yaitu:
 - a. Pilih menu "Sketch" → arahkan kursor ke bawah dan pilih Upload.
 - b. Klik logo  maka dengan sendirinya program akan terupload ke mikrokontrolernya.
5. Algoritma dan Flowchart program kerja alat
 - a. Algoritma Program
 1. Mulai

Langkah pertama untuk mengoperasikan model ini dengan memberikan tegangan pada sistem atau rangkaian.
 2. Tombol Manual

Jika tombol manual ditekan ON maka palang akan menutup dan jika ditekan OFF maka palang akan membuka.
 3. Sensor 1

Jika sensor 1 mendeteksi kedatangan kereta maka LED merah aktif, Buzzer aktif dan LCD akan tampil "Kereta datang dimohon berhenti".

4. Sensor 2

Jika sensor 2 mendeteksi kereta maka LED merah aktif, buzzer aktif, dan servo menutup serta LCD akan menampilkan "Speed dan Time" & "Palang pintu akan menutup".

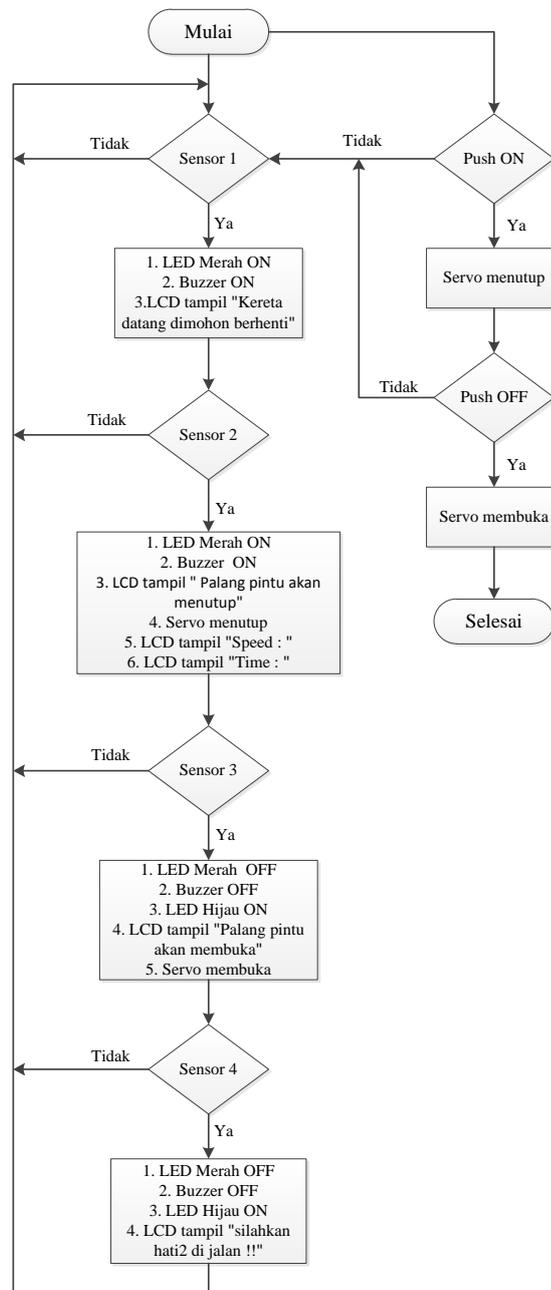
5. Sensor 3

Jika sensor 3 mendeteksi kereta maka LED merah OFF dan Buzzer OFF setelah itu LED hijau aktif, LCD akan tampil "Palang pintu akan membuka" serta servo membuka.

6. Sensor 4

Jika sensor 4 mendeteksi kereta maka LED merah OFF, Buzzer OFF setelah itu LED hijau aktif dan LCD akan tampil "Silahkan hati2 di jalan !!".

b. Flowchart Program



Gambar 26. Flowchart program

G. Spesifikasi Alat

Model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api berbasis mikrokontroler ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Bahan pembuatan prototipe menggunakan akrilik berukuran 3 mm.
2. Simulasi kereta menggunakan baterai 3V.
3. Unit masukan
 - a. 4 buah sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi kereta, kecepatan, dan waktu kedatangan kereta.
 - b. 1 buah push button yang berfungsi untuk tombol manual yang mana untuk menggerakkan palang apabila di sistem otomatis terjadi *error* atau kerusakan.
4. Sistem pengendalian yang digunakan adalah Arduino Uno.
5. Unit keluaran
 - a. Motor servo yang berfungsi untuk menggerakkan palang.
 - b. LED warna merah yang berfungsi sebagai indikator peringatan ketika berhenti.
 - c. LED warna hijau yang berfungsi sebagai indikator peringatan berjalan.
 - d. Buzzer yang berfungsi sebagai alarm peringatan.
 - e. LCD yang berfungsi sebagai media penampil kecepatan, waktu kedatangan kereta dan sebuah informasi peringatan.
6. Tegangan rangkaian yang digunakan adalah 9 VDC.
7. Rangkaian model ini menggunakan 4 buah sensor ultrasonik yang mana berfungsi untuk mendeteksi kecepatan dan waktu kedatangan kereta. Selain itu juga menggunakan 2 buah LED berwarna merah yang berfungsi untuk indikator ketika kereta sedang melintas, 2 buah LED berwarna hijau yang berfungsi untuk indikator ketika kereta sudah tidak melintas, servo yang

berfungsi untuk menggerakkan palang ketika membuka dan menutup, serta buzzer yang berfungsi sebagai alarm ketika kereta akan datang. Model ini juga dilengkapi dengan media penampil dengan menggunakan LCD yang berukuran 16x2 yang berfungsi untuk menampilkan sebuah informasi kecepatan, waktu datang kereta dan peringatan kepada para pengendara yang akan melintasi, selanjutnya juga dilengkapi dengan sistem manual yang mana berfungsi untuk menggantikan sistem otomatis ketika terjadi *error* dan kerusakan.

H. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data penelitian dengan menggunakan dua buah uji, yaitu :

1. Uji fungsional

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat telah bekerja sesuai dengan fungsi dan keinginan.

2. Uji unjuk kerja

Pengujian unjuk kerja alat dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja alat. Hal-hal yang perlu diamati antara lain: pengujian rangkaian catu daya, pengujian tegangan mikrokontroler, pengujian sensor ultrasonik dan pengujian sudut pada servo. Dari pengujian ini akan diketahui kinerja dari alat yang dibuat.

I. Tabel Uji Alat

1. Pengujian Fungsional

a. Pengujian Sistem Model Secara Keseluruhan

Tabel 4. Uji Sistem Prototipe

No	Posisi kereta	Buzzer	Tampilan di LCD	LED		Servo
				Merah	Hijau	
1.	Sensor 1					
	Sensor 2					
	Sensor 3					
	Sensor 4					
2.	Sensor 1					
	Sensor 2					
	Sensor 3					
	Sensor 4					
3.	Sensor 1					
	Sensor 2					
	Sensor 3					
	Sensor 4					

b. Pengujian Sistem Ukur Waktu

Tabel 5. Uji Sistem Waktu

No	Kategori	Percobaan	Terukur Alat (s)	Terukur Stopwatch (s)	Selisih	Rata2
1.	Lambat	1				
		2				
		3				
		4				
		5				
2.	Sedang	1				
		2				
		3				
		4				
		5				
3.	Cepat	1				
		2				
		3				
		4				

		5				
--	--	---	--	--	--	--

c. Pengujian Sistem Ukur Kecepatan

Tabel 6. Uji Sistem Kecepatan

No	Kategori	Percobaan	Terukur Alat	Terukur Rumus	Selisih	Rata2
1.	Lambat	1				
		2				
		3				
		4				
		5				
2.	Sedang	1				
		2				
		3				
		4				
		5				
3.	Cepat	1				
		2				
		3				
		4				
		5				

2. Pengujian Unjuk Kerja

a. Pengujian Rangkaian Catu Daya

Tabel 7. Uji Tegangan Catu Daya

No	Pengukuran	Vin	V output	
			Bridge	LM 7809
1.				
2.				

b. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Tabel 8. Uji Tegangan Mikrokontroler

No	Vin	V output	
		Tanpa Beban	Dengan Beban

1.			
----	--	--	--

c. Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 9. Uji Sensor Ultrasonik

No	Jarak terukur pada sensor (cm)	Jarak ukur manual (cm)	Selisih
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
Rata-rata			

e. Pengujian Sudut Servo

Tabel 10. Uji Sudut Servo

No.	Pengukuran dengan alat (..°)	Pengukuran secara manual (..°)	Selisih
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
Rata-rata			

J. Pengoperasian Alat

Pengoperasian pada model ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Pastikan alat terhubung dengan tegangan AC 220V dan sudah distabilkan menjadi DC 9V dengan adaptor dan IC regulator 7809.
2. Nyalakan sumber prototipe dengan menekan tombol saklar pada controller yang berada di belakang box.
3. Tekan tombol On/Off mikrokontroler berwarna merah yang berada pada samping box.
4. Letakkan kereta di atas perlintasan.
5. Atur kecepatan sesuai dengan keinginan kita dengan menggunakan potensiometer yang telah terpasang pada kereta mainan.
6. Jalankan kereta sesuai pada arah yang berada pada prototipe.
7. Apabila kereta sudah dijalankan maka tinggal kita mengamati.
8. Setelah itu kereta melewati sensor 1, sensor 2, servo, sensor 3 dan servo 4.
9. Apabila semua sudah terlewati maka kita bisa melihat hasil kecepatan dan waktu kedatangannya kereta serta sebuah informasi di LCD.
10. Apabila sistem yang otomatis terjadi *error* atau salah satu ada yang rusak, maka kita bisa menekan tombol push button manual yang berada pada atas box controller.
11. Apabila kita ingin mereset, maka tekanlah tombol berwarna kuning yang berada di samping box.

BAB IV

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian

Pengujian model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api berbasis mikrokontroler dilakukan dengan pengujian setiap tahap. Pengujian terdiri dari pengujian fungsional yang meliputi pengujian sistem secara keseluruhan, pengujian sistem pengukur waktu dan pengujian sistem ukur kecepatan serta pengujian unjuk kerja yang meliputi pengujian rangkaian catu daya, pengujian tegangan mikrokontroler, pengujian sensor ultrasonik dan pengujian sudut pada servo.

1. Pengujian Fungsional

a. Pengujian sistem secara keseluruhan

Pengujian ini dilakukan secara keseluruhan dengan cara melewatkan kereta api mainan pada sistem yang telah dibuat. Untuk itu dibutuhkan kereta mainan dengan panjang 12 cm yang dapat bergerak dengan sumber energi baterai serta lintasan berupa rel mainan. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali secara berurutan dengan kecepatan kereta lambat, sedang dan cepat.

Tabel 11. Hasil pengujian sistem prototipe

No	Posisi kereta	Buzzer	Tampilan di LCD	LED		Servo
				Merah	Hijau	
1.	Sensor 1	ON	Kereta datang dimohon berhenti	ON	OFF	0°
	Sensor 2	ON	Palang pintu akan	ON	OFF	90°

			menutup, Speed & Time			
	Sensor 3	OFF	Palang pintu akan membuka	OFF	ON	0°
	Sensor 4	OFF	Silahkan hati2 di jalan !!	OFF	ON	0°
2.	Sensor 1	ON	Kereta datang dimohon berhenti	ON	OFF	0°
	Sensor 2	ON	Palang pintu akan menutup, Speed & Time	ON	OFF	90°
	Sensor 3	OFF	Palang pintu akan membuka	OFF	ON	0°
	Sensor 4	OFF	Silahkan hati2 di jalan !!	OFF	ON	0°
3.	Sensor 1	ON	Kereta datang dimohon berhenti	ON	OFF	0°
	Sensor 2	ON	Palang pintu akan menutup, Speed & Time	ON	OFF	90°
	Sensor 3	OFF	Palang pintu akan membuka	OFF	ON	0°
	Sensor 4	OFF	Silahkan hati2 di jalan !!	OFF	ON	0°

b. Pengujian sistem pengukur waktu

Pengujian ini dilakukan secara langsung dengan sistem model dan menggunakan stopwatch yang mana terdapat 3 kategori: lambat, sedang dan cepat. Setiap kategori dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan mengukur waktu kereta yang melintasi sensor 1 dan sensor 2.

Tabel 12. Hasil pengujian sistem waktu

No	Kategori	Percobaan	Terukur Alat (s)	Terukur Stopwatch (s)	Selisih	Rata2
1.	Lambat	1	15,00	14,2	0,8	0,68
		2	17,4	17,99	0,59	
		3	14,6	13,9	0,7	
		4	14,74	14,1	0,64	
		5	14,15	13,5	0,65	
2.	Sedang	1	12,26	11,1	1,16	0,78
		2	12,45	11,7	0,75	
		3	12,85	12,1	0,75	

		4	12,37	11,9	0,47	
		5	12,25	11,5	0,75	
3.	Cepat	1	9,67	10,6	0,93	0.75
		2	9,75	10,6	0,85	
		3	9,91	11,0	1,09	
		4	10,32	11,1	0,78	
		5	10,32	10,4	0,08	

c. Pengujian Sistem Pengukur Kecepatan

Pengujian ini dilakukan secara langsung dengan sistem model yang mana terdapat 3 kategori: lambat, sedang dan cepat. Setiap kategori dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan mengukur kecepatan kereta yang melintasi sensor 1 dan sensor 2. Pada kereta telah dipasang potensio yang berfungsi untuk mengatur kecepatan kereta agar sesuai dengan yang diinginkan.

Tabel 13. Hasil pengujian sistem kecepatan

No	Kategori	Percobaan	Terukur Alat	Terukur Rumus	Selisih	Rata2
1.	Lambat	1	2,67	2,67	0,00	0,02
		2	2,22	2,30	0,08	
		3	2,74	2,74	0,00	
		4	2,71	2,71	0,00	
		5	2,83	2,83	0,00	
2.	Sedang	1	3,26	3,26	0,00	0,00
		2	3,21	3,21	0,00	
		3	3,11	3,11	0,00	
		4	3,23	3,23	0,00	
		5	3,27	3,27	0,00	
3.	Cepat	1	3,93	4,14	0,21	0,73
		2	3,86	4,10	0,24	
		3	1,09	4,04	2,95	
		4	3,75	3,88	0,13	
		5	3,75	3,88	0,13	

2. Pengujian Unjuk Kerja

a. Pengujian rangkaian catu daya

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur V_{in} dari trafo. Pada catu daya kestabilan tegangan dan besarnya arus keluaran sangat berpengaruh. Dalam pembuatan catu daya menggunakan trafo jenis Non CT 2A untuk menurunkan tegangan dari 220V menjadi 9V. Tegangan output trafo kemudian disearahkan oleh diode, selanjutnya IC regulator digunakan untuk menurunkan tegangan, selain itu IC regulator dapat juga menghasilkan keluaran arus dan tegangan yang stabil. IC yang digunakan pada model ini yaitu tipe 7809. Hasil pengukuran keluaran rangkaian *bridge* catu daya untuk menghasilkan output 9V tanpa beban dan dengan beban memiliki V_{out} 14,9V dan V_{out} 14,6V sehingga memiliki presentase *error* 0,3%. Sedangkan hasil pengukuran keluaran LM7809 catu daya tanpa beban dan dengan beban menghasilkan output 9V dan 9V sehingga memiliki presentase *error* 0 %.

Tabel 14. Hasil pengujian tegangan catu daya

No	Pengukuran	V_{in}	V output	
			Bridge	LM 7809
1.	Tanpa Beban	12	14,9	9
2.	Dengan Beban	12	14,6	9

b. Pengujian rangkaian mikrokontroler

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur pada perangkat arduino uno yang mana untuk mengetahui tegangan mikrokontroler dengan beban dan tanpa beban. Hasil pengujian tegangan mikrokontroler tanpa beban menghasilkan output 4,8V dan dengan beban menghasilkan output 4,9V sehingga memiliki presentase *error* 0,1 %.

Tabel 15. Hasil pengujian tegangan mikrokontroler

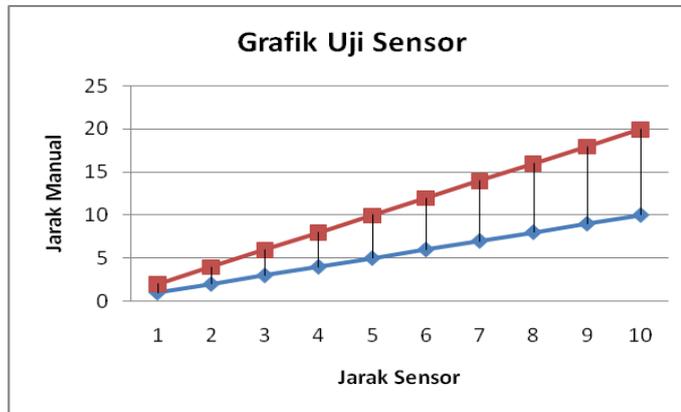
No	Vin	V output	
		Tanpa Beban	Dengan Beban
1.	9	4,8	4,9

c. Pengujian sensor ultrasonik

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur pada perangkat sensor ultrasonik yang mana untuk mengetahui tingkat ketelitian dan keakuratan dari sensor tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan menampilkan data pembacaan sensor pada serial monitor arduino dan pembacaan jarak sebenarnya dengan menggunakan sebuah penggaris berukuran 30 cm dan sebuah papan sebagai penghalang sensor.

Tabel 16. Hasil pengujian sensor ultrasonik

No	Jarak terukur pada sensor (cm)	Jarak ukur manual (cm)	Selisih
1.	1	1	0
2.	2	2	0
3.	3	3	0
4.	4	4	0
5.	5	5	0
6.	6	6	0
7.	7	7	0
8.	8	8	0
9.	9	9	0
10.	10	10	0
Rata-rata			0



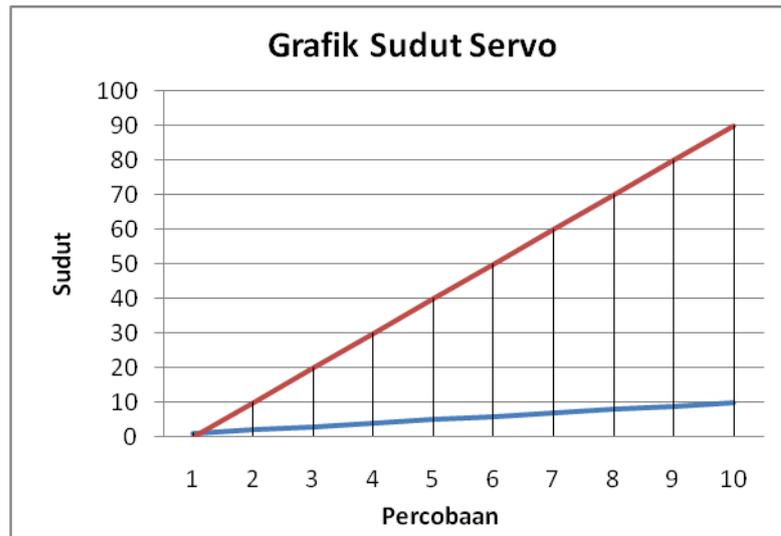
Gambar 27. Pengukuran jarak sensor dengan manual

d. Pengujian sudut servo

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur pada perangkat servo yang mana untuk mengetahui tingkat ketelitian dan keakuratan servo tersebut. Pengujian dilakukan dengan memprogram mikrokontroler untuk menggerakkan servo dari sudut 0° sampai 90° .

Tabel 17. Hasil pengujian sudut servo

No.	Pengukuran dengan alat ($..^{\circ}$)	Pengukuran secara manual ($..^{\circ}$)	Selisih
1.	0	0	0
2.	10	10,5	0,5
3.	20	20,4	0,4
4.	30	30,5	0,5
5.	40	40,5	0,5
6.	50	50,4	0,4
7.	60	60,5	0,5
8.	70	70,4	0,4
9	80	80,5	0,5
10.	90	90,4	0,4
Rata-rata			0,41



Gambar 28. Pengukuran sudut secara program dan manual

B. Pembahasan

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

a. *Power Supply*

Power Supply adalah sumber daya yang digunakan untuk memasok tegangan pada semua komponen yang terdapat pada alat. *Power supply* ini terdiri dari trafo, diode, kapasitor, regulator 7809. *Power supply* pada alat ini menghasilkan tegangan 9 Volt, dengan sumber tegangan tersebut sudah dapat memasok daya untuk semua komponen yang digunakan pada alat.

b. Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler Arduino Uno yang menjadi pusat kendali dari 4 sensor ultrasonik, 2 LED merah, 2 LED hijau, LCD dengan I2C, servo, buzzer dan push button. Semua komponen tersebut terbukti dapat bekerja dengan optimal.

c. 4 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai input. Apabila sensor 1 mendeteksi kereta maka outputnya LED merah ON, buzzer ON dan LCD tampil

tulisan. Apabila sensor 2 mendeteksi kereta maka outputnya LED merah ON, buzzer ON dan LCD tampil tulisan dan servo menutup. Apabila sensor 3 mendeteksi kereta maka outputnya LED hijau ON, servo membuka dan LCD tampil tulisan dan apabila sensor 4 mendeteksi kereta maka outputnya LED hijau ON dan LCD tampil tulisan.

d. LCD 16x2

LCD yang berfungsi sebagai output. Yang mana LCD disini untuk menampilkan sebuah pesan peringatan kepada pengendara apabila kereta akan datang dan menampilkan kecepatan sama waktu kedatangannya.

e. Servo

Servo yang berfungsi sebagai output. Yang mana servo disini untuk menggerakkan palang ketika membuka dan menutup.

f. Buzzer

Buzzer yang berfungsi sebagai output. Yang mana buzzer disini untuk alarm ketika kereta akan datang.

g. LED merah

LED merah yang berfungsi sebagai output. Yang mana LED disini untuk indikator berhenti kepada pengendara ketika kereta akan datang.

h. LED hijau

LED hijau yang berfungsi sebagai output. Yang mana LED disini untuk indikator berjalan kepada pengendara ketika kereta sudah melewati palang perlintasan.

i. *Push Button*

Push Button yang berfungsi sebagai input. Yang mana push button disini untuk tombol manual, ketika terjadi suatu sistem yang *error* di otomatisnya maka palang kereta akan diggerakkan oleh petugasnya dengan menekan tombolnya. Apabila ON maka palang menutup dan OFF maka palang membuka.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api berbasis mikrokontroler dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Merealisasikan pembuatan rancangan model notifikasi sistem peringatan pada perlintasan kereta api berbasis mikrokontroler yang terdiri dari: (1) perancangan hardware yaitu pembuatan model alat, (2) setup program yaitu program untuk memasukkan pin yang diinginkan sebagai input dan output, (3) program sensor yaitu program untuk mendeteksi kereta, kecepatan dan waktu kedatangannya. Semua rancangan dan program tersebut sudah dapat berfungsi.
2. Model Notifikasi Sistem Peringatan Pada Perlintasan Kereta Api Berbasis Mikrokontroler adalah sebuah gambaran otomatis pada transportasi kereta yang menggunakan model prototipe dan dilengkapi juga dengan sistem manual yang mana ketika sistem otomatisnya terjadi *error*.
3. Hasil uji unjuk kerja seluruh komponen pendukung dapat berfungsi secara optimal yaitu rangkaian catu daya dapat memberi supply tegangan kesemua komponen dengan stabil, sensor ultrasonik dapat berfungsi dan akurat dalam mendeteksi posisi kereta dan servo yang bergerak sesuai dengan program sistem. Pada sistem ini servo memiliki toleransi $0,41^{\circ}$. Sistem pendeteksi waktu kereta dapat bekerja dengan baik namun pada saat dilakukan pengujian dan dibandingkan dengan stopwatch setiap kategori memiliki rata-rata 1).

Lambat : 0,68 2). Sedang : 0,78 dan 3). Cepat : 0,75. Sedangkan sistem pendeteksi kecepatan kereta ketika dilakukan pengujian dan dibandingkan dengan rumus hitung manual setiap kategori memiliki rata-rata 1). Lambat : 0,02 2). Sedang : 0,00 dan 3). Cepat : 0,73.

B. Saran

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini tentunya terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut. Saran membangun yang dibutuhkan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini, antara lain sebagai berikut:

1. Mikrokontroler pilih arduino mega dikarenakan jumlah pinnya yang lebih banyak, sehingga bisa ditambahkan dengan komponen lain.
2. Pengatur kecepatan kereta untuk percobaan diganti dengan menggunakan potensiometer yang lebih kecil lagi, sehingga kecepatan tidak terlalu lambat.
3. Instalasi kabel yang berada di bawah alas penyangga prototipe dibuat lebih rapi lagi dan dikasih pelindung agar tidak terjadi gesekan dengan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, E. (2010). *Pengertian Prototype*. Diambil pada tanggal 13 Februari 2017, dari <http://edwardaditya.blogspot.co.id/2010/04/pengertian-prototype.html>.
- Biro Komunikasi dan Informasi Publik. (2014). *Dalam Lima Tahun Terakhir Keselamatan Perkeretaapian Meningkat*. Diambil pada tanggal 10 Februari 2017, dari <http://dephub.go.id/post/read/dalam-lima-tahun-terakhir-keselamatan-perkeretaapian-meningkat-61518>
- Firmansyah. (2008). *Palang Pintu Kereta Otomatis Dengan Indikator Suara Sebagai Peringatan Dini Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. *Jurnal Teknologi & Rekayasa*, 13, 1.
- Iswanto. (2011). *Motor Servo*. Diambil pada tanggal 13 Februari 2017, dari <http://iswanto.staff.umy.ac.id/files/2011/03/APLIKASI-MOTOR-SERVO-DENGAN-MIKROKONTROLER.doc>
- Jayadin, A. (2007). *ELDAS*. Diambil pada tanggal 12 Februari 2017, dari <http://robby.c.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/8011/eldas.html>
- Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang No. 23, Tahun 2007, tentang Perkeretaapian*. Lembaran Negara RI Tahun 2007. Sekretariat Negara: Jakarta.
- Republik Indonesia. (2009). *Peraturan Pemerintah No. 72, Tahun 2009, tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api*. Sekretariat Negara: Jakarta.
- Republik Indonesia. (2012). *Peraturan Menteri Perhubungan No. 60, Tahun 2012, tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*. Sekretariat Negara: Jakarta.
- Santoso, A.B. (2013). *Pembuatan Otomasi Pengaturan Kereta Api, Pengeraman, Dan Palang Pintu Pada Rel Kereta Api Mainan Berbasis Mikrokontroler*. *Jurnal FEMA*, 1, 1.
- Santoso, H. (2014). *Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya*. Diambil pada tanggal 12 Februari 2017, dari <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>.

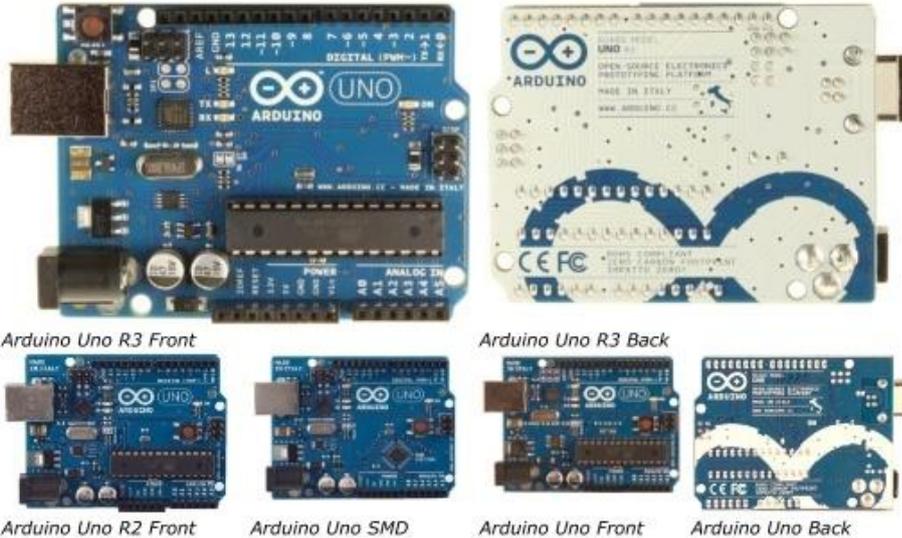
Santoso, H. (2015). Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula. Diambil pada tanggal 10 Februari 2017, dari <http://www.elangsakti.com/2015/07/ebook-gratis-belajar-arduino-pemula.html>.

Tim Proyek Akhir FT UNY. (2013). Pedoman Proyek Akhir D3. Fakultas Teknik UNY.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Datasheet Arduino Uno

Arduino Uno



Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

[Revision 2](#) of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

[Revision 3](#) of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

Note: The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328, Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports](#). The mapping for the ATmega8, 168, and 328 is identical.

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

Lampiran 2. Datasheet Sensor Ultrasonik HC-SR04



Tech Support: services@elecfreaks.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The module includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time × velocity of sound (340M/S) / 2,

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

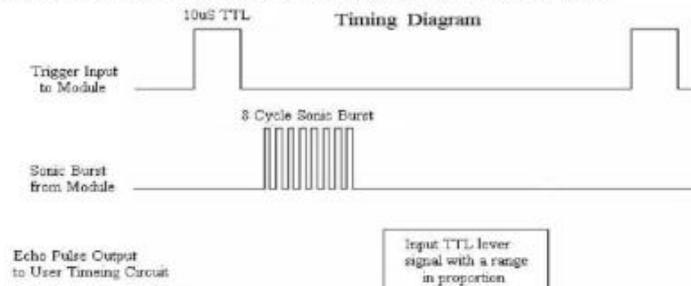
Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $\mu\text{S} / 58 = \text{centimeters}$ or $\mu\text{S} / 148 = \text{inch}$; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



Attention:

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise ,it will affect the results of measuring.

www.ElecFreaks.com



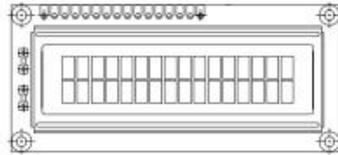
Lampiran 3. Datasheet LCD 16x2



LCD-016M002B

Vishay

16 x 2 Character LCD



FEATURES

- 5 x 8 dots with cursor
- Built-in controller (KS 0066 or Equivalent)
- + 5V power supply (Also available for + 3V)
- 1/16 duty cycle
- B/L to be driven by pin 1, pin 2 or pin 15, pin 16 or A/K (LED)
- N.V. optional for + 3V power supply

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	80.0 x 36.0	mm
Viewing Area	66.0 x 16.0	mm
Dot Size	0.56 x 0.66	mm
Character Size	2.96 x 5.56	mm

ABSOLUTE MAXIMUM RATING					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	VDD-VSS	-0.3	-	7.0	V
Input Voltage	VI	-0.3	-	VDD	V

NOTE: VSS = 0 Volt, VDD = 5.0 Volt

ELECTRICAL SPECIFICATIONS							
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT	
			MIN.	TYP.	MAX.		
Input Voltage	VDD	VDD = + 5V	4.7	5.0	5.3	V	
		VDD = + 3V	2.7	3.0	3.3	V	
Supply Current	IDD	VDD = 5V	-	1.2	3.0	mA	
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temp. Version Module	VDD - VO	- 20 °C	-	-	-	V	
		0 °C	4.2	4.8	5.1		
		25 °C	3.8	4.2	4.6		
		50 °C	3.6	4.0	4.4		
		70 °C	-	-	-		
LED Forward Voltage	VF	25 °C	-	4.2	4.6	V	
LED Forward Current	IF	25 °C	Array	-	130	260	mA
			Edge	-	20	40	
EL Power Supply Current	IEL	VBI = 110VAC-400Hz	-	-	5.0	mA	

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE:																
Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DD RAM Address	00	01														0F
DD RAM Address	40	41														4F

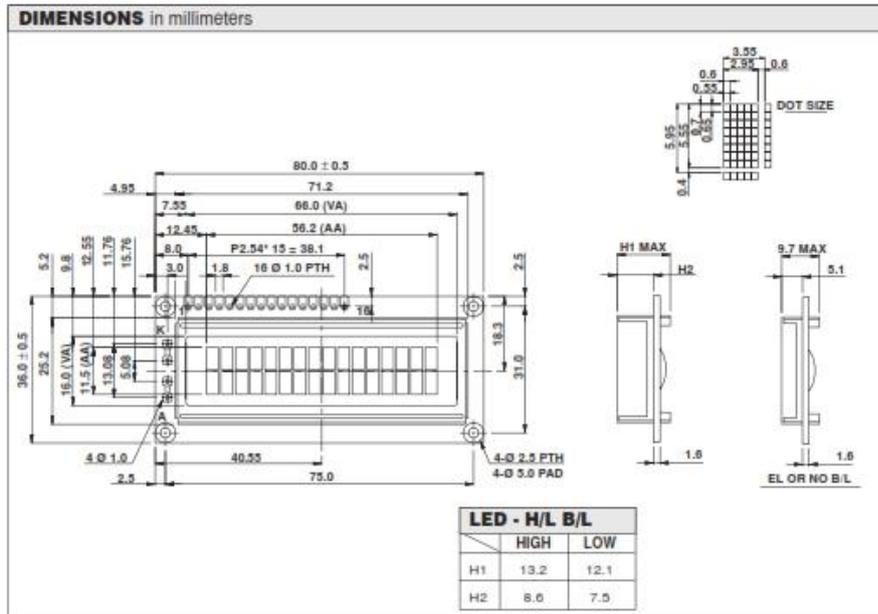
LCD-016M002B

Vishay

16 x 2 Character LCD

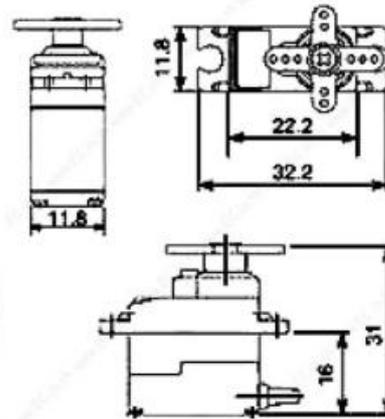


PIN NUMBER	SYMBOL	FUNCTION
1	V _{ss}	GND
2	V _{dd}	+ 3V or + 5V
3	V _o	Contrast Adjustment
4	R _S	H/L Register Select Signal
5	R/W	H/L Read/Write Signal
6	E	H → L Enable Signal
7	DB0	H/L Data Bus Line
8	DB1	H/L Data Bus Line
9	DB2	H/L Data Bus Line
10	DB3	H/L Data Bus Line
11	DB4	H/L Data Bus Line
12	DB5	H/L Data Bus Line
13	DB6	H/L Data Bus Line
14	DB7	H/L Data Bus Line
15	A/V _{ee}	+ 4.2V for LED/Negative Voltage Output
16	K	Power Supply for B/L (OV)



Lampiran 4. Datasheet Servo SG90

SG90 9 g Micro Servo

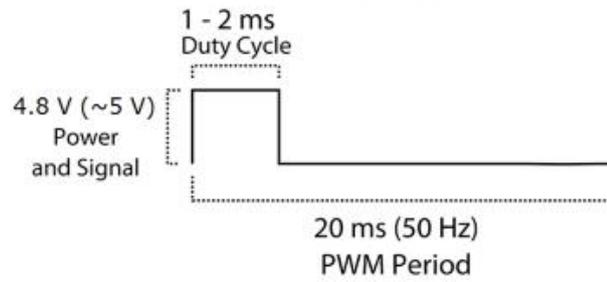
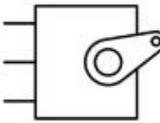


Tiny and lightweight with high output power. Servo can rotate approximately 180 degrees (90 in each direction), and works just like the standard kinds but *smaller*. You can use any servo code, hardware or library to control these servos. Good for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. It comes with a 3 horns (arms) and hardware.

Specifications

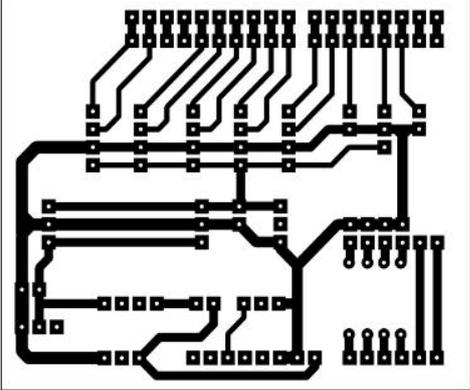
- Weight: 9 g
- Dimension: 22.2 x 11.8 x 31 mm approx.
- Stall torque: 1.8 kgf-cm
- Operating speed: 0.1 s/60 degree
- Operating voltage: 4.8 V (~5V)
- Dead band width: 10 μ s
- Temperature range: 0 $^{\circ}$ C – 55 $^{\circ}$ C

PWM=Orange (⏏)
Vcc = Red (+)
Ground=Brown (-)



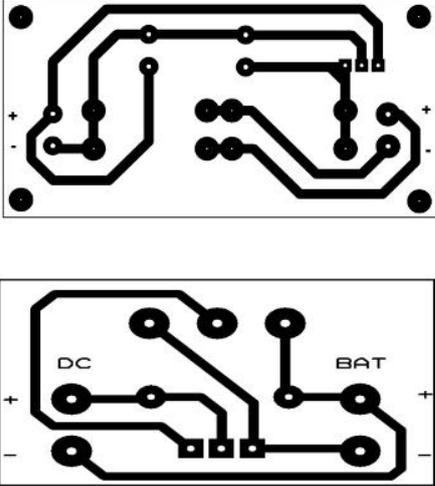
Position "0" (1.5 ms pulse) is middle, "90" (~2 ms pulse) is all the way to the right, "-90" (~1 ms pulse) is all the way to the left.

Lampiran 5. Layout PCB



The image shows a detailed PCB layout for a shield assembly. It features a complex network of traces connecting various components, including a large multi-pin connector at the top and several smaller connectors and components along the bottom and right edges. The layout is organized and clear, showing the routing of signals and power across the board.

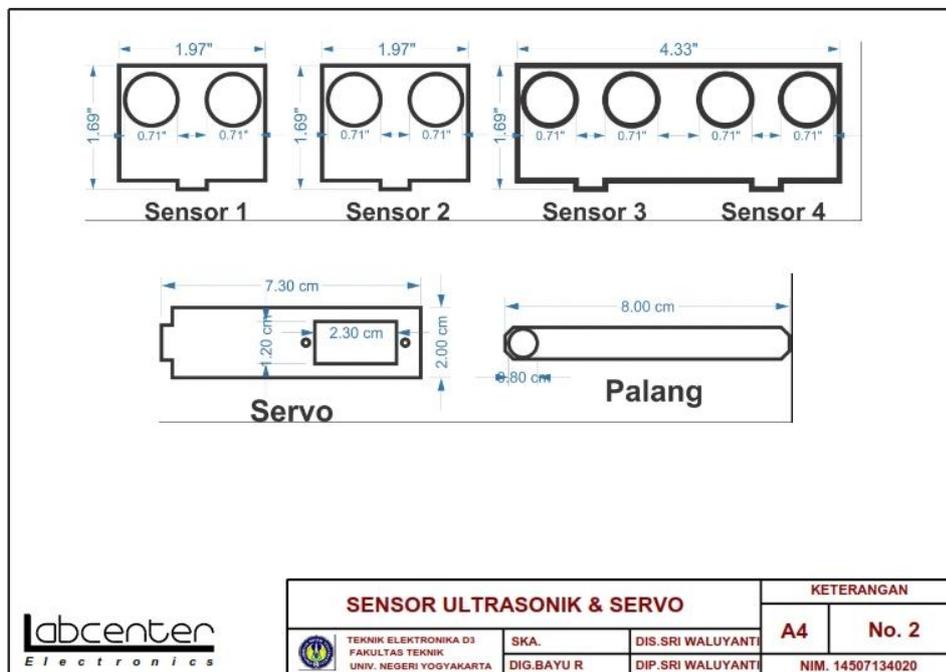
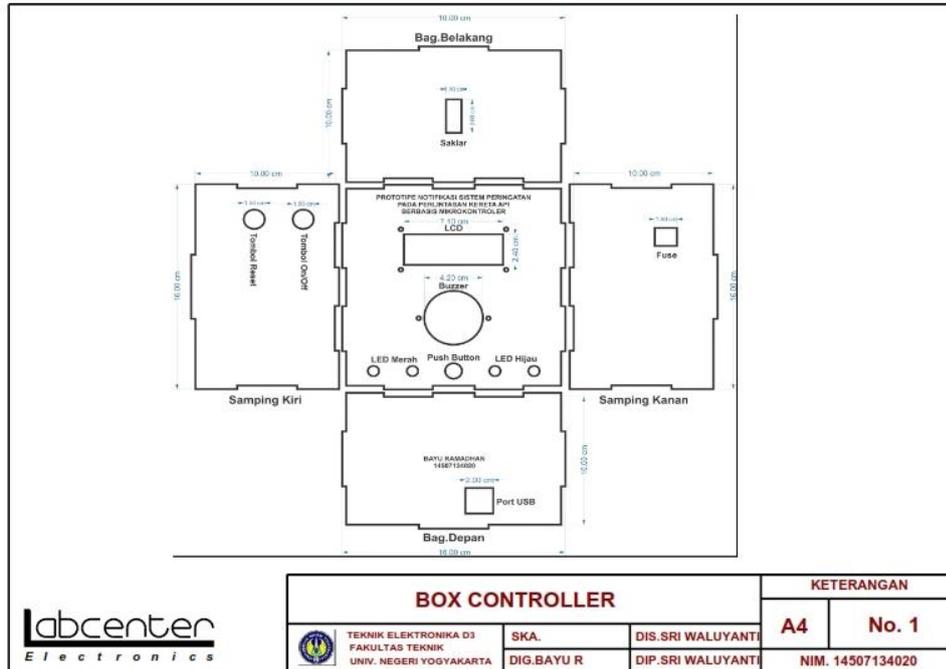
	SHIELD RANGKAIAN		KETERANGAN	
	 TEKNIK ELEKTRONIKA D3 FAKULTAS TEKNIK UNIV. NEGERI YOGYAKARTA	SKA. DIG.BAYU R	DIS.SRI WALUYANTI DIP.SRI WALUYANTI	A4



The image displays two PCB layouts for a DC power and motor control system. The top layout shows a power distribution network with positive (+) and negative (-) terminals on the left and right sides, and a central control section. The bottom layout is similar but includes labels 'DC' and 'BAT' to indicate the power source and battery connection points. Both layouts show clear routing for power and control signals.

	CATU DAYA & KENDALI MOTOR DC		KETERANGAN	
	 TEKNIK ELEKTRONIKA D3 FAKULTAS TEKNIK UNIV. NEGERI YOGYAKARTA	SKA. DIG.BAYU R	DIS.SRI WALUYANTI DIP.SRI WALUYANTI	A4

Lampiran 6. Desain Akrilik



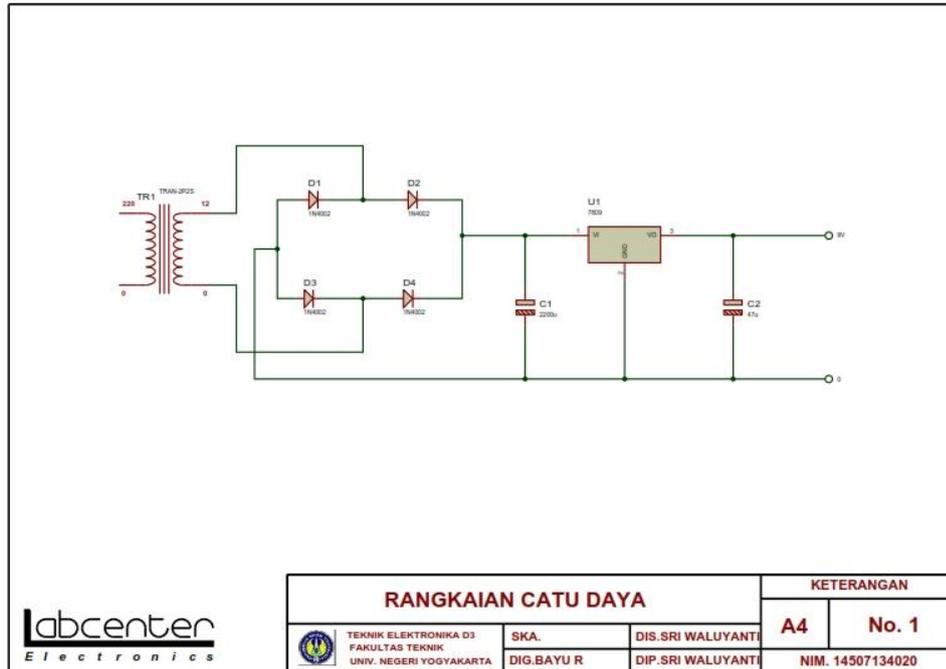
68.00 cm

68.00 cm

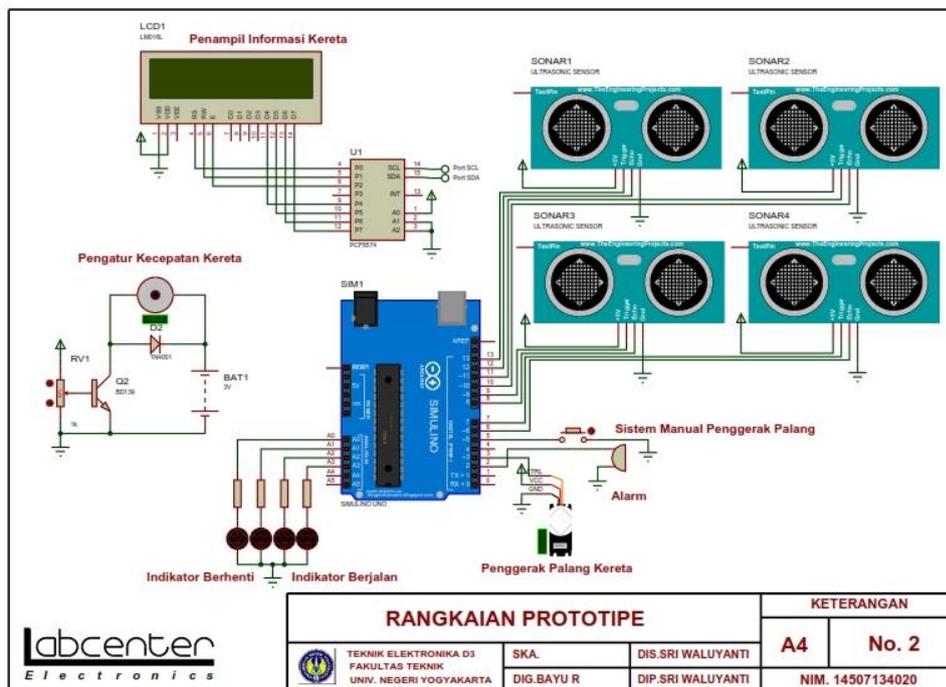
labcenter
Electronics

ALAS PROTOTYPE			KETERANGAN	
 TEKNIK ELEKTRONIKA D3 FAKULTAS TEKNIK UNIV. NEGERI YOGYAKARTA	SKA.	DIS. SRI WALUYANTI	A4	No. 3
	DIG. BAYU R	DIP. SRI WALUYANTI	NIM. 14507134020	

Lampiran 7. Rangkaian Catu Daya



Lampiran 8. Rangkaian Prototipe



Lampiran 9. Syntax Program

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20,4);

#define trigPin_sensor_1 13
#define echoPin_sensor_1 12
#define trigPin_sensor_2 11
#define echoPin_sensor_2 10
#define trigPin_sensor_3 9
#define echoPin_sensor_3 8
#define trigPin_sensor_4 7
#define echoPin_sensor_4 6

#define led_merah_1 A2
#define led_merah_2 A3
#define led_hijau_1 A0
#define led_hijau_2 A1

#define buzzer 2
#define button 5

#include <Servo.h>
Servo myservo;
int pos=90;

//ultrasonic
long duration_sensor_1;
int jarak_sensor_1;
long duration_sensor_2;
int jarak_sensor_2;
long duration_sensor_3;
int jarak_sensor_3;
long duration_sensor_4;
int jarak_sensor_4;

float timeawal=0,timeakhir=0,kecepatan=0;
int count=15;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  myservo.attach(3);
  digitalWrite(button, HIGH);

  //deklarasi pin Ultrasonic
  pinMode(trigPin_sensor_1,OUTPUT);
  pinMode(echoPin_sensor_1,INPUT);
  pinMode(trigPin_sensor_2,OUTPUT);
  pinMode(echoPin_sensor_2,INPUT);
  pinMode(trigPin_sensor_3,OUTPUT);
  pinMode(echoPin_sensor_3,INPUT);
  pinMode(trigPin_sensor_4,OUTPUT);
  pinMode(echoPin_sensor_4,INPUT);
```

```

//deklarasi pin LED
pinMode(led_merah_1, OUTPUT);
pinMode(led_merah_2, OUTPUT);
pinMode(led_hijau_1, OUTPUT);
pinMode(led_hijau_2, OUTPUT);

//deklarasi buzzer
pinMode(buzzer, OUTPUT);

//deklarasi button
pinMode(button, INPUT_PULLUP);

//deklarasi LCD
lcd.init();
lcd.begin(16,2);
lcd.clear();
lcd.backlight();

delay(100);
lcd.setCursor(2,0);
lcd.print("TUGAS AKHIR");
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print("Bayu Ramadhan");
delay(2000);
lcd.clear();

digitalWrite(led_merah_1, HIGH);
digitalWrite(led_merah_2, HIGH);
digitalWrite(led_hijau_1, HIGH);
digitalWrite(led_hijau_2, HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(led_merah_1, LOW);
digitalWrite(led_merah_2, LOW);
digitalWrite(led_hijau_1, LOW);
digitalWrite(led_hijau_2, LOW);
}

void loop()
{
  while(1)
  {
    menu();
  }
}

void menu(){
  while(1){
    //-----sensor 1-----
    digitalWrite(trigPin_sensor_1, LOW);
    delayMicroseconds(5);
    digitalWrite(trigPin_sensor_1, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin_sensor_1, LOW);
    pinMode(echoPin_sensor_1, INPUT);
    duration_sensor_1 = pulseIn(echoPin_sensor_1, HIGH);
  }
}

```

```

jarak_sensor_1=(duration_sensor_1/58.0);

//-----sensor 2-----
digitalWrite(trigPin_sensor_2, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin_sensor_2, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin_sensor_2, LOW);
pinMode(echoPin_sensor_2, INPUT);
duration_sensor_2 = pulseIn(echoPin_sensor_2, HIGH);
jarak_sensor_2=(duration_sensor_2/58.0);

//-----sensor 3-----
digitalWrite(trigPin_sensor_3, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin_sensor_3, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin_sensor_3, LOW);
pinMode(echoPin_sensor_3, INPUT);
duration_sensor_3 = pulseIn(echoPin_sensor_3, HIGH);
jarak_sensor_3=(duration_sensor_3/58.0);

//-----sensor 4-----
digitalWrite(trigPin_sensor_4, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin_sensor_4, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin_sensor_4, LOW);
pinMode(echoPin_sensor_4, INPUT);
duration_sensor_4 = pulseIn(echoPin_sensor_4, HIGH);
jarak_sensor_4=(duration_sensor_4/58.0);

//Program Sensor 1
if(jarak_sensor_1<5 && jarak_sensor_2>0)
{
  timeawal=millis();
  Serial.println("S1 detik");
  Serial.println(timeawal);

  digitalWrite(led_hijau_1, LOW);
  digitalWrite(led_hijau_2, LOW);
  digitalWrite(led_merah_1, HIGH);
  digitalWrite(led_merah_2, HIGH);
  digitalWrite(buzzer, HIGH);

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Kereta datang ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("dimohon berhenti ");
  delay(2500);
  lcd.clear();
  delay(7000);
}

```

```

//Program Sensor 2
else if(jarak_sensor_2<5 && jarak_sensor_1>0)
{
    count=14;
    timeakhir=millis();
    timeakhir=timeakhir-timeawal + 600;
    timeakhir=timeakhir/1000;
    float jarak=40;
    kecepatan=jarak/timeakhir;

    digitalWrite(led_hijau_1, LOW);
    digitalWrite(led_hijau_2, LOW);
    digitalWrite(led_merah_1, HIGH);
    digitalWrite(led_merah_2, HIGH);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Palang pintu   ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("akan menutup !! ");
    delay(500);
    lcd.clear();

    pos=0;
    myservo.write(pos);
    delay(1000);

    int a=0;

    for(a=14; a>=0; a--)
    {
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Speed : ");
        lcd.print(kecepatan);
        lcd.print(" ");
        lcd.print("cms");

        count--;
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Time  : ");
        lcd.print(count);
        lcd.print("                ");
        delay(1000);
        lcd.clear();
        delay(10);

        if(count==0) {
            count=0;
            lcd.clear();
            delay(1000);
            break;
        }
    }
}
}

```

```

//Program Sensor 3
else if(jarak_sensor_3<5 && jarak_sensor_1>0)
{
  lcd.clear();
  digitalWrite(led_merah_1, LOW);
  digitalWrite(led_merah_2, LOW);
  digitalWrite(led_hijau_1, HIGH);
  digitalWrite(led_hijau_2, HIGH);
  digitalWrite(buzzer, LOW);

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Palang pintu   ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("akan membuka !! ");
  delay(1000);

  if(pos<=0)
  {
    pos=90;
    myservo.write(pos);
    delay(100);
  }
}

//Program Sensor 4
else if(jarak_sensor_4<5 && jarak_sensor_1>0 &&
jarak_sensor_2>0 && jarak_sensor_3>0)
{
  count=10;
  digitalWrite(led_merah_1, LOW);
  digitalWrite(led_merah_2, LOW);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  digitalWrite(led_hijau_1, HIGH);
  digitalWrite(led_hijau_2, HIGH);

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Silahkan hati2 ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("di jalan !!   ");
  delay(5000);
  digitalWrite(led_hijau_1,LOW);
  digitalWrite(led_hijau_2, LOW);
}

//Program manual untuk control servo
else if(digitalRead(button)==LOW)
{
  if(pos>0)
  {
    pos--;
    myservo.write(pos);
    delay(30);

    if(pos==0)
    {

```

```
        button==HIGH;
    }
}

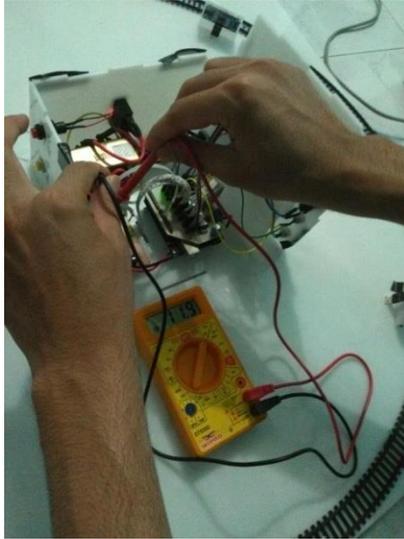
else if (digitalRead(button)==HIGH)
{
    pos=90;
    myservo.write(pos);
}
}

/*if(pos<=90)
{
    pos++;
    myservo.write(pos);
    delay(15);
    digitalWrite(button, HIGH);
    delay(15);
} */
//}

/*if(digitalRead(button)==HIGH)
{
    pos=0;
    myservo.write(pos);
}
}*/
//}
```

Lampiran 10. Hasil Pengujian

A. Pengujian Catu Daya



B. Pengujian Mikrokontroler



C. Pengujian Sensor Ultrasonik

