



**MINIATUR PALANG PINTU KERETA API
OTOMATIS DENGAN MENAMPILKAN KECEPATAN
KERETA SERTA WAKTU TUNGGU
MENGUNAKAN ARDUINO**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana

Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

M. Azzam Firdaus NIM. 5301411003

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

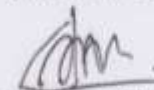
2016

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, Desember 2015
yang membuat pernyataan,




M. Azzam Firdaus
NIM. 5301411003

LEMBAR PENGESAHAN


Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 15 Desember 2015.

Panitia


Ketua


Drs. Suryono, M.T.
NIP. 195503161985031001

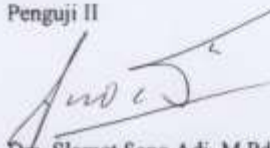
Sekretaris,


Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

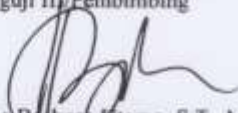
Penguji I


Dr. Ir. Subiyanto, S.T., M.T.
NIP. 197411232005011001

Penguji II


Drs. Slamet Seno Adi, M.Pd., M.T.
NIP. 195812181985031004

Penguji III/Pembimbing


Aryo Bekoro Utomo, S.T., M.T.
NIP. 198409092012121002

Mengetahui,

Dean Fakultas Teknik


Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : M. Azzam Firdaus
NIM : 5301411003
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1
Judul Skripsi : MINIATUR PALANG PINTU KERETA API
OTOMATIS DENGAN MENAMPILKAN KECEPATAN
KERETA SERTA WAKTU TUNGGU MENGGUNAKAN
ARDUINO.

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke panitia sidang ujian skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FT.UNNES

Semarang, Desember 2015

Dosen Pembimbing,



Aryo Baskoro Momo, S.T, M.T.
NIP.198409092012121002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- “Mengerjakan skripsi itu seperti perjalanan turing, kadang melintasi jalan mulus dan lurus, kadang jalan terjal dan berliku, tapi ketika sampai di tujuan semuanya akan terbayarkan dan kamu bisa tersenyum bahagia”.
- “Tuhan tidak akan memberi cobaan diluar kemampuan hambannya, percayalah” .

PERSEMBAHAN :

- ❖ Untuk seluruh keluarga besarku yang selalu memberikan doa dan motivasinya dengan tulus ikhlas.
- ❖ Untuk Hindun Choiriyah, S.E.
- ❖ Sahabat – sahabatku dan Teman-teman seperjuangan Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2011 yang selalu memberikan semangat dan sumbang saran.

ABSTRAK

M. Azzam Firdaus. 2015. **Miniatur Palang Pintu Kereta Otomatis Dengan Menampilkan Kecepatan Kereta Serta Waktu Tunggu Menggunakan Arduino**. Pembimbing Aryo Baskoro Utomo, S.T., M.T. Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Kata kunci: kereta api, pintu perlintasan, sensor *ultrasonic*, arduino uno.

Kecelakaan kereta api merupakan salah satu peristiwa transportasi. Salah satu masalah yang mengemuka adalah persoalan palang pintu perlintasan kereta. Kecelakaan yang sering terjadi umumnya disebabkan karena kelalaian petugas penjaga palang pintu. Faktor manusia dan teknologi sering menjadi sorotan dalam banyak kasus di perlintasan kereta api. Beberapa penelitian teknologi palang pintu kereta otomatis pernah dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan penelitian teknologi palang pintu kereta otomatis.

Metode *Research and Development* atau R&D di terapkan dalam penelitian ini. Pengembangan penelitian sebelumnya dilakukan dengan menambahkan sistem pengukur kecepatan kereta dan kontrol manual pada palang pintu otomatis. Perancangan pada pembuatan miniatur ini dimulai dari pembuatan rangkaian catu daya, rangkaian alarm, rangkaian kontrol manual dan membuat komunikasi sensor srf-04, *servo*, alarm dan LCD dengan arduino. Ujicoba miniatur dilakukan dalam dua tahapan yaitu uji fungsional dan uji unjuk kerja miniatur. Uji fungsional meliputi uji sistem secara keseluruhan dan uji sistem pengukur kecepatan. Uji unjuk kerja miniatur meliputi uji rangkaian catu daya, uji sensor srf-04 dan ketelitian sudut pada *servo*.

Hasil dari penelitian ini berupa miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino. Berdasarkan hasil uji coba miniatur dapat bekerja dengan baik. Pintu dapat menutup secara otomatis dan sistem dapat mengukur kecepatan kereta, serta pada keadaan darurat palang pintu dapat dioperasikan secara manual. Kecepatan terukur kereta maksimal 250 cm/s. Pergerakan *servo* dengan program pada miniatur memiliki toleransi 0,45⁰.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat serta karunia-Nya sehingga dapat diselesaikan skripsi dengan judul " Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis Dengan Menampilkan Kecepatan Serta Waktu Tunggu Kedatangan Kereta Menggunakan Arduino". Keberhasilan dan kesuksesan dalam penyusunan skripsi ini tentu saja berkat bimbingan, arahan, serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu diucapkan banyak terima kasih serta penghargaan sebesar - besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Bapak Dr. Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang
3. Bapak Aryo Baskoro Utomo, S.T., M.T. Dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ilmu bermanfaat.
5. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang angkatan 2011.
6. Teman Kos Didik Muklis
7. Dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu - persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak yang telah membaca. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca juga pihak lain yang memerlukannya. Amiin.

Semarang, Januari 2016

Penulis



M. Azzam Firdaus

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Batasan masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
1.7 Penegasan Istilah.....	8
1.8 Sistematika Penulisan Skripsi	9

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1	Penelitian Terdahulu	11
2.2	Kerangka Fikir	14
2.3	Landasan Teori.....	16
2.3.1	Palang Pintu Perlintasan Kereta.....	16
2.3.2	Miniatur Kereta Beserta Miniatur Palang Pintu Perlintasan Kereta	17
2.3.3	Microcontroller	17
2.3.3.1	Arduino Uno	
2.3.3.2	Pembuatan Program.....	
2.3.4	Sensor.....	22
2.3.5	Motor <i>Servo</i> DC.....	23
2.3.6	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	24
2.3.7	Adaptor / <i>Power Supply</i>	25
2.3.8	<i>Buzzer</i>	25

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1	Metode <i>Research and Development</i>	27
3.2	Identifikasi Kebutuhan	29
3.3	Analisis Kebutuhan	30
3.4	Blok Sistem dan Konfigurasi pin Arduino.....	31
3.5	<i>Flow Chart</i> cara kerja miniatur	33
3.6	Penempatan Sensor Pada Miniatur.....	36
3.7	Pembuatan miniatur	36
3.7.1	Pembuatan Kontruksi Alas miniatur	37

3.7.2	Rancang Bangun Palang Pintu Kereta	38
3.7.3	Perancangan Rangkaian	39
3.7.4	Langkah – Langkah Pembuatan <i>Hardware</i>	43
3.8	Pengoperasian Miniatur	46
3.9	Pengujian Miniatur.....	46
3.10	Pengambilan Data	47
BAB IV.HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis	48
4.2	Pengujian Miniatur dan Pembahasan Hasil Uji Miniatur	52
4.2.1	Uji Fungsional dan Uji Unjuk Kerja Miniatur	52
4.2.2	Pembahasan Hasil Uji Miniatur	64
4.3	Pengembangan (<i>Development</i>).....	72
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA		76
LAMPIRAN		78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Kerangka Fikir.....	15
Gambar 2.2 Aturan Desain Pintu Perlintasan Kereta.....	16
Gambar 2.3 Board Arduino.....	18
Gambar 2.4 Icon Arduino Uno	19
Gambar 2.5 Halaman Pemograman Arduino.....	19
Gambar 2.6 Halaman Library Arduino	20
Gambar 2.7 Sensor SRF-04	22
Gambar 2.8 Skema Ekuivalen Motor DC dengan Kontrol Kecepatan	24
Gambar 2.9 Motor DC Servo dengan Kontrol Kecepatan	24
Gambar 2.10 LCD 1602.....	25
Gambar 2.11 Buzzer.....	26
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	28
Gambar 3.2 Blok Sistem Miniatur palang kereta Otomatis	31
Gambar 3.3 Konfigurasi penggunaan pin Arduino	33
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Buka Tutup Palang Pintu Perlintasan Kereta	34
Gambar 3.5 Miniatur rel kereta beserta penempatan sensor	35
Gambar 3.6 Alas Penyangga Miniatur Palang Kereta Otomatis.....	37
Gambar 3.7 Tempat Rangkaian Miniatur	38
Gambar 3.8 Desain Miniatur Palang Pintu Kereta	39

Gambar 3.9 Rangkaian <i>Power Supply</i>	40
Gambar 3.10 Rangkaian <i>Buzzer</i>	41
Gambar 3.11 Rangkaian <i>Reset</i> Arduino.....	41
Gambar 3.12 Rangkaian Kontrol Manual	41
Gambar 3.13 Layout <i>Power Supply</i> Pandangan Atas	44
Gambar 3.14 Layout <i>Power Supply</i> Pandangan bawah	45
Gambar 3.15 Rangkaian <i>Buzzer</i> Pandangan Atas	45
Gambar 3.16 Rangkaian <i>Buzzer</i> Pandangan Bawah	45
Gambar 3.17 Rangkaian <i>Reset</i> Arduino Pandangan Atas.....	45
Gambar 3.18 Rangkaian <i>Reset</i> Arduino Pandangan Bawah	46
Gambar 4.1 Miniatur Palang Kereta Otomatis	48
Gambar 4.2 Perangkat <i>Hardware</i>	49
Gambar 4.3 Rangkaian Catu Daya.....	56
Gambar 4.4 Pengukuran Sensor Secara Manual	57
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Sensor.....	59
Gambar 4.6 Pulsa Sinyal Sensor <i>Ultrasonic</i>	61
Gambar 4.7 Grafik perbedaan Pengukuran ketelitian Sudut <i>Servo</i>	62
Gambar 4.8 Pengujian Rangkaian Catu Daya dengan <i>Software Livewire</i>	65
Gambar 4.9 Tegangan <i>Output</i> Dari IC 7812.....	66
Gambar 4.10 Tegangan Setelah <i>Diode</i> Jembatan	67
Gambar 4.11 Gelombang Tegangan <i>Ripple</i>	67
Gambar 4.12 Pergerakan <i>Servo</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rincian Perlintasan Sebidang di Jawa Tengah.....	1
Tabel 1.2 Data Jumlah Korban Kecelakaan Kereta	3
Tabel 2.1 Pin LCD 1602	84
Tabel 3.1 Sambungan Pin SRF-04 Ke <i>Microcontroller</i> (Arduino).....	42
Tabel 3.2 Sambungan Pin LCD Dengan Arduino.....	43
Tabel 4.1 Uji Sistem miniatur	53
Tabel 4.2 Pengujian Gangguan Terhadap Sensor	54
Tabel 4.3 Hasil Uji Sistem Pengukur Kecepatan	55
Tabel 4.4 Pengujian Tegangan <i>Output Regulator</i>	56
Tabel 4.5 Pengujian Arus dengan Beban Sensor dan <i>Servo</i>	57
Tabel 4.6 Pengujian Sensor SRF-04	58
Tabel 4.7 Data Hasil pengujian Ketelitian Sudut <i>Servo</i>	62
Tabel 4.8 Perbedaan Penelitian Sebelumnya dengan Penelitian Yang Telah Dilakukan	72
Tabel 4.9 Perbedaan Spesifikasi	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pintu perlintasan kereta api merupakan salah satu dari rangkaian teknologi yang terdapat dalam sistem perkereta apian. Perlintasan kereta api di bagi dalam dua macam, yaitu perlintasan sebidang dan perlintasan tidak sebidang. Perlintasan sebidang yang diartikan sebagai elevasi jalan rel dan jalan raya ada pada satu bidang. Perlintasan tidak sebidang yang di artikan sebagai elevasi jalan rel dan jalan raya tidak berada pada satu bidang (Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Darat SK.770/KA.401/DRJD/2005). Perlintasan sebidang ada yang berpintu dan ada yang tanpa pintu. Berdasarkan data Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika (Dishubkominfo) Jateng, pada tahun 2014 perlintasan sebidang kereta api di Jawa Tengah mencapai 1809 unit, rinciannya ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Rincian perlintasan sebidang di Jawa Tengah Tahun 2014

No	Daop	Perlintasan Sebidang			
		Dijaga	Tidak dijaga	Liar	Total
1	III Cirebon	66	154	4	224
2	IV Semarang	92	520	-	705
3	V Purwokerto	91	261	25	377
4	VI Yogyakarta	116	318	69	503
Total		365	1253	98	1809

Pada perlintasan berpintu di jaga oleh petugas jaga lintasan. Petugas jaga lintasan memiliki tugas sebagai berikut :

1. *Standby* (siaga) di gardu perlintasan ada atau tidak ada jadwal kereta api yang lewat.
2. Selalu memonitor kondisi lalu lintas dan perjalanan kereta.
3. Mengoperasikan peralatan pintu perlintasan dan peralatan kerja lainnya. Mengatur atau menghentikan sementara kendaraan yang akan melintasi jalur perjalanan kereta api.
4. Mengambil tindakan darurat dalam hal peralatan perlintasan kereta api tidak berfungsi (*Dishubkominfo.tegalkota.go.id*).

Kecelakaan kereta api merupakan salah satu peristiwa transportasi yang sering terjadi di Indonesia. Salah satu permasalahan yang mengemuka adalah persoalan pintu perlintasan kereta api. Kecelakaan yang sering terjadi di sekitar pintu perlintasan kereta api di sebabkan kelalaian petugas penjaga pintu atau sikap dari para pengemudi yang tidak disiplin. Berikut merupakan beberapa kejadian kecelakaan kereta di perlintasan:

1. 15 Juli 2014 pukul 23.37 WIB sepasang KA inspeksi Sindoro-Semeru bernomor SI 31101 menabrak truk *crane* di JPL 49 KM 20+310 Jl. Banjarkemantren, Buduran, Sidoarjo, Jawa Timur. Akibatnya, masinis kereta Linda Bagus Sujarmanto (23) dan operator *crane* Abdul Mufid tewas terjepit sedangkan 2 lain luka berat dan mengakibatkan KAIS Sindoro dan truk rusak berat juga palang pintu dan tiang lampu perlintasan hancur berantakan. Penyebabnya dikarenakan penjaga petugas jaga lintasan tertidur pada waktu

kejadian dan tidak menutup palang pintu karena tidak mendengar ada suara pemberitahuan untuk menutup pintu juga kereta itu tidak memiliki jadwal untuk melintas (kereta luar biasa).

2. 21 Juli 2014 pukul 10.00 WIB KA Mutiara timur relasi Surabaya Gubeng - Banyuwangi berloko CC 203 02 01 menabrak tiga kendaraan di Perlintasan latek, Bangil Pasuruan. Akibat kejadian ini, dua orang yakni sopir dan kenek truk muat ikan mengalami luka berat.
3. 08 Oktober 2014 pukul 11.38 WIB KA Argo Bromo Anggrek menabrak mobil kijang *grand extra* abu-abu bernomor polisi B 1131 KMB di perlintasan liar kilometer 20 antara stasiun Tegowanu menuju stasiun Brumbung Demak. Kecelakaan itu mengakibatkan enam penumpang tewas dan tiga penumpang lainnya mengalami luka-luka (*wikipedia.org*).

Kecelakaan kereta api juga menyebabkan korban jiwa maupun luka – luka. Data jumlah korban kecelakaan kereta api dari tahun 2010 sampai bulan April tahun 2014 ditunjukkan pada Tabel 1.2. Penyebab kecelakan kereta api terdiri atas faktor manusia / operator (28 persen), prasarana (15 persen), alam (21 persen) sarana (28 persen) dan faktor eksternal (8 persen) (*dephub.go.id*).

Tabel 1.2. Data jumlah korban kecelakaan kereta

Tahun	Meninggal	Luka berat	Luka ringan
2010	43	58	97
2011	4	23	24
2012	4	8	37
2013	-	-	39
April 2014	3	4	-

Dalam rangka mengurangi kecelakaan tersebut perlu kiranya di perlintasan yang tidak dijaga diberi pintu perlintasan otomatis. Sedangkan di perlintasan yang dijaga dipasang kontrol pintu otomatis untuk mengurangi *human error*, tetapi tetap dapat di kontrol secara manual ketika di perlukan. Berdasarkan dari itu banyak penelitian yang sudah dilakukan untuk membuat palang pintu otomatis, penelitian tentang palang pintu kereta otomatis antara lain yaitu:

1. Rancang bangun pengendalian palang pintu kereta api menggunakan waktu tunggu berbasis PLC (Hengky Ady Saputra : 2008). Palang pintu kereta otomatis menggunakan sensor cahaya berbasis PLC (*Programmable Logic Control*).
2. Palang pintu kereta otomatis dengan indikator suara sebagai peringatan dini berbasis *microcontroller* AT89S51 (Muhammad Subali : 2008). Palang pintu kereta otomatis menggunakan dua buah sensor *fototransistor* dan dikendalikan dengan *microcontroller* AT89S51.
3. *Prototype* pintu lintasan rel kereta api otomatis berbasis *microcontroller* AT89S51 (Rasional Sitepu : 2008). Palang pintu kereta otomatis menggunakan dua buah sensor inframerah dan dikendalikan dengan *microcontroller* AT89S51.

Dalam beberapa penelitian tersebut masih terdapat kekurangan diantaranya :

1. Penggunaan sensor cahaya untuk mendeteksi kereta masih kurang akurat.
2. Palang pintu kereta hanya bersistem otomatis tanpa dilengkapi sistem manual.
3. Belum adanya sensor di palang kereta.

4. Belum adanya tampilan waktu hitung mundur kedatangan kereta.

Berdasarkan hal – hal tersebut dan melihat penelitian sebelumnya yang menggunakan *microcontroller* jenis lama dan PLC maka akan dilakukan penelitian dengan judul “**Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis Dengan Menampilkan Kecepatan Kereta Serta Waktu Tunggu Menggunakan Arduino**”. Miniatur ini diharapkan dapat mengatur buka tutup palang pintu perlintasan kereta api dan menampilkan kecepatan kereta api serta waktu tunggu kedatangan kereta api yang di operasikan secara otomatis dengan menggunakan arduino uno. Menampilkan kecepatan dan waktu tunggu kedatangan kereta api diharapkan dapat meningkatkan kedisiplinan para pengguna jalan raya.

1.2. Identifikasi Masalah

Dari uraian permasalahan latar belakang yang dikaji menyebutkan bahwa kecelakaan pada pengaman palang pintu perlintasan kereta api masih sering terjadi. Oleh sebab itu perlu di rancang sistem pengaman yang lebih baik untuk mengurangi jumlah kecelakaan pada perlintasan palang pintu kereta api. Penelitian tentang palang kereta otomatis sebelumnya sudah pernah dilakukan namun masih memiliki kekurangan sehingga penulis membuat miniatur palang pintu kereta otomatis menggunakan arduino sebagai sistem kontrolnya.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan di atas, permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membuat miniatur palang pintu kereta api otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino?

2. Bagaimana unjuk kerja miniatur palang pintu kereta api otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino?

1.4. Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mempersempit ruang lingkup permasalahan yang akan dikaji lebih lanjut.

Pembatasan masalah tersebut antara lain:

1. Pembuatan miniatur palang pintu kereta api otomatis menggunakan arduino uno.
2. Sensor *ultrasonic* yang digunakan adalah SRF-04.
3. Menampilkan kecepatan kereta dan waktu hitung kedatangan kereta dengan LCD 1602.
4. Waktu hitung kedatangan kereta api adalah waktu prakiraan.
5. Pada miniatur ini digunakan satu Palang pintu yang di gerakkan dengan *servo* 180⁰.
6. Sistem pada miniatur ini di desain untuk satu jalur dan satu arah kereta api.
7. Rancang bangun sistem ini dapat digunakan dengan miniatur yang telah disesuaikan.
8. Acuan yang digunakan pada simulasi ini adalah kereta api dengan kecepatan 80 km/jam untuk menentukan penempatan sensor.

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini:

1. Merealisasikan miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino.
2. Mengetahui unjuk kerja dari miniatur palang pintu kereta api otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino.

1.6. Manfaat Penelitian

Pembuatan penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa dan lembaga pendidikan. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain :

1. Bagi mahasiswa.
 - a. Dapat digunakan sebagai pembelajaran dan penambah wawasan tentang miniatur palang pintu kereta api otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino, serta sebagai kajian untuk pengembangan selanjutnya.
 - b. Sebagai bentuk kontribusi terhadap Universitas dan pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk karya alat yang bermanfaat.
2. Bagi program studi Pendidikan Teknik Elektro.
 - a. Sebagai wujud dari perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK).

- b. Sebagai parameter kualitas dan kuantitas lulusan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

1.7. Penegasan Istilah

1. Miniatur

Miniatur adalah tiruan sesuatu dalam skala yang diperkecil. (Kamus Besar Bahasa Indonesia).

2. Palang pintu perlintasan kereta API

Palang pintu perlintasan kereta api adalah pengaman tambahan yang digunakan untuk keselamatan perjalanan kereta api dan pemakai jalan (Undang-Undang Tahun 2007 Nomor 23 tentang Perkeretaapian).

3. Sensor *ultrasonic* SRF-04

Sensor *ultrasonic* SRF-04 merupakan sensor jarak yang tersusun atas *device transmitter* dan *receiver ultrasonic* dalam 1 *package* buatan *Devantech* yang dapat membaca jarak dengan prinsip *sonar*.

4. Arduino uno

Arduino uno adalah papan elektronik yang mengandung *microcontroller* Atmega328 yang memiliki blok memori *flash* untuk menyimpan intruksi program, *SRAM (Random Access Memory)* untuk penyimpanan *variable* data sementara dan *EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)* sebagai media penyimpanan data yang tetap tersimpan meskipun *microcontroller* dalam kondisi tidak dicatu (Jazi Eko Istiyanto,2013:6).

1.8. Sistematika Penulisan Skripsi

Adapun susunan sistematika penyusunan skripsi ini terdiri dari bagian awal, isi dan akhir.

1. Bagian awal:

Halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar dan daftar lampiran.

2. Bagian isi terdiri dari 4 bab yaitu:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang penelitian terdahulu, kerangka fikir yang melandasi tentang pelaksanaan dan pembuatan miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menggunakan arduino, sensor SRF-04, *servo* dimana salah satu fiturnya adalah untuk mendeteksi kecepatan kereta dan waktu tunggu kedatangan kereta dan teori-teori relevan,.

BAB III: PERANCANGAN DAN PENGUJIAN ALAT

Bab ini berisi tentang perancangan dan langkah-langkah pembuatan miniatur palang pintu kereta api otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino.

BAB IV: HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian dan pembahasan.

BAB V: PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.

3. Bagian akhir berisi:

Daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada Bab II akan dibahas penelitian terdahulu, kerangka pikir dan beberapa teori penunjang, antara lain : kereta api, palang pintu perlintasan, *microcontroller*, *arduino uno*, sensor, sensor *ultrasonic* SRF-04, motor *servo* DC, LCD 1602, *adaptor* dan *buzzer*.

2.1. Penelitian Terdahulu

Rasional Sitepu (2008) dalam penelitiannya tentang *prototype* pintu lintasan rel kereta api otomatis menyatakan sebuah teknologi otomatis pada dasarnya merupakan teknologi yang dapat bekerja sendiri dalam melaksanakan tugas pokoknya tanpa bantuan operator atau manusia. Dalam hal pintu lintasan kereta api otomatis berarti pintu tersebut dapat membuka dan menutup sendiri sesuai dengan keberadaan kereta api tanpa bantuan operator seperti halnya pada pintu lintasan yang manual. Untuk itu perlu di rancang suatu sistem pintu lintasan yang mampu mengatur diri sendiri tanpa bantuan manusia (operator). Upaya mewujudkan pintu lintasan yang otomatis tidaklah terlalu sulit. Hal ini di tunjang oleh ketersediaan teknologi yang kian maju terutama ketersediaan teknologi informasi.

Teknologi informasi adalah teknologi yang menggabungkan komputasi dengan jalur komunikasi berkecepatan tinggi yang membawa data, suara dan video. Teknologi informasi dapat di kelompokkan menjadi enam kelompok

teknologi yakni : (1) teknologi input, (2) teknologi output, (3) teknologi mesin pengolah/pengendali, (4) teknologi penyimpanan (memori), (5) teknologi perangkat lunak, (6) teknologi komunikasi. Kehadiran teknologi informasi telah banyak membantu manusia dalam menyelesaikan tugas-tugas maupun masalah-masalah dalam pekerjaan terutama yang kompleks, rutin, atau berbahaya. Hal ini nampak dari peranannya dalam bidang perbankan, dunia pendidikan, dunia medis, kepolisian, perdagangan dan perancangan produk. Ini berarti penggunaan teknologi informasi dari waktu ke waktu semakin meluas. Tentu teknologi informasi juga dapat berperan dalam dunia transportasi.

Penelitian yang berkaitan dengan penggunaan teknologi informasi yang di terapkan pada dunia transportasi sebelumnya antara lain yaitu :

1. Rancang bangun pengendalian palang pintu kereta api menggunakan waktu tunggu berbasis PLC (Hengky Ady Saputra : 2008). Palang pintu kereta otomatis menggunakan sensor cahaya berbasis PLC. Membahas tentang palang pintu kereta otomatis dengan menggunakan empat buah sensor LDR yang dikendalikan oleh PLC, pengambilan data penelitian di ambil dari pengujian diagram tangga, pengujian input output PLC, pengujian reaksi sensor cahaya untuk mendeteksi kecepatan gerakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor cahaya tidak dapat merespon gerakan yang melebihi 6 Km/jam.
2. Palang pintu kereta otomatis dengan indikator suara sebagai peringatan dini berbasis *microcontroller* AT89C51 (Firmansyah: 2008). Membahas tentang palang kereta otomatis yang menggunakan sensor *fototransistor* yang di

kendalikan *microcontroller* AT89C51. Dengan hasil penelitian *prototype* palang kereta otomatis yang dapat bekerja namun pembacaan sensor *fototransistor* masih kurang akurat.

3. *Prototype* pintu lintasan kereta api otomatis menggunakan *microcontroller* dan teknologi komunikasi *frekuensi* radio (Rasional Sitepu: 2008). Palang pintu kereta otomatis menggunakan sensor cahaya untuk mendeteksi gerakan, hasil deteksi sensor di kirimkan modul *frekuensi* radio ke *microcontroller* AT89S51. Pengambilan data pada penelitian ini di ambil dari data sensor inframerah, modul FR. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jika suplai energi listrik lemah maka sensor inframerah tidak mampu mendeteksi keberadaan kereta.

Hasil dari beberapa penelitian tersebut berupa *prototype* palang pintu yang dapat bekerja secara otomatis namun masih memiliki kekurangan diantaranya yaitu sensor LDR, inframerah dan *fototransistor* masih kurang akurat dalam membaca keberadaan kereta, belum adanya sensor di palang pintu sehingga ketika palang pintu menutup atau membuka tidak mampu mendeteksi apakah ada benda yang menghalangi di bawahnya atau tidak dan belum adanya tampilan waktu tunggu kedatangan kereta. Menampilkan kecepatan kereta merupakan rencana dari pengembangan penelitian sebelumnya. Penelitian tentang *prototype* deteksi kecepatan kendaraan sebelumnya telah diteliti oleh (Decy Natalia: 2011) perancangan *prototype* deteksi kecepatan kendaraan berbasis *microcontroller* Atmega 8535. Membahas tentang penggunaan sensor *ultrasonic* SRF-04 untuk membaca pergerakan miniatur kendaran. Hasil dari penelitian ini terdapat selisih

antara hasil hitung otomatis dan manual sebesar 1,973 cm/s. Untuk membuat miniatur palang pintu kereta api otomatis menggunakan sensor *ultrasonic* dengan menampilkan kecepatan kereta api berbasis arduino uno dibutuhkan beberapa modul seperti modul arduino, modul sensor SRF-04, motor dc *servo*, lcd, konektor *i2c*, *adaptor* dan *buzzer*.

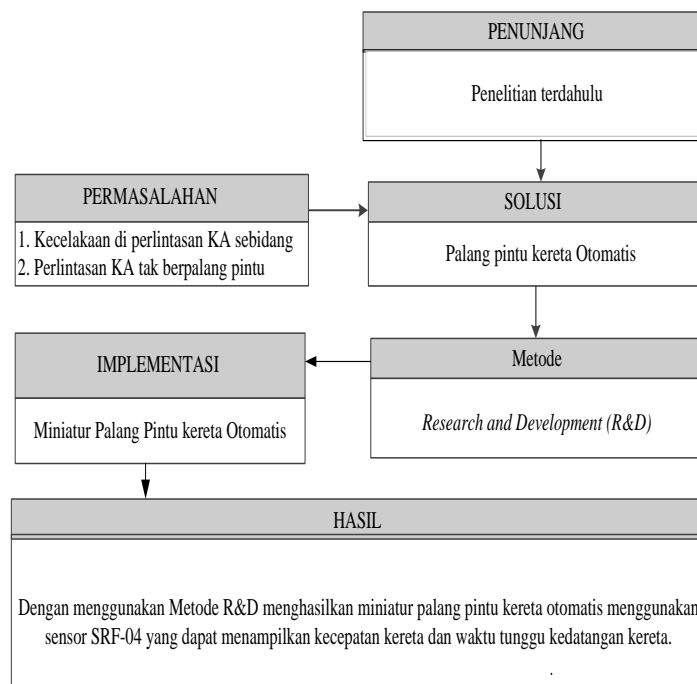
2.2. Kerangka Pikir

Pintu perlintasan kereta api merupakan salah satu dari rangkaian teknologi yang terdapat dalam sistem perkereta apian. Perlintasan kereta api dibagi menjadi dua yaitu perlintasan sebidang dan perlintasan tidak sebidang. Perlintasan sebidang diartikan sebagai elevasi jalan rel dengan jalan raya ada pada satu bidang. Perlintasan tidak sebidang yang diartikan sebagai elevasi jalan rel dan jalan raya tidak berada pada satu bidang (Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Darat SK.770/KA.401/DRJD/2005). Perlintasan sebidang ada yang berpintu dan ada yang tanpa pintu. Berdasarkan data Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika (Dishubkominfo) Jawa Tengah Tahun 2014 perlintasan kereta api di Jateng mencapai 1809 unit, dari jumlah tersebut sebanyak 1351 unit tidak berpintu. Kecelakaan lalu lintas pada perlintasan rel kereta api kerap terjadi di Indonesia. Kecelakaan yang sering terjadi di sekitar pintu perlintasan kereta api di sebabkan kelalaian petugas penjaga pintu atau sikap dari para pengemudi yang tidak disiplin. Untuk menanggulangi permasalahan di perlintasan sebidang salah satunya dengan membangun palang pintu perlintasan otomatis. Hal ini dapat mengurangi *human error* sehingga angka kecelakaan dapat berkurang. Penelitian mengenai Palang pintu perlintasan otomatis telah banyak dilakukan

oleh peneliti terdahulu, tetapi sebagian besar masih banyak memiliki kekurangan di antaranya

1. Penggunaan sensor LDR dan inframerah yang masih kurang akurat dalam membaca kedatangan kereta.
2. Belum adanya kontrol manual ketika sistem otomatis tidak bekerja.
3. Belum adanya tampilan waktu tunggu kedatangan kereta

Sehingga dibutuhkan penelitian lanjutan dengan menggunakan Metode penelitian *Research and Development* (R&D). Metode R&D bisa berupaya melakukan inovasi yang sungguh-sungguh baru. Namun, sering kali memperbaiki atau meningkatkan, memodifikasi dan mempercanggih apa yang telah ada sebelumnya (Nusa putra,2011:133). Skema kerangka pikir penelitian di tunjukkan pada Gambar 2.1.

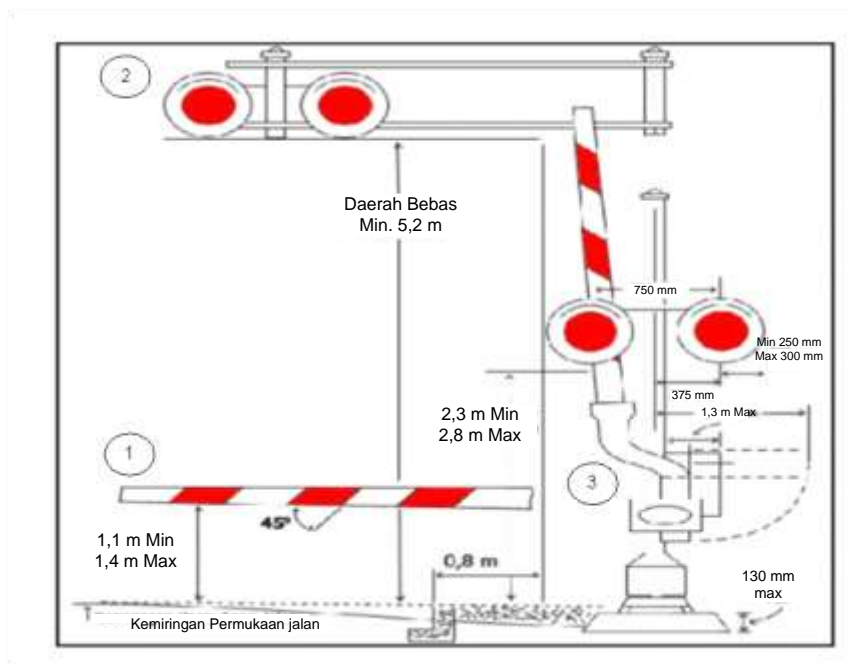


Gambar 2.1. Skema kerangka pikir penelitian

2.3. Landasan Teori

2.3.1. Palang Pintu Perlintasan Kereta

Palang pintu perlintasan kereta adalah pengaman tambahan yang di gunakan untuk menutup lintasan kereta. Aturan desain pintu perlintasan kereta dapat di tunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Aturan desain pintu perlintasan kereta
(Sk Dirjen Perhubungan Darat No SK.770/KA.401/DRJD/2005)

Keterangan :

1. Pintu dengan persyaratan kuat dan ringan, anti karat serta mudah dilihat.
 2. Isyarat lampu lalu lintas satu warna, terdiri dari satu lampu yang menyala berkedip atau dua lampu yang menyala bergantian.
 3. Pengerak palang pintu
- Pengerak ini di operasikan secara manual oleh petugas jaga lintasan.

2.3.2. Miniatur dan miniatur palang pintu perlintasan kereta

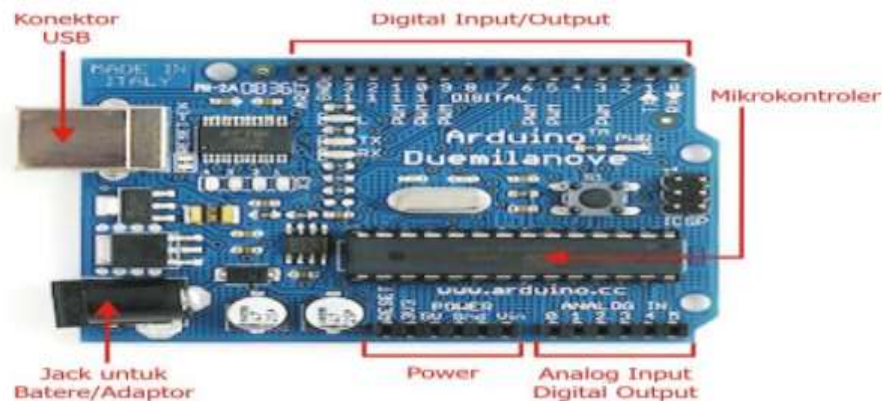
Miniatur adalah tiruan sesuatu dalam skala yang diperkecil (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Pembuatan miniatur palang pintu yang di gunakan pada palang pintu kereta otomatis dibuat dengan menggunakan akrilik yang di gerakkan motor servo DC.

2.3.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian elemennya dikemas dalam satu chip IC sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. *Microcontroller* merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Secara teknis ada dua *microcontroller* yaitu RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) dan CISC (*Complex Instruction Set Computer*) (Anna Nur, 2010).

2.3.3.1. Arduino Uno

Arduino ini merupakan sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Bentuk fisik arduino uno ditunjukkan pada Gambar 2.3. Arduino uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang *microcontroller*, sangat mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB dan mensuplainya dengan sebuah *adaptor AC (Alternating Current)* ke DC (*Direct Current*) atau menggunakan baterai untuk memulainya. ATmega328 pada arduino uno hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan untuk meng-*upload* kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan program *hardware eksternal* (Muhammad Ichwan, 2013).



Gambar 2.3. *Board* arduino uno

Spesifikasi arduino:

Board Arduino bekerja pada tegangan 5 – 12 V, arduino memiliki 20 pin I/O yang terdiri dari 14 pin *digital* dan 6 pin *analog*, pada *board* arduino terdapat mikrokontroler Atmega 328 yang mempunyai kapasitas penyimpanan 32 kb.

(*Arduino-A000066-datasheet*)

2.3.3.2. Pembuatan program

Tahap ini adalah tahap pembuatan program (*coding*). Program ini menggunakan jenis bahasa C++. Pemrograman ini dilakukan untuk mengaktifkan SRF-04, LCD dan *control* lainnya. Berikut adalah Gambar *story board* yang akan digunakan dalam pemrograman :

a. Icon arduino

Icon arduino adalah symbol atau lambang dari *software* arduino. Gambar icon arduino di tunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Icon arduino uno

b. Halaman Pemrograman Arduino

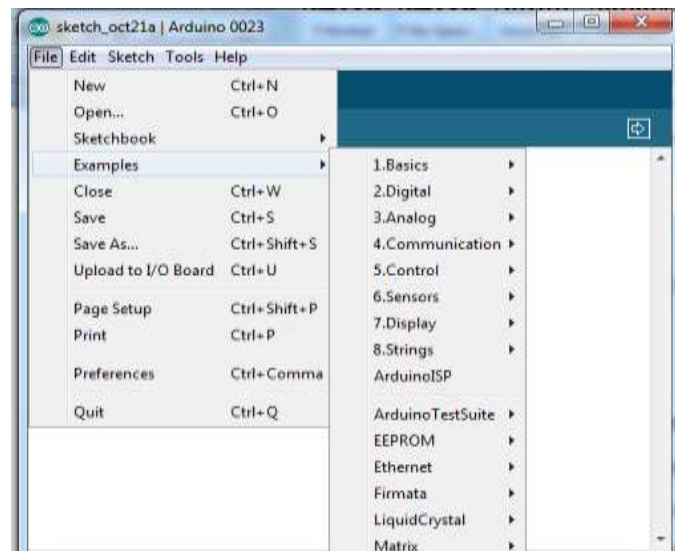
Halaman pemrograman adalah halaman yang digunakan untuk penulisan *coding* atau pemrograman. Gambar halaman pemrograman arduino dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Halaman Pemrograman Arduino

c. Halaman library arduino

Halaman library adalah halaman yang berisi tentang library program yang telah disediakan oleh software arduino uno. Gambar halaman library arduino dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Halaman Library Arduino

d. Dasar – Dasar program arduino

1) *Void setup()*

Berisi kode program yang hanya dijalankan sekali sesaat setelah *microcontroller* dijalankan atau di-*reset*. Merupakan bagian persiapan atau *inisialisasi* program.

2) *Void loop()*

Berisi kode program yang akan dijalankan terus-menerus. Merupakan untuk program utama.

3) Instruksi percabangan *if* dan *if-else*

Instruksi (*if*) dan (*if-else*) akan menguji apakah kondisi tertentu dipenuhi atau tidak. Jika tidak dipenuhi, maka instruksi berikutnya akan dilompati, tetapi jika dipenuhi, maka instruksi berikutnya akan dijalankan.

4) Instruksi perulangan *for-loop*

Perulangan (*for-loop*) akan membuat perulangan pada bloknnya dalam jumlah tertentu, yaitu sebanyak nilai *counter*-nya.

5) *Input Output Digital*

a) *pinMode()*

Ditempatkan di *void setup()*, digunakan untuk mengatur sebuah kaki *I/O digital*, untuk dijadikan *INPUT* atau *OUTPUT*, dengan format penulisan sebagai berikut :

```
pinMode(3,OUTPUT); // menjadikan D3 sebagai OUTPUT
```

b) *digitalRead()*

Digunakan untuk membaca sinyal *digital* yang masuk, digunakan instruksi *digitalRead()*, dengan format penulisan sebagai berikut :

```
int tombol=digitalRead(2); //membaca sinyal masuk di D2
```

c) *digitalWrite()*

Digunakan untuk mengeluarkan sinyal *digital*, dengan format penulisan sebagai berikut :

```
digitalWrite(3,HIGH); //mengeluarkan sinyal HIGH di D3.
```

6) *Komunikasi*

a) *Instruksi serial.available()*

Digunakan untuk mendapatkan jumlah karakter atau *byte* yang telah diterima di *serial port*.

b) *Instruksi serial.read()*

Digunakan untuk membaca data yang telah diterima di *serial port*.

c) *Instruksi serial.print()*

Digunakan untuk mencetak data ke *serial port*.

d) *Instruksi serial.write()*

Digunakan untuk mengirimkan data dalam bentuk *biner*, satu *byte* data setiap pengiriman.

e) *Instruksi serial.begin()*

Digunakan untuk mengatur *baundrate* atau kecepatan (9600).

2.3.4. Sensor

Sensor adalah divais yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisika atau kimia menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. (Hiskia, 2007).



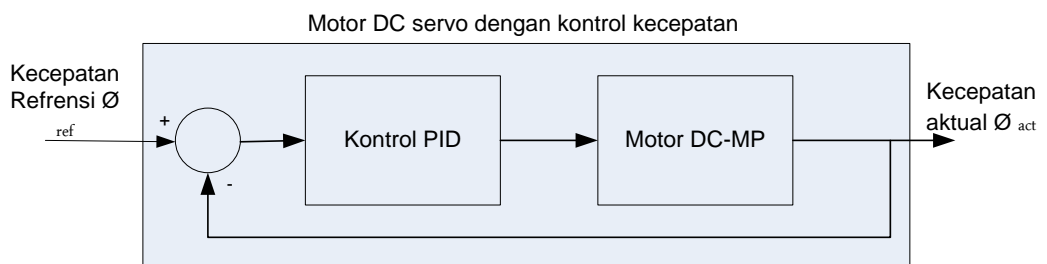
Gambar 2.7. Modul SRF-04

<http://www.robot-electronics.co.uk/html/srf04tech.htm>

Sensor ultrasonik SRF-04 pada dasarnya digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek di depannya jangkauan sensor ini 3 cm sampai 3 meter. Sensor SRF-04 bekerja dengan memancarkan sinyal ultrasonik pada frekuensi 40KHz kemudian menangkap pantulan sinyal tersebut dan jarak di hitung dengan mengalkulasi lebar *pulsa* tundaan (*delay*) antara *pulsa* transmit (*trigger*) dan *pulsa* gema (*echo*) dari sinyal PWM (Jazi Eko Istiyanto, 2014:137-138).

2.3.5. Motor Servo DC

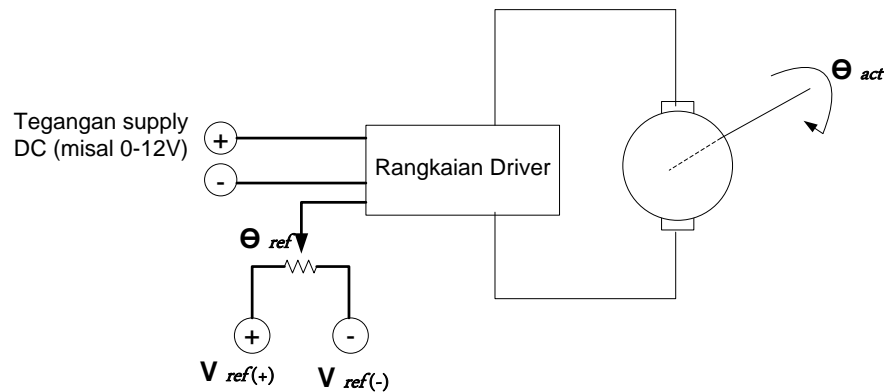
Motor DC Servo (DC-SV) pada dasarnya adalah motor DC magnet permanent (DC-MP) dengan kualifikasi khusus yang sesuai dengan aplikasi “servoing” di dalam teknik kontrol. Tidak ada spesifikasi baku yang disepakati untuk menyatakan bahwa suatu motor DC-MP adalah motor DC-SV. Namun secara umum dapat didefinisikan bahwa motor DC-SV harus memiliki kemampuan yang baik dalam mengatasi perubahan yang sangat cepat dalam hal posisi, kecepatan dan akselerasi. Motor DC-SV juga dikehendaki handal beroperasi dalam lingkup torsi yang berubah - ubah. Beberapa tipe motor DC-SV yang dijual bersamaan dengan paket rangkaian *drivernya* telah memiliki rangkaian kontrol kecepatan yang menyatu didalamnya. Putaran motor tidak lagi berdasarkan tegangan *supply* ke motor, namun berdasarkan tegangan *input* khusus yang berfungsi sebagai referensi kecepatan *output*. Dalam diagram skema ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Skema *ekivalen* motor DC servo dengan kontrol kecepatan (Endra Pitowanto,2006:86-87)

Skema dalam Gambar 2.8. Dapat dinyatakan dalam tata rangkaian seperti pada Gambar 2.9. Kecepatan putar motor tidak diatur dari tegangan supply DC, namun melalui tegangan referensi yang diartikan sebagai θ_{ref} . Dalam beberapa tipe

produk, nilai tegangan sebagai θ_{ref} ini mempunyai karakteristik yang linier terhadap θ_{act} . (Endra Pitowanto, 2006:86-87).



Gambar 2.9. Motor DC *servo* dengan control kecepatan

(Endra Pitowanto, 2006:86-87)

2.3.6. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD adalah suatu *display* dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan *system dot matriks*. LCD banyak digunakan sebagai *display* dari alat-alat elektronika seperti kalkulator, *multitester digital*, jam *digital* dan sebagainya (Faela Shofa, 2015). Tipe LCD yang digunakan yaitu LCD 1602, Contoh LCD 1602 dapat di lihat pada Gambar 2.10. LCD 1602 ini memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing-masing dapat dilihat di halaman lampiran.



Gambar 2.10. LCD 1602

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

2.3.7. *Adaptor / Power Supply*

Adaptor yaitu piranti elektronik yang bisa mengubah tegangan listrik (AC) yang tinggi jadi tegangan listrik (DC) yang rendah, namun ada juga jenis *adaptor* yang bisa mengubah tegangan listrik yang rendah jadi tegangan listrik yang tinggi, dan ada beberapa jenis adaptor diantaranya :

1. *Adaptor DC converter*

Adalah *adaptor* yang bisa mengubah tegangan DC yang besar jadi tegangan DC yang kecil. Contohnya tegangan 12 VDC jadi 6 VDC.

2. *Adaptor step up* serta *step down*

Adaptor step up yaitu adaptor yang bisa mengubah tegangan AC yang kecil jadi tegangan AC yang besar. Contohnya tegangan 110V jadi tegangan 220V.

Adaptor step down yaitu *adaptor* yang bisa mengubah tegangan AC yang besar jadi tegangan AC yang kecil. Contohnya tegangan 220V menjadi tegangan 110V.

3. *Adaptor power supply*

Adalah *adaptor* yang bisa mengubah tegangan listrik AC yang besar jadi tegangan DC yang kecil. Contohnya tegangan 220V AC jadi tegangan 6V, 9V, atau 12VDC.

2.3.8. *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara, contoh komponen *buzzer* dapat di lihat pada Gambar 2.11. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma

dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam 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. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm) (Lena dan Putrawan, 2014).



Gambar 2.11. *Buzzer*

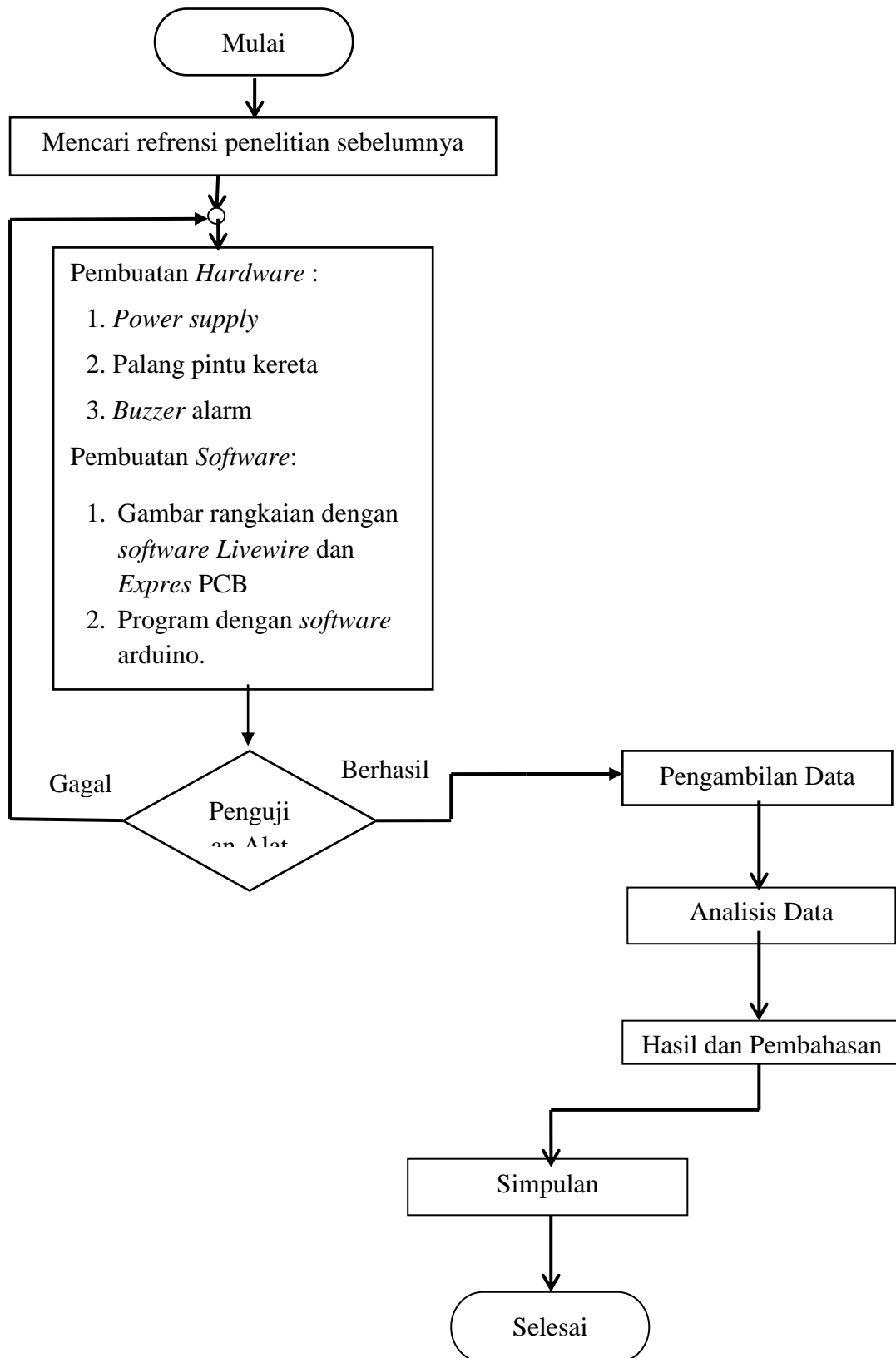
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode *Research and Development*

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau *R&D*). Metode penelitian *Research and Development* yang disingkat *R&D* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (*Hardware*), seperti buku, alat tulis, dan alat pembelajaran lainnya. Akan tetapi, dapat pula berupa perangkat lunak (*Software*). (Sugiyono, 2012).

Penelitian ini menggunakan metode *R&D* dikarenakan penelitian ini sudah pernah dilakukan tetapi penelitian tersebut masih memiliki kekurangan sehingga membutuhkan penelitian lanjutan. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.2. Identifikasi kebutuhan

Dalam merancang miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta menggunakan sensor *ultrasonic* SRF-04 berbasis *microcontroller* Atmega328 ini terdiri dari 2 bagian yaitu:

- 1) Perangkat keras (*Hardware*):
 - a. Sistem *microcontroller* Atmega328 (arduino uno) sebagai sistem pengolah *input/output*.
 - b. Sensor SRF-04 sebagai pendeteksi kedatangan kereta.
 - c. Motor DC *servo* 180⁰ sebagai pembuka dan penutup pintu.
 - d. Rangkaian alarm sebagai bunyi penanda akan ada kereta yang melintas.
 - e. Rangkaian kontrol palang pintu dan alarm secara manual.
 - f. LCD 1602 yang berfungsi menampilkan kecepatan kereta dan menampilkan waktu tunggu kedatangan kereta.
 - g. Rangkaian *reset* arduino, yang di gunakan untuk *mereset* arduino.
 - h. Rangkaian *power supply* sebagai catu daya.
 - i. Rancang bangun palang kereta sebagai miniatur.
- 2) Perangkat lunak (*Software*):
 - a. *Software* arduino uno
 - b. *Express PCB* dan *Livewire*

3.3. Analisis kebutuhan

Berdasarkan identifikasi kebutuhan yang ada, maka diperlukan beberapa spesifikasi dari komponen atau rangkaian sebagai berikut:

1. Perangkat *power supply*

Perangkat *power supply* menggunakan rangkaian yang terdiri dari komponen *trafo* sebagai penurun tegangan 220V menjadi 12V kemudian tegangan AC di searahkan oleh rangkaian diode *zener* menjadi tegangan DC, IC 7805 dan IC 7812 sebagai pembatas tegangan 5V dan 12V, kapasitor sebagai filter.

2. Rangkaian *microcontroller* Atmega328 (arduino uno)

Perangkat *microcontroller* Atmega328 digunakan sebagai kendali rangkaian mulai dari menerima logika *high-low* dari tombol manual, menerima *output* data dari sensor *ultrasonic*, memproses tampilan LCD, membunyikan alarm dan memproses motor DC *servo* untuk menutup dan membuka palang pintu.

3. Perangkat sensor *ultrasonic* SRF-04

Pada miniatur ini menggunakan 4 sensor SRF-04 yaitu :

- a. Sensor SRF-04 pertama berfungsi sebagai pendeteksi kedatangan kereta api, mengaktifkan waktu hitung, mengaktifkan sensor SRF-04 ketiga.
- b. Sensor SRF-04 kedua berfungsi menghentikan waktu hitung dan menampilkan kecepatan kereta kemudian waktu tunggu kedatangan kereta.

- c. Sensor SRF-04 ketiga berfungsi mengaktifkan sensor 4.
- d. Sensor SRF-04 keempat, setelah kereta melewati sensor ini maka bunyi alarm berhenti, palang pintu membuka dan sistem *reset*.

4. Rangkaian *reset microcontroller* Atmega 328 (arduino)

Pada rangkaian ini menggunakan transistor NPN 222 yang berfungsi menghubungkan pin *reset* dengan *ground*.

5. LCD 1602

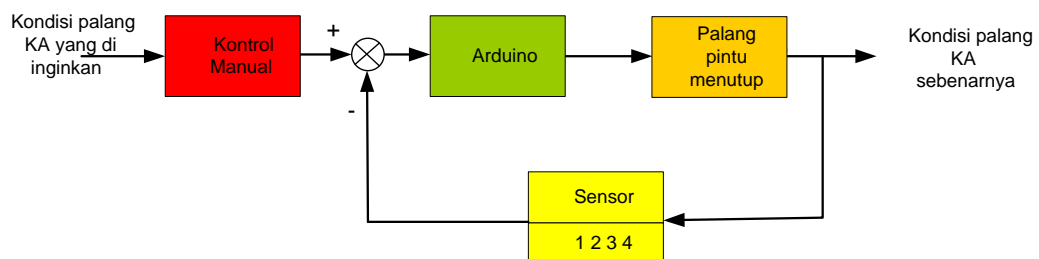
LCD 1602 ini berfungsi untuk menampilkan karakter yang berisi keterangan kecepatan kereta dan prakiraan waktu hitung mundur kedatangan kereta.

6. Rancang bangun palang pintu

Rancang bangun palang pintu perlintasan kereta yang digunakan dalam miniatur.

3.4. Blok sistem dan konfigurasi pin arduino

Blok sistem pada miniatur miniatur dapat dilihat pada Gambar 3.2

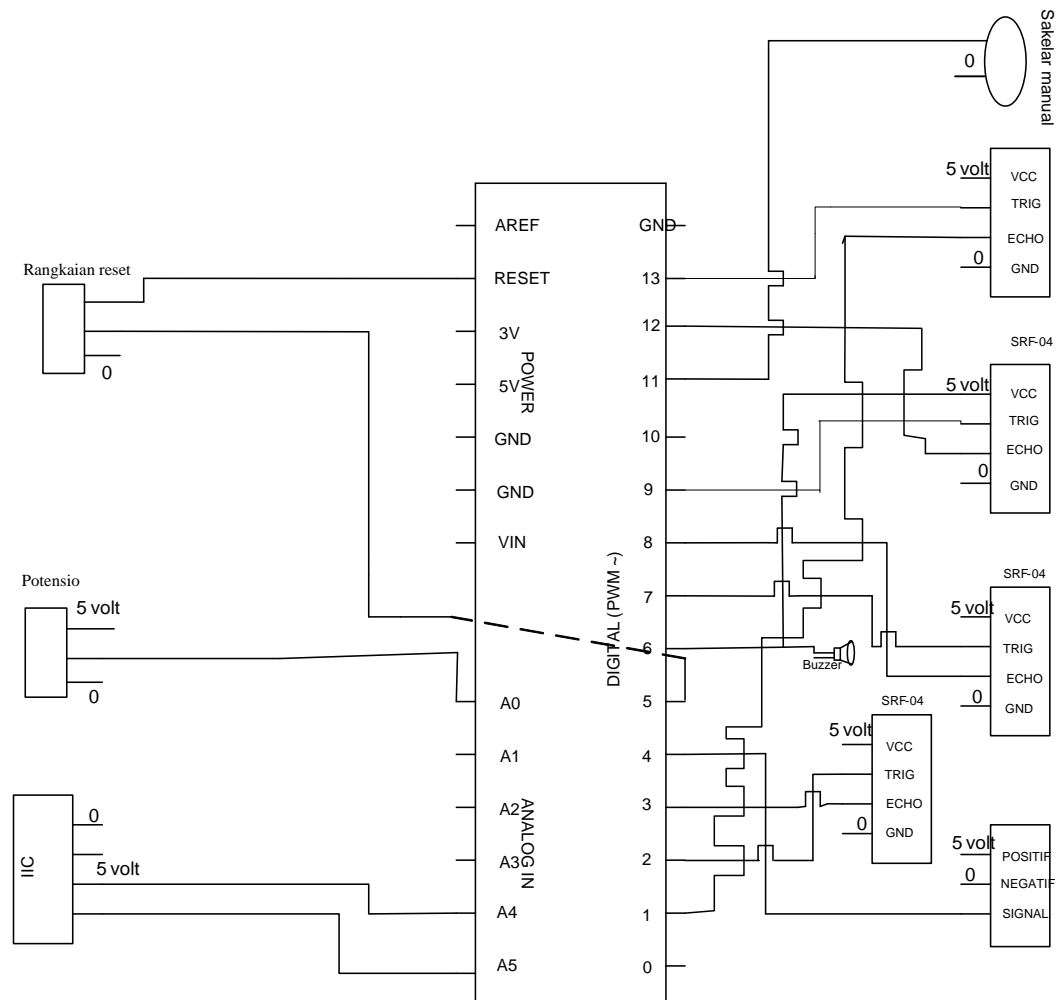


Gambar 3.2. Sistem kontrol miniatur palang kereta otomatis

Cara kerja pada sistem miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta yaitu:

- a. Apabila di inginkan kondisi palang pintu di operasikan secara manual maka tekan kontrol manual.
- b. Kereta terdeteksi sensor 1, alarm ON, waktu hitung aktif.
- c. Kereta terdeteksi sensor 2 maka, waktu hitung berhenti, palang pintu menutup kecepatan kereta tampil pada LCD dan waktu hitung mundur berjalan.
- d. Kereta terdeteksi sensor 3 maka sensor 4 ON,
- e. Kereta telah melewati sensor 4 maka Alarm OFF, palang KA membuka dan sistem reset.

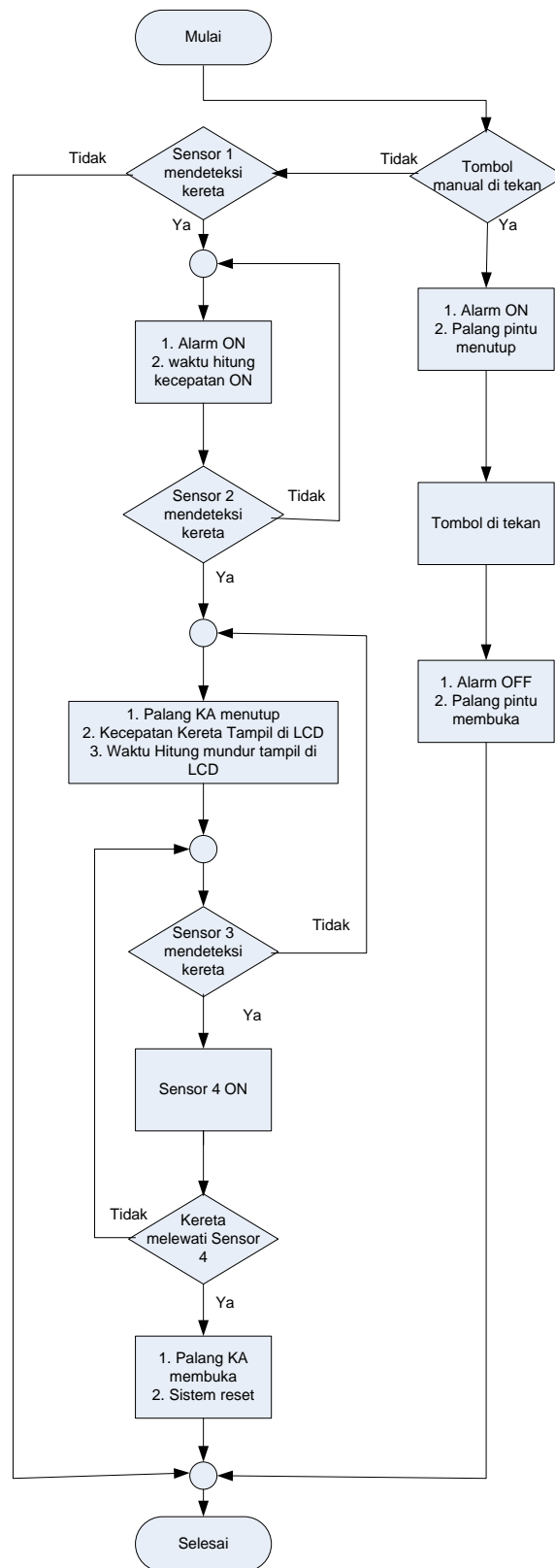
Konfigurasi penyambungan pin mikrokontroller Atmega 328 (arduino uno) dengan komponen lainnya pada miniatur palang pintu kereta otomatis ini dapat di lihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Konfigurasi penggunaan pin arduino

3.5. Flowchart cara kerja miniatur

flowchart cara kerja miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino uno, ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Flowchart buka tutup palang pintu perlintasan kereta

Penjelasan *flowchart*:

a. Mulai

Langkah pertama untuk mengoperasikan miniatur ini dengan memberikan tegangan pada sistem atau rangkaian.

b. Tombol manual

Jika tombol manual di tekan maka sistem otomatis akan OFF, tombol alarm ON kemudian palang pintu perlintasan di kontrol secara manual, jika tidak sistem akan bekerja secara otomatis.

c. Sensor 1

Sensor 1 mendeteksi kedatangan kereta maka alarm ON, mengaktifkan waktu hitung kecepatan kereta.

d. Sensor 2

Sensor 2 mendeteksi kedatangan kereta maka waktu hitung berhenti, palang pintu menutup, *microkontroler* Atmega 328 (Arduino) mengkonversikan waktu ke kecepatan dengan rumus :

$$\text{Kecepatan (V)} = \frac{\text{jarak (s)}}{\text{waktu (t)}}$$

kemudian menampilkan hasil hitung kecepatan kereta ke lcd dan waktu hitung mundur berjalan.

e. Sensor 3

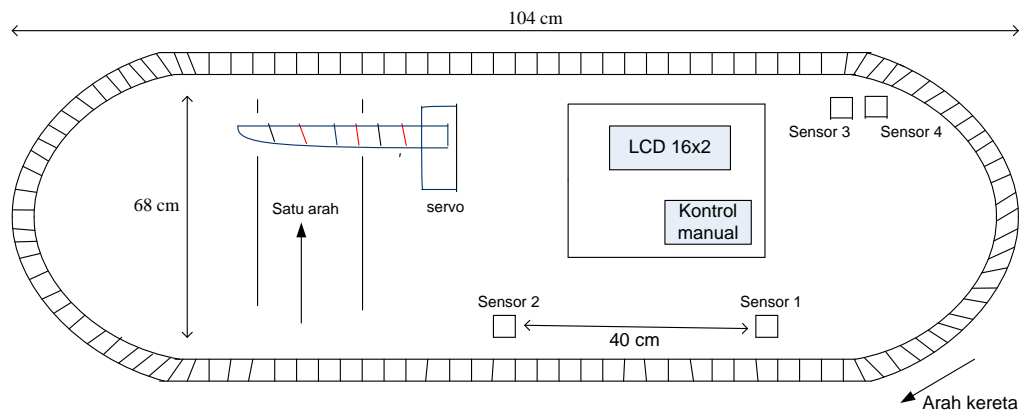
Jika terdeteksi ada kereta maka sensor 4 ON.

f. Sensor 4

Jika seluruh rangkaian miniatur kereta telah melewati sensor 4 maka palang pintu buka, LCD *cleary* dan arduino *reset*.

3.6. Penempatan sensor pada miniatur

Pada miniatur ini menggunakan miniatur rel kereta lengkap dengan keretanya. Beberapa sensor ditempatkan pada miniatur tersebut, penempatan sensor dapat dilihat pada Gambar 3.5, miniatur rel kereta beserta penempatan posisi sensor.



Gambar 3.5. Miniatur rel kereta beserta penempatan sensor

3.7. Pembuatan miniatur

Pembuatan miniatur palang pintu otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta ini terdapat beberapa tahapan yaitu :

- Pembuatan kontruksi alas miniatur
- Pembuatan rancang bangun palang pintu sebagai miniatur
- Pembuatan rangkaian *power supply* untuk catu daya rangkaian
- Membuat rangkaian alarm sebagai tanda bunyi peringatan
- Membuat rangkaian *reset* arduino
- Membuat rangkaian kontrol manual palang pintu kereta
- Membuat komunikasi SRF-04, *servo*, alarm dan LCD dengan arduino uno.
- Pembuatan program.

Tahapan diatas saling berkaitan, jadi proses atau tahapan-tahapan tersebut

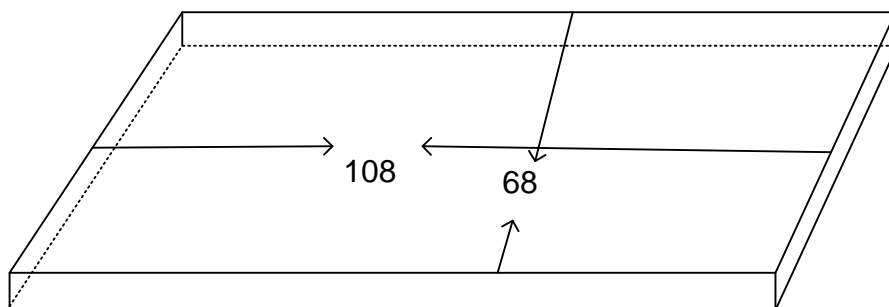
harus dilakukan dalam pembuatan miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino uno.

3.7.1. Pembuatan konstruksi alas miniatur

Dalam pembuatan alat ini, bahan yang digunakan adalah papan, kayu, akrilik dan alumunium. Pembuatan konstruksi alas ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu, alas penyangga miniatur dan tempat rangkaian.

a) Penyangga

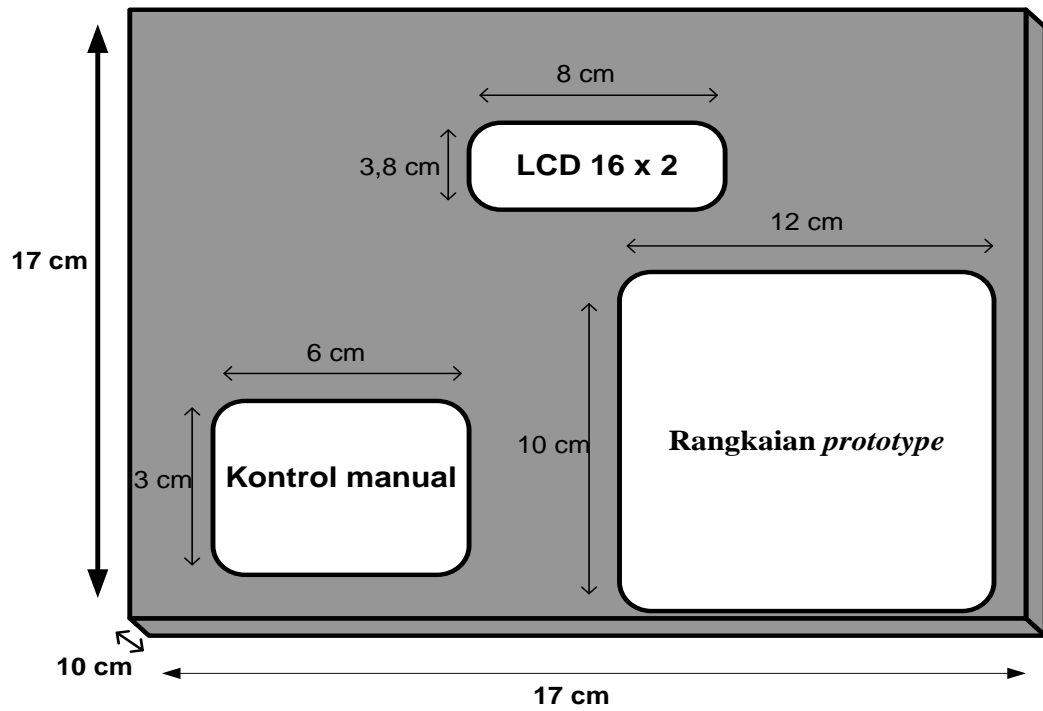
Pada pembuatan penyangga ini menggunakan kayu dan papan dengan tebal 3 mm. Alas penyangga ini sebagai tempat rel kereta dan tempat rangkaian dengan panjang 108 cm dan lebar 68 cm. Gambar alas penyangga ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Alas penyangga miniatur palang kereta otomatis

b) Tempat rangkaian

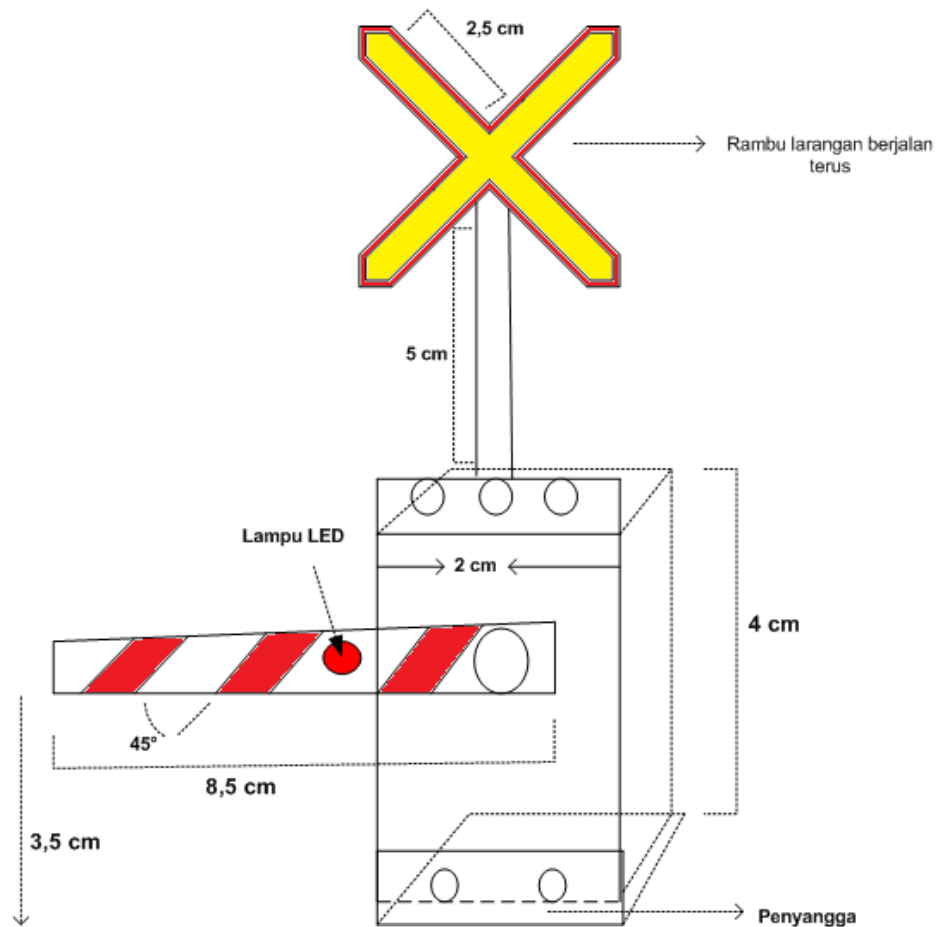
Bagian yang kedua adalah tempat rangkaian miniatur. Tempat rangkaian ini memiliki luas $17 \times 17 \text{ cm}^2$ dengan tinggi 10 cm dibuat menggunakan akrilik dan alumunium. Gambar tempat rangkaian ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Tempat rangkaian miniatur
(Pandangan atas)

3.7.2. Rancang bangun palang pintu kereta.

Dalam pembuatan palang kereta memakai bahan akrilik sebagai palang pintu yang di gerakkan motor DC-SV. Desain palang kereta di tunjukkan pada Gambar 3.8.



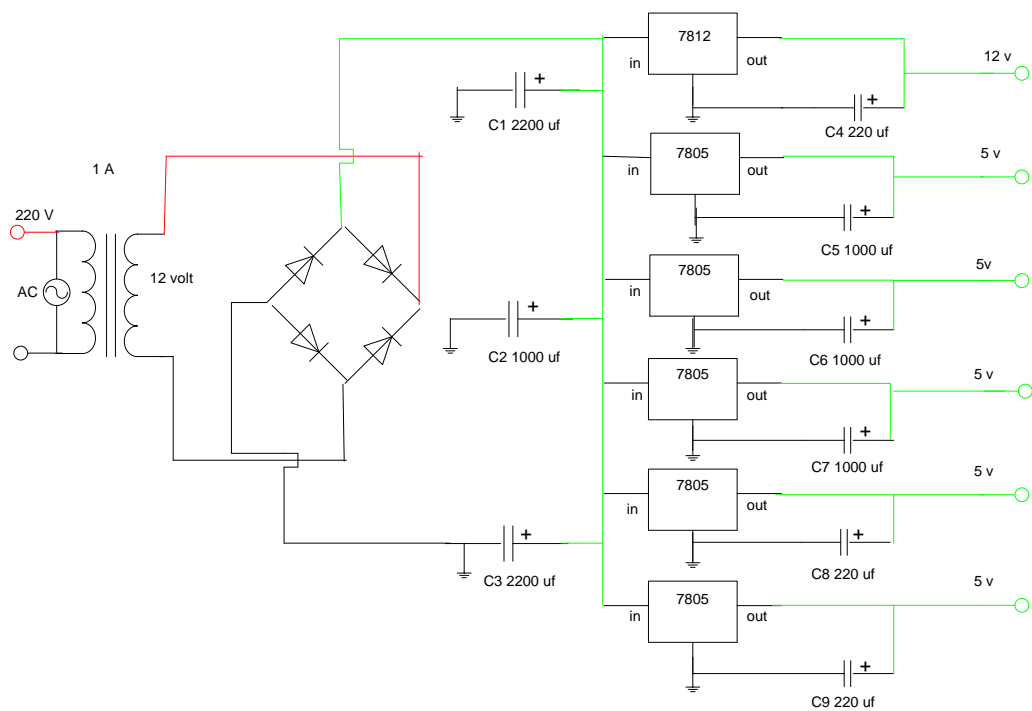
Gambar 3.8. Desain miniatur palang pintu kereta

3.7.3. Perancangan rangkaian

Perancangan rangkaian miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta berbasis arduino. Miniatur Palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta berbasis arduino yang terdiri dari skema rangkaian : (a) *power supply*, (b) rangkaian *buzzer*, (c) rangkaian alarm, (d) rangkaian kontrol manual, (e) modul SRF-04, (f) modul LCD 1602.

a. *Power supply*

Rangkaian *power supply* ini digunakan sebagai catu daya rangkaian arduino, sensor SRF-04, LCD, *buzzer* dan *servo*. Gambar rangkaian di tunjukkan pada Gambar 3.9.

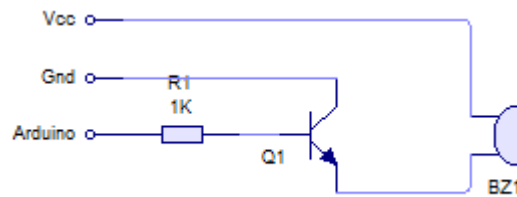


Gambar 3.9. Rangkaian *power supply*

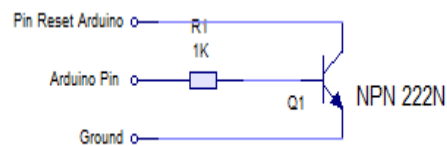
Gambar 3.9. merupakan skema penurunan tegangan AC 220V di turunkan menjadi AC 12V dan di searahkan menjadi DC 12V dan 5V sebagai *supply* tegangan arduino, sensor, LCD, *servo*, *buzzer*. Menggunakan IC 7812 sebagai *supply* 12V arduino dan IC 7805 sebagai *supply* 5V sensor, LCD, *servo*, *buzzer*.

b. Rangkaian *buzzer*

Rangkaian *buzzer* ini digunakan sebagai alarm bunyi peringatan.

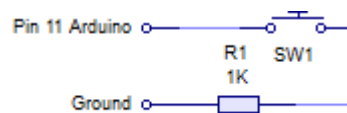
Gambar 3.10. Rangkaian *buzzer*c. Rangkaian *reset* arduino

Rangkaian *reset* arduino digunakan sebagai penghubung antara pin *reset* arduino dengan *ground* sehingga arduino dapat melakukan *reset*. Pada rangkaian ini menggunakan *transistor* NPN 2N222 dengan kaki *positif* mendapat *input* dari pin 5 arduino dan *resistor* 1 k Ohm sebagai pengaman.

Gambar 3.11. Rangkaian *reset* arduino

d. Rangkaian kontrol manual

Rangkaian ini digunakan sebagai kontrol palang pintu secara manual ketika dalam kondisi darurat, menggunakan satu tombol dan *resistor* 1 k Ohm.



Gambar 3.12. Rangkaian kontrol manual

e. Modul *ultrasonic* SRF-04

Sensor SRF-04 pada dasarnya berfungsi untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek di depannya dengan jangkauan 3 cm hingga 3 meter.

Pada miniatur palang kereta otomatis ini sensor SRF-04 digunakan untuk mendeteksi kedatangan kereta, sensor ini di tempatkan di samping rel kereta data jarak yang di peroleh sensor di kirim ke *microcontroller* Atmega328 (arduino uno). Berikut daftar pemasangan sensor SRF-04 dengan pin mikrokontroller Atmega 328(arduino uno) di tunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sambungan pin SRF-04 ke *microcontroller* (arduino)

Modul SRF-04		
Nama	Port <i>microcontroller</i> (arduino)	Pin/Port
SRF-04 1		
<i>Vcc</i>	5V	
<i>Echo</i>	<i>Digital Pin</i> (PB4)	12
<i>Trigger</i>	<i>Digital Pin</i> (PB5)	13
<i>Ground</i>	<i>Ground</i>	<i>Ground</i>
SRF-04 2		
<i>Vcc</i>	5V	
<i>Echo</i>	<i>Digital Pin</i> (PD3)	3
<i>Trigger</i>	<i>Digital Pin</i> (PD2)	2
<i>Ground</i>	<i>Ground</i>	<i>Ground</i>
SRF-04 3		
<i>Vcc</i>	<i>Digital Pin</i> (PC5)	5
<i>Echo</i>	<i>Digital Pin</i> (PB2)	10
<i>Trigger</i>	<i>Digital Pin</i> (PB1)	9
<i>Ground</i>	<i>Ground</i>	<i>Ground</i>
SRF-04 4		
<i>Vcc</i>	5V	
<i>Echo</i>	<i>Digital Pin</i> (PB0)	8
<i>Trigger</i>	<i>Digital Pin</i> (PD7)	7
<i>Ground</i>	<i>Ground</i>	<i>Ground</i>

f. Modul LCD 1602

Modul LCD 1602 digunakan sebagai penampil kecepatan kereta dan intruksi kepada pengendara kendaraan dengan cara menampilkan tulisan untuk menghentikan kendaraan. Sambungan pin LCD dengan arduino dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Sambungan pin LCD dengan arduino

Modul LCD 16x2		
Nama	Port arduino uno R3	Pin/Port
SDA	Analog Pin 4	27
SCL	Analog Pin 5	28

3.7.4. Langkah - langkah pembuatan *hardware*

Pada tahap ini membutuhkan beberapa komponen agar miniatur dapat berjalan atau berfungsi dengan baik. Komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan miniatur terdiri atas komponen untuk rangkaian *power supply*, rangkaian *buzzer* dan rangkaian *reset* arduino

1. Rangkaian *power supply*

Komponen:

a. Trafo

Trafo berfungsi sebagai penurun tegangan.

b. IC Regulator 7812

IC Regulator 7812 berfungsi sebagai penurun tegangan 12VDC.

c. IC Regulator 7805

IC Regulator 7805 berfungsi sebagai penurun tegangan 5VDC.

d. Dioda

Dioda berfungsi sebagai penyearah tegangan AC menjadi DC.

e. Capacitor 2200 μ f, 1000 μ f, 220 μ f

Capacitor berfungsi sebagai filter tegangan DC agar menghasilkan tegangan DC yang murni.

2. Rangkaian *buzzer*

Komponen :

a. *Buzzer*

Buzzer berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara.

b. Transistor NPN 2N222

Transistor NPN 2N222 berfungsi sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*).

c. Resistor 1K ohm

Resistor berfungsi sebagai penahan, pembatas arus.

3. Rangkaian *reset* arduino

Komponen :

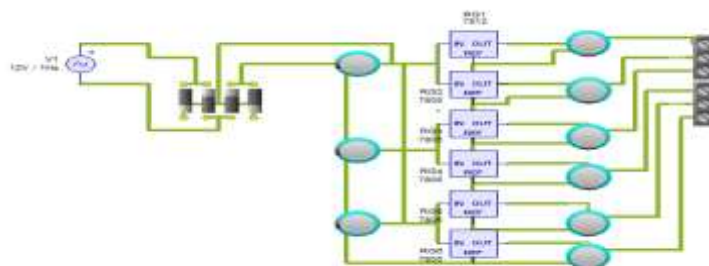
a. Transistor NPN 2N222

Transistor NPN 2N222 berfungsi sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*).

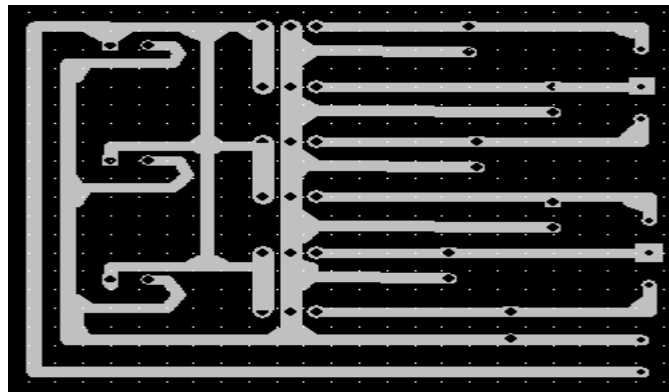
b. Resistor 1K Ohm

Resistor berfungsi sebagai penahan, pembatas arus.

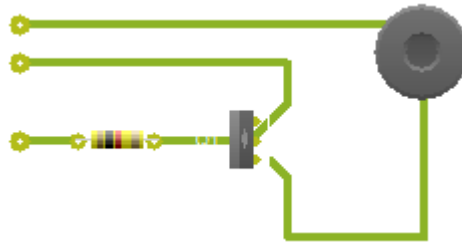
Desain layout PCB untuk *power supply*, *buzzer* dan rangkaian *reset* ditunjukkan pada Gambar 3.13 sampai Gambar 3.18.



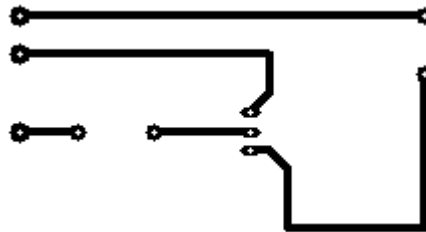
Gambar 3.13. Layout *power supply* pandangan atas



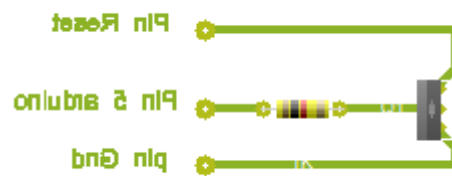
Gambar 3.14. Layout *power supply* pandangan bawah



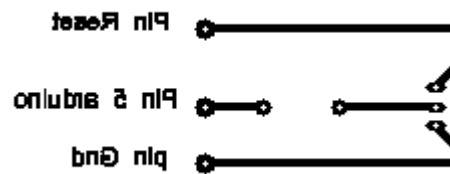
Gambar 3.15. Rangkaian *buzzer* pandangan atas



Gambar 3.16. Rangkaian *buzzer* pandangan bawah



Gambar 3.17. Rangkaian *reset* arduino pandangan atas



Gambar 3.18. Rangkaian *reset* arduino pandangan bawah

3.8. Pengoperasian miniatur

Pengoperasian miniatur dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Pastikan semua sensor, LCD, *servo* rangkaian *buzzer*, terhubung dengan tegangan DC 5V dan arduino terhubung dengan tegangan DC 12V.
- b. Setelah semua terhubung tunggu sensor 1 mendeteksi kedatangan kereta dan sistem otomatis akan bekerja dan LCD akan menampilkan kecepatan kereta atau apabila ingin mengontrol palang pintu secara manual tekan tombol manual agar sistem otomatis OFF.

3.9. Pengujian miniatur

Pengujian miniatur dilakukan untuk mendapatkan data penelitian. Dalam pengujian ini dilakukan dengan dua pengujian yaitu:

1. Uji fungsional

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

2. Uji unjuk kerja miniatur

Pengujian unjuk kerja miniatur dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja miniatur. Hal-Hal yang diamati antara lain : rangkaian *power supply*, sensor SRF-04, tampilan kecepatan kereta di LCD, ketelitian sudut pada *servo*. Dari pengujian ini akan di ketahui kinerja dari miniatur yang dibuat.

3.10. Pengambilan data

Teknik pengambilan data dilakukan sebagai berikut :

a. Data sensor SRF-04

Pengambilan data SRF-04 ini dimaksudkan untuk mengetahui jarak minimal dan maksimal sensor ini untuk mendeteksi benda di depannya.

b. Ketelitian sudut pada *servo*

Pengambilan data ini dimaksudkan untuk menganalisis sudut dari motor *servo* dengan menggunakan busur untuk mengetahui tingkat akurasi kendali *microcontroller* terhadap *servo*.

c. Kemampuan alat untuk mendeteksi kecepatan

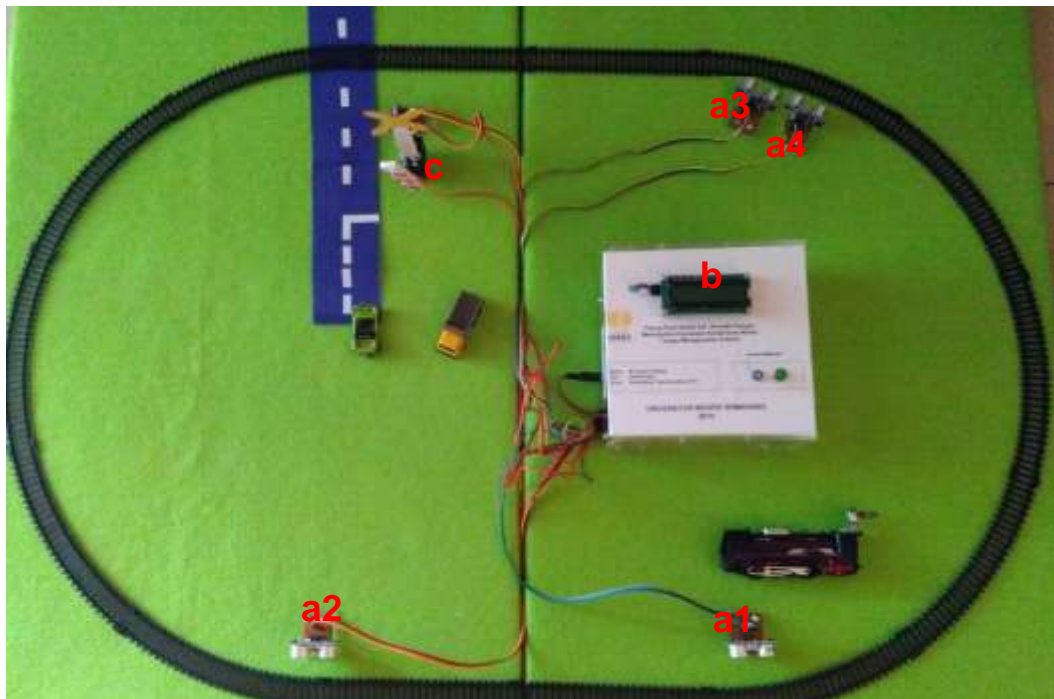
Pengambilan data ini dimaksudkan untuk mengetahui kecepatan maksimal yang mampu di deteksi oleh alat ini.

BAB IV

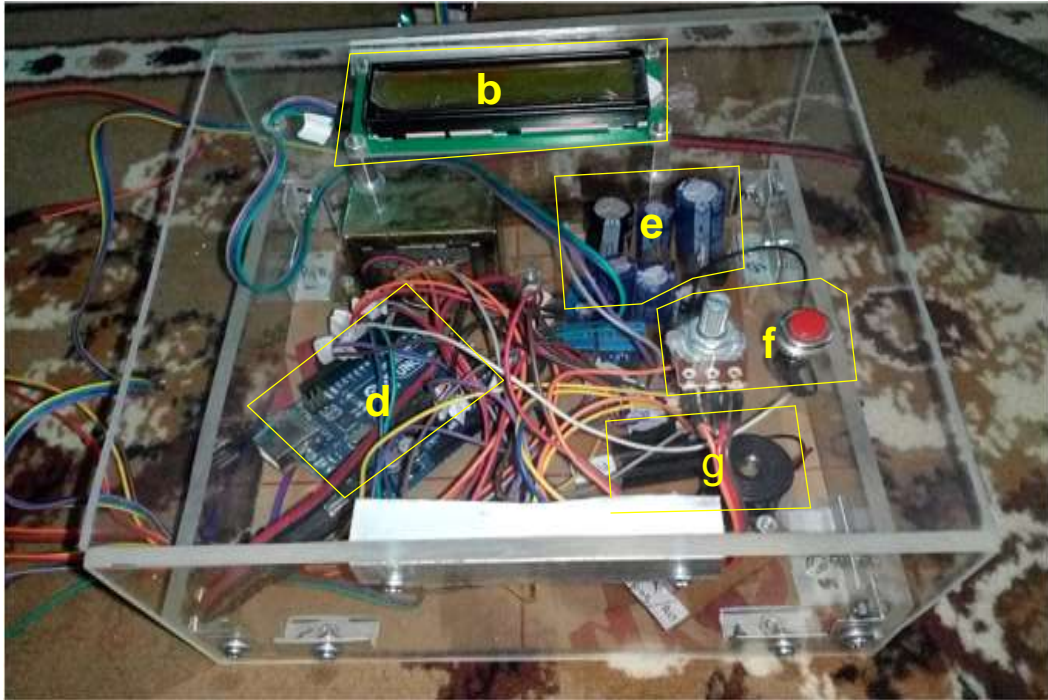
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Miniatur palang pintu KA otomatis

Penerapan metode R&D menghasilkan sebuah miniatur palang pintu kereta otomatis. Perangkat keras / *hardware* yang digunakan pada miniatur terdiri dari sensor, *microcontroller* ATmega328 / arduino uno, *servo*, *buzzer* dan lcd. Gambar miniatur palang KA dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Perangkat *hardware* tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Miniatur palang kereta otomatis



Gambar 4.2. Perangkat *hardware*

Keterangan:

a = *Sensor srf-04*

jarak antara sensor a1 dan a2 = 40 cm

jarak antara sensor a1 dan palang pintu = 90 cm

jarak antara palang pintu dan sensor a3 = 20 cm

jarak antara sensor a3 dan a4 = 1 cm

b = LCD 1602

c = Palang pintu dengan penggerak *servo*

d = *microcontroller* Atmega 328 (Arduino uno)

e = Rangkaian *power supply*

f = Kontrol manual

g = Rangkaian *reset* dan rangkaian *buzzer*

Miniatur yang telah dibuat seperti gambar 4.1., dirancang untuk dapat mengendalikan palang pintu kereta secara otomatis atau manual. Kecepatan kereta dapat di ukur dan di tampilkan di lcd termasuk waktu prakiraan hitung mundur kedatangan kereta, sistem pada miniatur di program akan *reset* ketika kereta melewati sensor 4.

Fungsi dari masing-masing sensor sebagai berikut, sensor 1 sebagai input untuk mengaktifkan alarm dan waktu hitung, sensor 2 sebagai input untuk menutup palang pintu dan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu di LCD, sensor 3 sebagai input untuk mengaktifkan sensor 4, setelah kereta melewati sensor 4 maka palang pintu membuka dan sistem *reset*. Posisi penempatan sensor berdasarkan pada waktu yang di inginkan untuk proses palang pintu akan menutup sampai palang pintu membuka.

Jarak antara sensor 1 dengan palang pintu 90 cm

Kecepatan miniatur kereta 20 cm/s

$$\text{Maka: } t = \frac{s}{v}$$

Keterangan:

s = jarak

v = kecepatan

t = waktu

$$t = \frac{90 \text{ cm}}{20 \text{ cm/s}}$$

t = 4,5 detik

Waktu 4,5 detik tersebut merupakan proses palang pintu dari mulai akan menutup, menutup sampai kereta melintas. Pembagian waktunya adalah sensor a1 mendeteksi kereta 2 detik alarm ON, sensor a2 mendeteksi kereta 1 detik untuk

waktu palang kereta menutup dan 1,5 detik setelah palang pintu menutup kereta akan melintas.

Penempatan posisi sensor pada palang pintu kereta sebenarnya dengan kecepatan kereta 80 km/jam dan waktu lamannya palang pintu menutup yang diinginkan 4 menit, dengan pembagian waktu 1 menit sebelum palang pintu menutup alarm ON, 30 detik untuk proses palang pintu menutup dan 2,5 menit setelah palang pintu menutup kereta melintas,

Maka:

Posisi sensor 1 dengan palang pintu :

(alarm ON)

$$t = 4 \text{ menit} = 0,066 \text{ jam}$$

$$s = v \times t$$

$$s = 80 \times 0,0666$$

$$s = 5,32 \text{ KM}$$

Posisi sensor 2 dengan palang pintu:

(Palang pintu menutup)

$$t = 3 \text{ menit} = 0,05 \text{ jam}$$

$$s = v \times t$$

$$s = 80 \times 0,05$$

$$s = 4 \text{ KM}$$

Maka dapat di peroleh jarak antara sensor 1 dan 2 adalah 1,32 KM

Sedangkan untuk posisi sebenarnya sensor 3 dan 4 dapat di letakkan dengan jarak 400 meter (ukuran rangkaian kereta terpanjang yang beroperasi di pulau

jawa) setelah palang pintu. sensor ini di fungsikan setelah rangkaian akhir kereta melewati sensor ini maka sistem *reset*

4.2. Pengujian dan pembahasan hasil uji miniatur

Pengujian miniatur dilakukan untuk mengambil data penelitian dan menganalisis miniatur dengan hasil penelitian sebelumnya. Pengujian miniatur meliputi uji fungsional dan unjuk kerja miniatur.

4.2.1. Uji fungsional dan Uji unjuk kerja

1. Uji fungsional

Langkah ini dilakukan untuk mengetahui kinerja miniatur palang pintu kereta otomatis. Dengan demikian kinerja dari setiap bagian pada miniatur palang pintu kereta otomatis dapat di analisis. Pengujian tersebut meliputi uji sistem miniatur secara keseluruhan dan uji sistem pengukur kecepatan.

a. Uji sistem miniatur secara keseluruhan

Kinerja sistem secara keseluruhan diuji dengan melewati kereta api mainan pada sistem yang telah dibuat. Untuk itu dibutuhkan kereta api mainan dengan panjang 12 cm yang dapat bergerak dengan sumber energi baterai serta lintasan berupa rel kereta mainan. Pengujian dilakukan sebanyak 9 kali secara berurutan dengan laju kereta tetap dan searah. Tabel 4.1 menunjukkan hasil kinerja sistem ketika kereta terdeteksi pada sensor 1, sensor 2 dan sensor 3. Pengujian gangguan terhadap sistem miniatur dilakukan dengan 3 variasi ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Uji sistem miniatur

Percobaan ke	Posisi kereta setelah	Sensor 4	Buzzer	Status tampilan di LCD	Status palang Pintu
1	Sensor 1	-	Aktif	Stop	Membuka
	Sensor 2	-	Aktif	Kecepatan kereta	Menutup
	Sensor 3	ON	Aktif	Selamat Jalan	Menutup
	Sensor 4	-	Tidak	LCD <i>clear</i>	Membuka
2	Sensor 1	-	Aktif	Stop	Membuka
	Sensor 2	-	Aktif	Kecepatan kereta	Menutup
	Sensor 3	ON	Aktif	Selamat Jalan	Menutup
	Sensor 4	-	Tidak	LCD <i>clear</i>	Membuka
3	Sensor 1	-	Aktif	Stop	Membuka
	Sensor 2	-	Aktif	Kecepatan kereta	Menutup
	Sensor 3	ON	Aktif	Selamat Jalan	Menutup
	Sensor 4	-	Tidak	LCD <i>clear</i>	Membuka
4	Sensor 1	-	Aktif	Stop	Membuka
	Sensor 2	-	Aktif	Kecepatan kereta	Menutup
	Sensor 3	ON	Aktif	Selamat Jalan	Menutup
	Sensor 4	-	Tidak	LCD <i>clear</i>	Membuka
5	Sensor 1	-	Aktif	Stop	Membuka
	Sensor 2	-	Aktif	Kecepatan kereta	Menutup
	Sensor 3	ON	Aktif	Selamat Jalan	Menutup
	Sensor 4	-	Tidak	LCD <i>clear</i>	Membuka
6	Sensor 1	-	Aktif	Stop	Membuka
	Sensor 2	-	Aktif	Kecepatan kereta	Menutup
	Sensor 3	ON	Aktif	Selamat Jalan	Menutup
	Sensor 4	-	Tidak	LCD <i>clear</i>	Membuka
7	Sensor 1	-	Aktif	Stop	Membuka
	Sensor 2	-	Aktif	Kecepatan kereta	Menutup
	Sensor 3	ON	Aktif	Selamat Jalan	Menutup
	Sensor 4	-	Tidak	LCD <i>clear</i>	Membuka
8	Sensor 1	-	Aktif	Stop	Membuka
	Sensor 2	-	Aktif	Kecepatan kereta	Menutup
	Sensor 3	ON	Aktif	Selamat Jalan	Menutup
	Sensor 4	-	Tidak	LCD <i>clear</i>	Membuka
9	Sensor 1	-	Aktif	Stop	Membuka
	Sensor 2	-	Aktif	Kecepatan kereta	Menutup
	Sensor 3	ON	Aktif	Selamat Jalan	Menutup
	Sensor 4	-	Tidak	LCD <i>clear</i>	Membuka

Tabel 4.2. Pengujian gangguan terhadap sensor

No	Sensor yang terus terhalang			Sensor 4	Buzzer	Status LCD	Status palang pintu
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3				
1	Ya			OFF	Aktif	Stop	Membuka
2		Ya		OFF	Tidak	Kecepatan kereta 00 cm/s	Menutup
3			Ya	ON	Tidak	-	Membuka

Untuk pengujian kontrol palang kereta secara manual yaitu dengan cara tombol pada kontrol di tekan dan palang pintu dapat digerakkan dengan kontrol manual telah berjalan dengan baik.

b. Uji sistem pengukur kecepatan

Pengujian sistem pengukur kecepatan dilakukan 10 kali percobaan dengan mengukur kecepatan kereta mainan yang memiliki panjang 12 cm. Pada kereta telah di pasang *potensio* untuk mengatur kecepatan kereta agar sesuai dengan kecepatan yang di inginkan. Data hasil pengujian sistem pengukur kecepatan secara langsung dengan sistem miniatur dan data hasil pengukuran secara manual (menggunakan *stopwatch*) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil uji sistem pengukur kecepatan

Percobaan ke	Waktu terukur menggunakan <i>stopwatch</i> (s)	Kecepatan terukur secara manual (cm/s)	Kecepatan terukur dari miniatur (cm/s)	Selisih pengukuran (cm/s)
1	1,97	$40/1,97 = 20,30$	20,00	0,30
2	2,02	$40/2,02 = 19,80$	20,09	0,29
3	2,09	$40/2,09 = 19,13$	20,06	0,93
4	2,00	$40/2,00 = 20,00$	22,03	2,03
5	2,90	$40/2,90 = 13,79$	13,03	0,76
6	2,73	$40/2,73 = 14,65$	13,10	1,55
7	3,16	$40/3,16 = 12,65$	11,07	1,58
8	3,04	$40/3,04 = 13,15$	11,09	2,06
9	3,05	$40/3,05 = 11,42$	10,03	1,39
10	4	$40/4 = 10$	8,05	1,95
Rata-rata				1,284

2. Uji unjuk kerja miniatur

Uji unjuk kerja miniatur dilakukan untuk mengetahui kinerja dari masing-masing komponen miniatur pengujian ini meliputi hasil pembuatan rangkaian catu daya, pengujian sensor srf-04 dan pengujian ketelitian sudut pada *servo*.

a. Rangkaian catu daya

Pada catu daya kestabilan tegangan dan besarnya arus keluaran sangat berpengaruh. Dalam pembuatan catu daya menggunakan *transformator* jenis Non CT (*Center Tap*) 1 ampere (A) untuk menurunkan tegangan dari 220V menjadi 12V. Tegangan *output trafo* kemudian di searahkan oleh dioda. IC *regulator* digunakan untuk menurunkan tegangan, IC *regulator* selain menurunkan tegangan juga dapat menghasilkan keluaran arus dan tegangan yang stabil, IC yang digunakan ada 2 tipe yaitu 7812 dan 7805.

Untuk gambar skema rangkaian catu daya dapat di lihat pada bab 3 yaitu Gambar 3.9, dari skema tersebut maka di hasilkan sebuah rangkaian catu daya yang dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Rangkaian catu daya

Untuk memastikan kinerja dari rangkaian catu daya maka dilakukan pengujian pada rangkaian yaitu dengan mengukur tegangan dan arus dari masing-masing *regulator* yang di ukur pada kondisi tanpa beban dan berbeban. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4. Pengujian tegangan *output regulator*

NO	IC <i>Regulator</i>	<i>Input dari</i> travo (V)	<i>Output (V)</i>		
			Tertera dalam IC	Hasil pengukuran	
				Tanpa beban	Dengan beban
1	7812	12	12	11,90	10,09
2	7805	12	5	5,09	4,95
3	7805	12	5	4,95	4,95
4	7805	12	5	4,95	4,95
5	7805	12	5	4,95	4,95
6	7805	12	5	4,95	4,95

Tabel 4.5. Pengujian arus dengan beban sensor dan *servo*

No	Input Trafo		Beban	Hasil pengukuran
	Arus (A)	Tegangan (V)		
1			Sensor srf-04	3 mA
2	1	5	Sensor srf-04	3 mA
3	1	5	Sensor srf-04	3 mA
4	1	5	Sensor srf-04	3 mA
5	1	5	<i>Servo</i>	200mA

b. Pengujian sensor srf-04

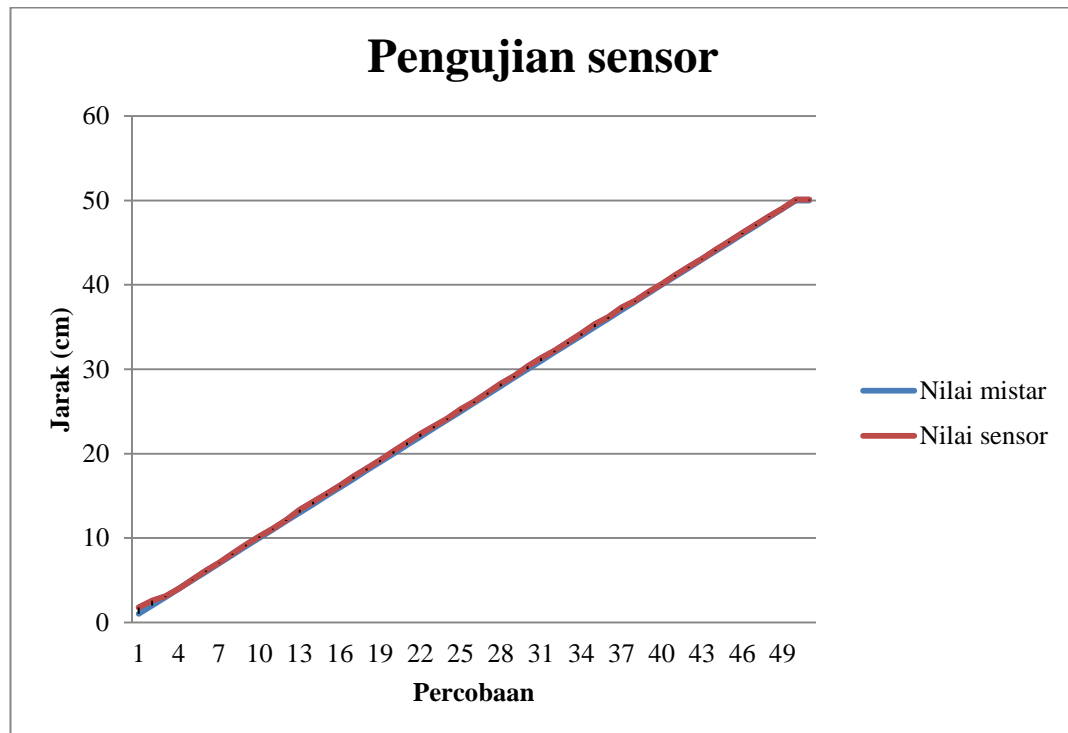
Sensor *ultrasonic* adalah sensor utama yang digunakan pada miniatur palang pintu kereta otomatis. Sensor ini berperan sebagai indra pendeteksi bagi miniatur. Pengujian terhadap sensor dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian dan keakuratan dari sensor tersebut. Pengujian sensor ini dilakukan dengan menampilkan data pembacaan sensor pada LCD dan pembacaan jarak sebenarnya dengan menggunakan *mistar* (alat ukur panjang dengan ketelitian terkecil 1 mm), pengujian dilakukan pada rentang jarak 1-50 cm. Papan plastik dengan ukuran 22 cm x 17 cm digunakan sebagai penghalang sensor. Pengukuran sensor secara manual dan hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Tabel 4.6.



Gambar 4.4. Pengukuran sensor secara manual

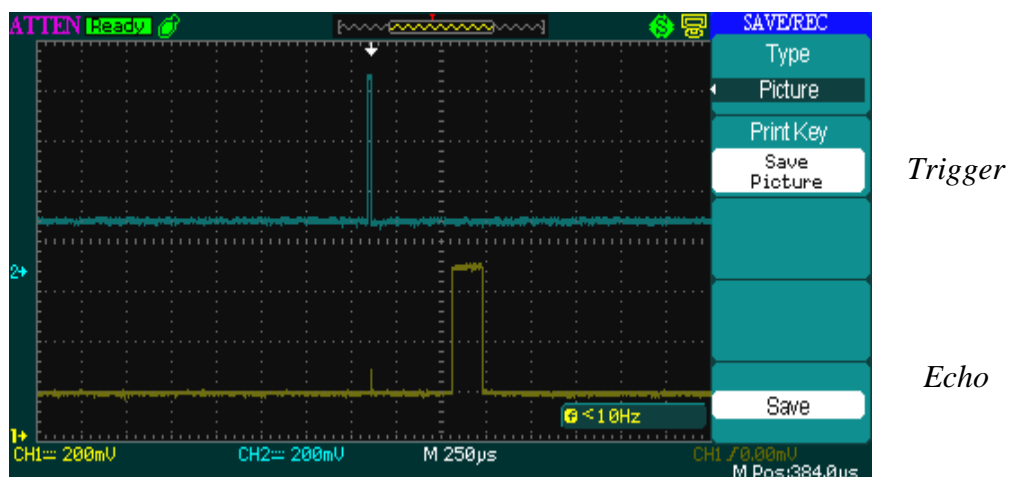
Tabel 4.6 pengujian sensor srf-04

Percobaan ke	Jarak ukur manual (cm)	Jarak terukur pada sensor (cm)	Percobaan ke	Jarak terukur manual (cm)	Jarak terukur pada sensor (cm)
1	1	1,79	26	26	26,16
2	2	2,58	27	27	27,24
3	3	3,09	28	28	28,28
4	4	4,02	29	29	29,21
5	5	5,09	30	30	30,34
6	6	6,12	31	31	31,33
7	7	7,10	32	32	32,21
8	8	8,14	33	33	33,22
9	9	9,19	34	34	34,26
10	10	10,21	35	35	35,36
11	11	11,10	36	36	36,19
12	12	12,12	37	37	37,33
13	13	13,36	38	38	38,10
14	14	14,29	39	39	39,14
15	15	15,24	40	40	40,10
16	16	16,22	41	41	41,16
17	17	17,29	42	42	42,12
18	18	18,24	43	43	43,10
19	19	19,21	44	44	44,16
20	20	20,29	45	45	45,12
21	21	21,31	46	46	46,16
22	22	22,33	47	47	47,16
23	23	23,24	48	48	48,14
24	24	24,17	49	49	49,05
25	25	25,26	50	50	50,10

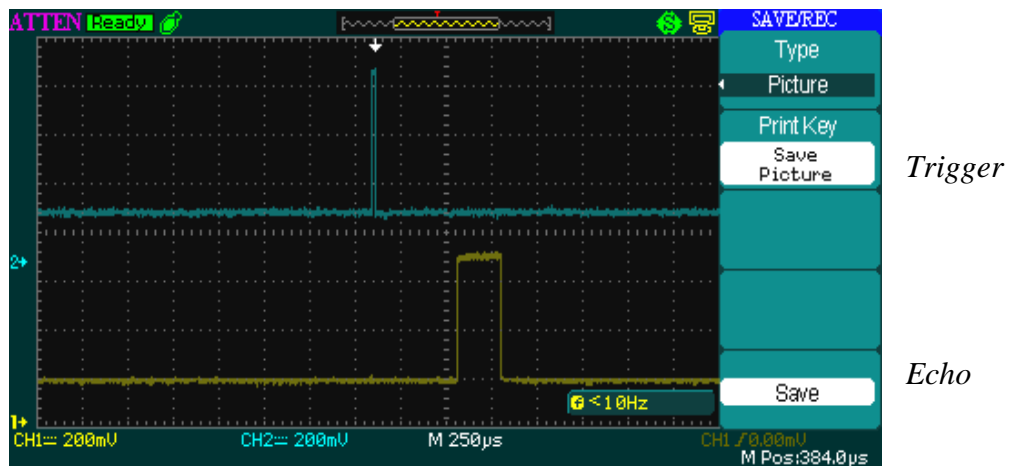


Gambar 4.5. Grafik pengujian sensor

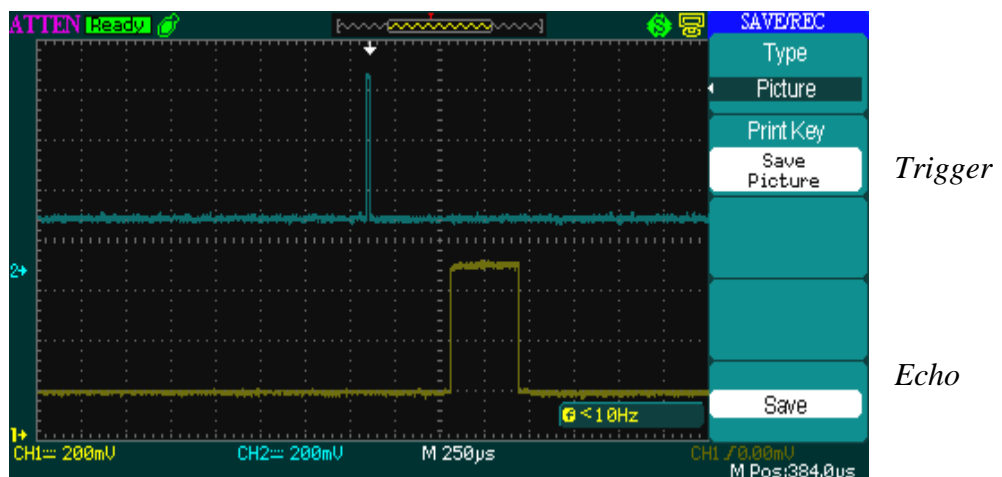
Untuk mengetahui pengaruh jauh dekatnya jarak sensor ke kereta dengan pulsa yang dihasilkan sensor *ultrasonic* dilakukan pengujian dengan menggunakan *osiloskop*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.6.



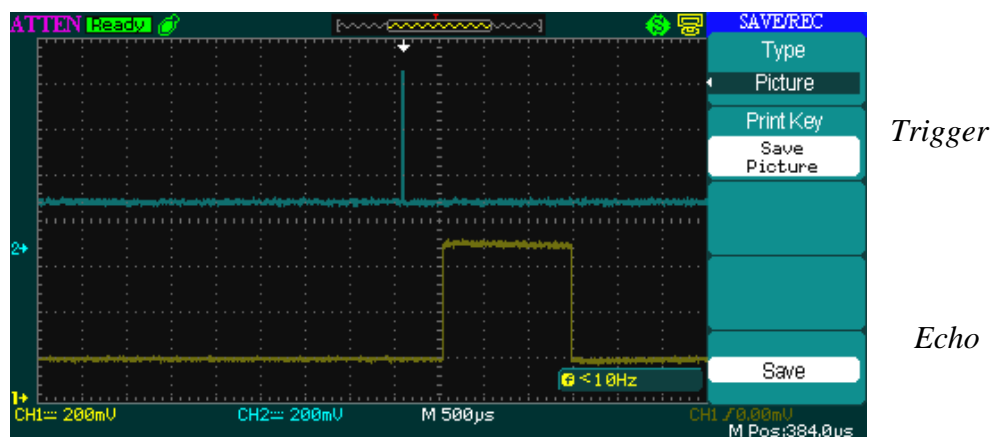
(a)



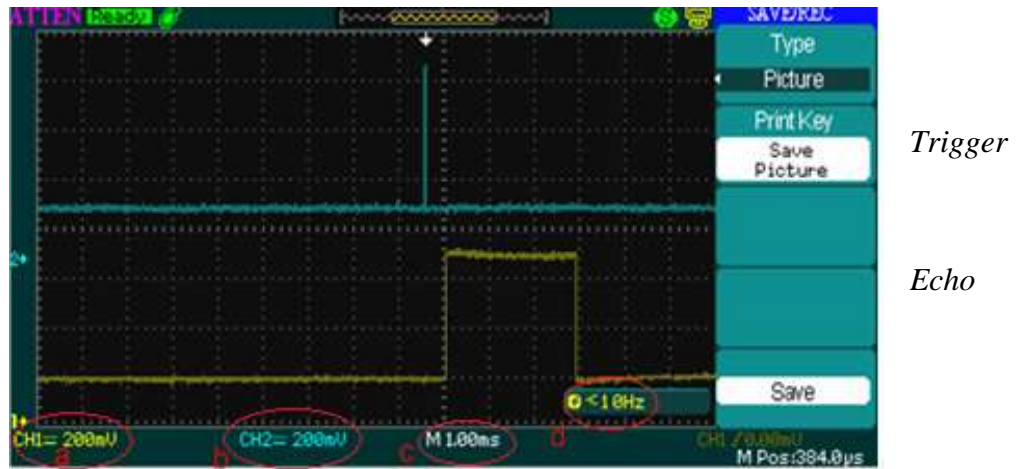
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 4.6. Pulsa sinyal sensor *ultrasonic* (a) 3 cm, (b) 4 cm, (c) 6 cm, (d) 25 cm, (e) 50 cm.

Keterangan:

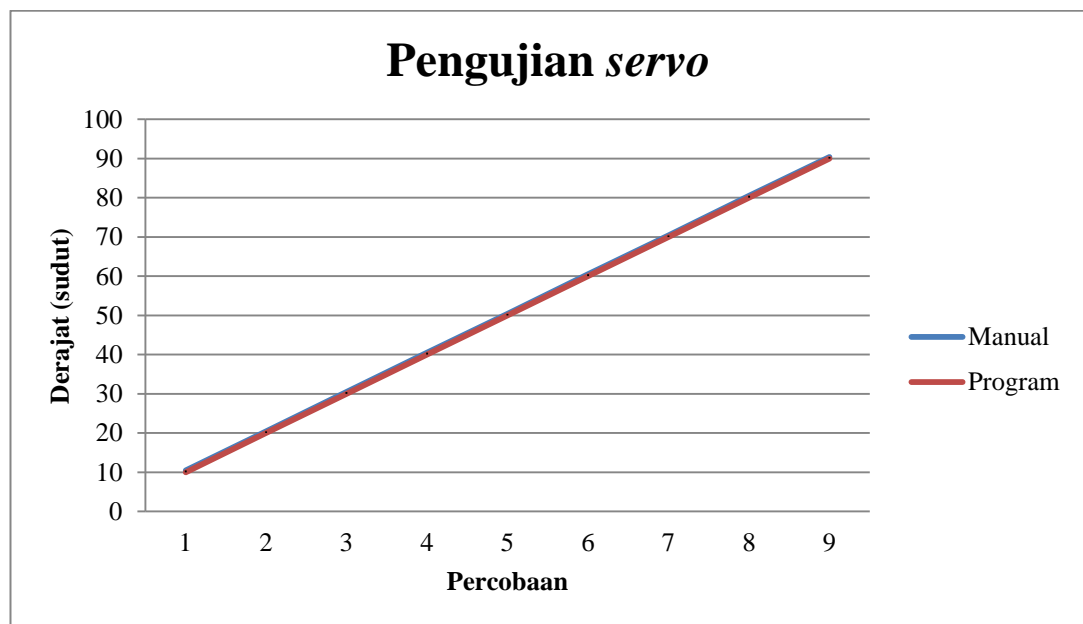
- a = settingan volt/div pulsa *echo* (*Vertical*)
- b = settingan volt/div pulsa *trigger* (*Vertical*)
- c = nilai *setting* time/div (*Horizontal*)
- d = *frekuensi*

c. Pengujian ketelitian sudut pada *servo*

Pengujian ketelitian sudut *servo* dilakukan untuk menganalisis sudut dari motor *servo* dengan menggunakan busur untuk mengetahui tingkat akurasi kendali *microcontroller* terhadap *servo*. Pengujian dilakukan dengan memprogram *microcontroller* untuk menggerakkan *servo* dari sudut 10^0 sampai 90^0 . Data hasil pengujian dapat di lihat pada Tabel 4.7, dari data hasil pengujian dapat dibuat grafik yang bisa dilihat pada Gambar 4.7.

Tabel 4.7. Data hasil pengujian ketelitian sudut *servo*

Percobaan ke	Pemograman sudut <i>servo</i> dengan arduino (Derajat)	Pengukuran secara manual (Derajat)	Selisih (Derajat)
1	10	10,5	0,5
2	20	20,4	0,4
3	30	30,5	0,5
4	40	40,5	0,5
5	50	50,4	0,4
6	60	60,5	0,5
7	70	70,4	0,4
8	80	80,5	0,5
9	90	90,4	0,4
Rata-rata			0,455

Gambar 4.7. Grafik perbedaan pengukuran ketelitian sudut *servo* secara manual dan program

4.2.2. Pembahasan hasil uji miniatur

Pembahasan dimaksudkan untuk memahami fungsi dan manfaat data yang telah diambil, sehingga dapat menentukan pengaplikasian yang sesuai untuk kinerja miniatur palang pintu kereta otomatis.

1. Uji fungsional

Uji fungsional meliputi uji sistem secara keseluruhan dan uji sistem pengukur kecepatan.

a. Sistem miniatur secara keseluruhan

Sistem pada miniatur yang telah dibuat telah diuji dengan data yang dapat dilihat pada Tabel 4.1, berdasarkan data tersebut ditunjukkan bahwa saat ada kereta melintasi sensor 1 maka *buzzer* berbunyi. Selanjutnya, jika kereta melintasi sensor 2 maka palang pintu menutup, kecepatan kereta akan ditampilkan di lcd dan waktu hitung kedatangan kereta berjalan. Kemudian jika kereta telah melintasi sensor 3 maka sensor 4 ON dan setelah kereta melewati sensor 4 maka palang pintu kereta membuka dan sistem *reset*. Data Tabel 4.2 menunjukkan hasil uji ketika sensor mendapat gangguan dan pengaruhnya terhadap sistem miniatur. Hasil pengujian sistem miniatur dapat dilihat dari reaksi sistem ketika sensor mendapat gangguan. Gangguan terhadap sistem yang dilakukan adalah menghalangi salah satu sensor 1, sensor 2 atau sensor 3 secara terus menerus. Ketika sensor 1 mendapat gangguan reaksi sistem *buzzer* aktif, tampilan lcd stop dan status palang pintu membuka. Ketika sensor 2 mendapat gangguan reaksi sistem *buzzer* OFF, tampilan lcd kecepatan kereta 00 cm/s, dan status palang pintu menutup. Ketika sensor 3 mendapat gangguan reaksi sistem *buzzer* OFF, tampilan lcd tidak ada dan status palang pintu membuka.

Sedangkan kontrol manual yang tersedia telah di uji dan dapat bekerja dengan baik indikatornya yaitu ketika tombol manual di tekan palang pintu kereta langsung dapat di kontrol dengan kontrol manual.

b. Sistem pengukur kecepatan

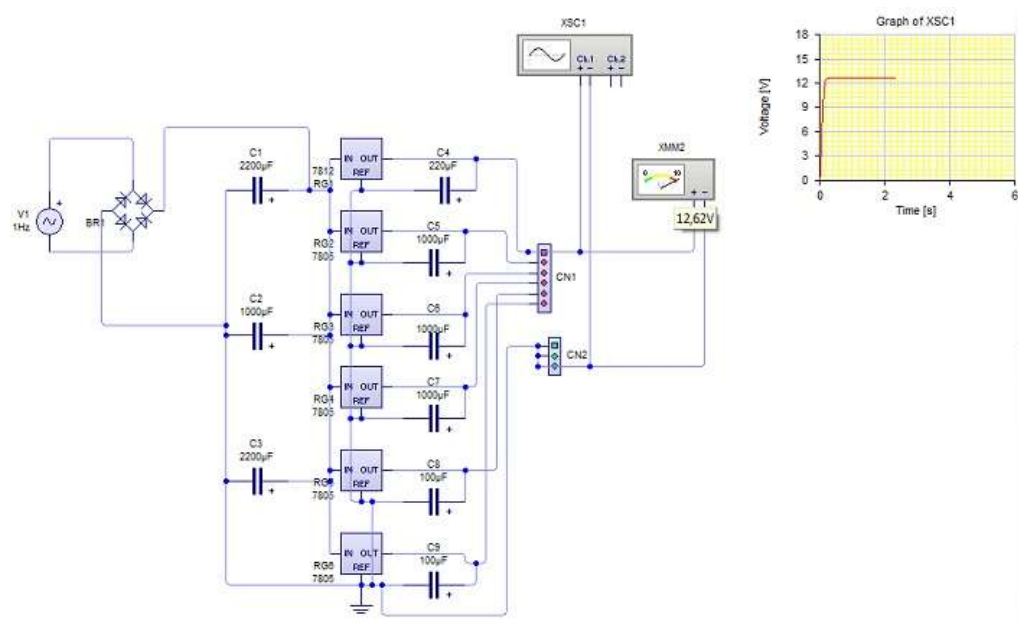
Dilihat dari Tabel 4.3, didapat rata-rata selisih kesalahan pengukuran kecepatan kereta dengan menggunakan miniatur dan pengukuran secara manual menggunakan *stopwatch* sebesar 1,284 cm/s. Hal ini dikarenakan terdapat selisih antara data pengukuran dengan perhitungan manual dimana *timer* manual menggunakan *stopwatch*. Selisih tersebut bisa muncul dikarenakan dalam pengujian *stopwatch* tidak tepat dalam pengoperasiannya, baik itu saat mulai pengujian atau pada saat selesai melakukan pengujian. Misalnya pada saat kereta mainan sudah terdeteksi sensor srf-04 1, maka kondisi tersebut *timer* secara otomatis langsung menghitung berapa lama waktu kendaraan tersebut sampai terdeteksi oleh sensor srf-04 2. Sementara pada saat melakukan perhitungan *timer* secara manual dengan menggunakan *stopwatch* akan terjadi kondisi jeda waktu yang berbeda, sehingga diperoleh selisih waktu antara miniatur yang digunakan dengan *timer* manual menggunakan *stopwatch*. Untuk pembacaan kecepatan, sistem pada miniatur ini hanya bisa membaca kecepatan maksimum 250 cm/s.

2. Uji Unjuk kerja miniatur

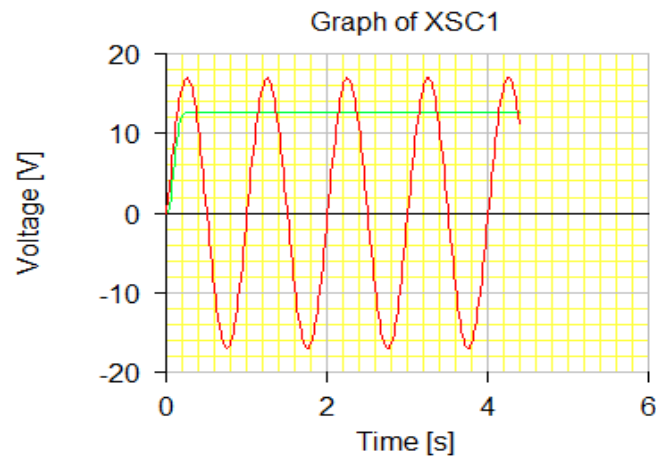
Uji kinerja miniatur meliputi pengujian pada rangkaian catu daya, sensor srf-04 dan ketelitian sudut servo.

a. Rangkaian catu daya

Analisis rangkaian catu daya dilakukan dengan *software livewire*, analisis dilakukan dengan membuat rangkaian catu daya dan mengukurnya secara *software*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *multimeter* dan *osiloskop* yang telah tersedia dalam *software livewire*, pengujian secara *software* tegangan *output* rangkaian seperti pada Gambar 4.8, sedangkan hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.9.

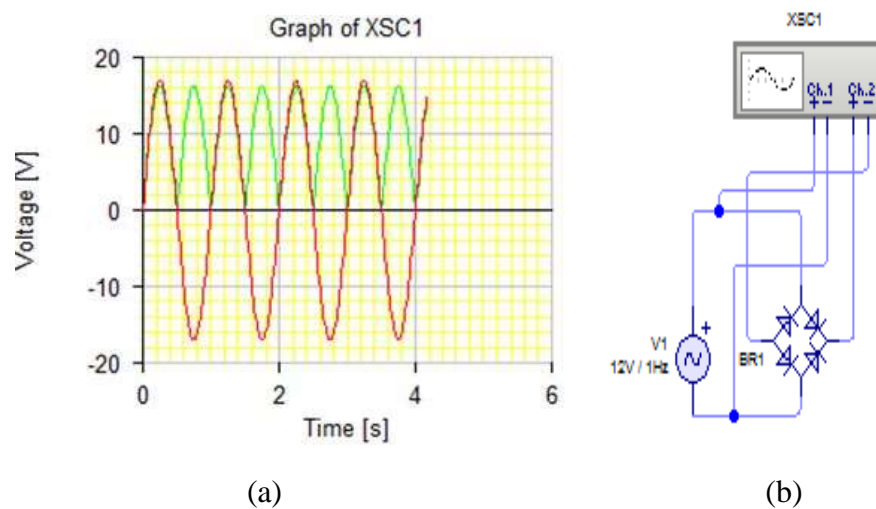


Gambar 4.8. Pengujian rangkaian catu daya dengan *software livewire*



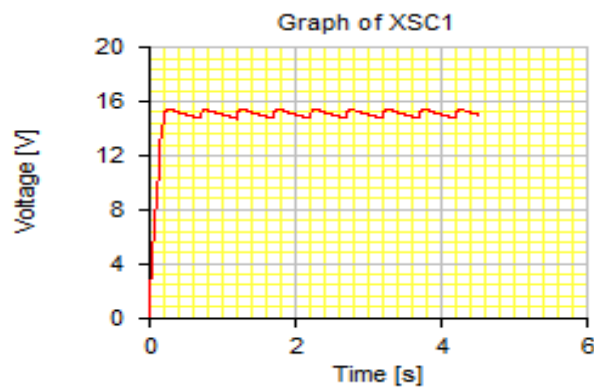
Gambar 4.9. Tegangan *output* dari IC 7812 (garis hijau)

Regulator tegangan yang digunakan pada rangkaian ini adalah IC 7812 dan IC 7805 untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan dan untuk perlindungan terjadinya hubung singkat pada beban. Pada rangkaian ini menggunakan sistem diode jembatan yang berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh, pada keluaran diode jembatan ini menghasilkan sinyal *positif* seperti pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Tegangan setelah *diode* jembatan (garis hijau).

Dari Gambar 4.10, dapat diamati bahwa keluaran dari rangkaian diode jembatan sudah menghasilkan voltase DC. Rangkaian penyearah gelombang penuh kemudian dilanjutkan dengan filter kapasitor C yang dipasang setelah *diode bridge*. Ternyata dengan filter ini bentuk gelombang tegangan keluarannya bisa menjadi rata atau terjadinya pengosongan dan pengisian terhadap kapasitor yang disebut tegangan *rippel* seperti Gambar 4.11



Gambar 4.11. Gelombang tegangan *rippel*

Tegangan yang keluar akan berbentuk gigi gergaji dengan tegangan *ripple* yang besarnya adalah :

$$\begin{aligned} V_r &= V_M - V_L \\ &= 15,4 - 12,6 \\ &= 2,8 \text{ Vpp} \end{aligned}$$

Keterangan:

V_r = tegangan *rippel*

V_M = tegangan gelombang

V_L = pengosongan kapasitor

Jika arus beban I semakin besar, maka tegangan *ripple* akan semakin besar. Sebaliknya jika kapasitansi C semakin besar, tegangan *ripple* akan semakin kecil. Untuk penyederhanaan biasanya dianggap $T = T_p$, yaitu periode satu gelombang sinus dari jala-jala listrik yang frekuensinya 50Hz, maka $T = T_p = 1/f = 1/50 = 0,02$ s. Ini berlaku untuk penyearah setengah gelombang. Untuk penyearah gelombang penuh, tentu saja frekuensi gelombangnya dua kali lipat, sehingga $T = 1/2 T_p = 0,01$ s. Untuk mencari kapasitor yang diperlukan agar rangkaian ini memiliki tegangan ripple 2,8 Vpp. Maka rumusnya.

$$V_r = I \cdot T/C$$

$$C = I \cdot T/V_r$$

$$= (1 \cdot 0,01) / (2,8)$$

$$= 3500 \mu\text{F}$$

Keterangan:

V_r = tegangan ripple. I = arus dari trafo. T = Periode. C = *capasitor*

Pada rangkaian *power supply* membutuhkan kapasitor 3500 μF dan karena pada rangkaian ini menggunakan 6 buah *regulator* maka pada masing masing *regulator* membutuhkan kapasitor dengan nilai 3500 μF .

Tabel 4.4 menunjukkan data hasil pengujian tegangan output pada tiap IC *regulator*, dapat dilihat perbedaan antara tegangan pada IC dan tegangan yang keluar dari rangkaian baik tegangan tanpa beban atau tegangan dengan beban. Perbedaan yang didapat dari hasil pengujian dikarenakan tidak semua *regulator* di beri kapasitor dengan nilai 3500 μF

Untuk pengujian arus pada rangkaian dilakukan dengan beban sensor dan *servo* data pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.6, dari data tersebut arus terbesar adalah pada rangkaian dengan beban *servo* yaitu sebesar 200 mA.

b. Sensor srf-04

Berdasarkan pengujian keakuratan sensor srf-04 terdapat selisih antara pengukuran mistar dengan pengukuran sensor yang dapat dilihat pada Tabel 4.8. Pada pengujian pulsa sensor *ultrasonic* srf-04 dapat dilihat pulsa *trigger* dan *echo*, kalibrasi pada *osiloskop* volt/div CH1 dan CH2 diatur 200mV.

Bentuk pulsa dari *trigger* dan *echo* ditunjukkan pada Gambar 4.6. (a) sampai Gambar 4.6 (e). Pengujian pulsa sensor *ultrasonic* tersebut membuktikan bahwa *trigger* sebagai masukan bagi sensor dan *echo* sebagai keluaran bagi sensor. Sinyal *high echo* akan semakin panjang jika jarak sensor dengan dinding juga semakin jauh. Jarak maksimal yang dapat dibaca oleh sensor ini adalah 360 cm.

Contoh perhitungan jarak sensor menggunakan gambar (e) menggunakan rumus:

$$T = \text{jumlah kotak div horizontal} \times \text{time/div}$$

$$= 3 \times 1.10^{-3}$$

$$= 0,003 \text{ s}$$

$$s = v.t/2$$

$$s = 344 \text{ m/s} \cdot 0,003 \text{ s} / 2$$

$$= 0,516 \text{ m}$$

$$= 51,6 \text{ cm}$$

Keterangan:

T = periode (sekon)

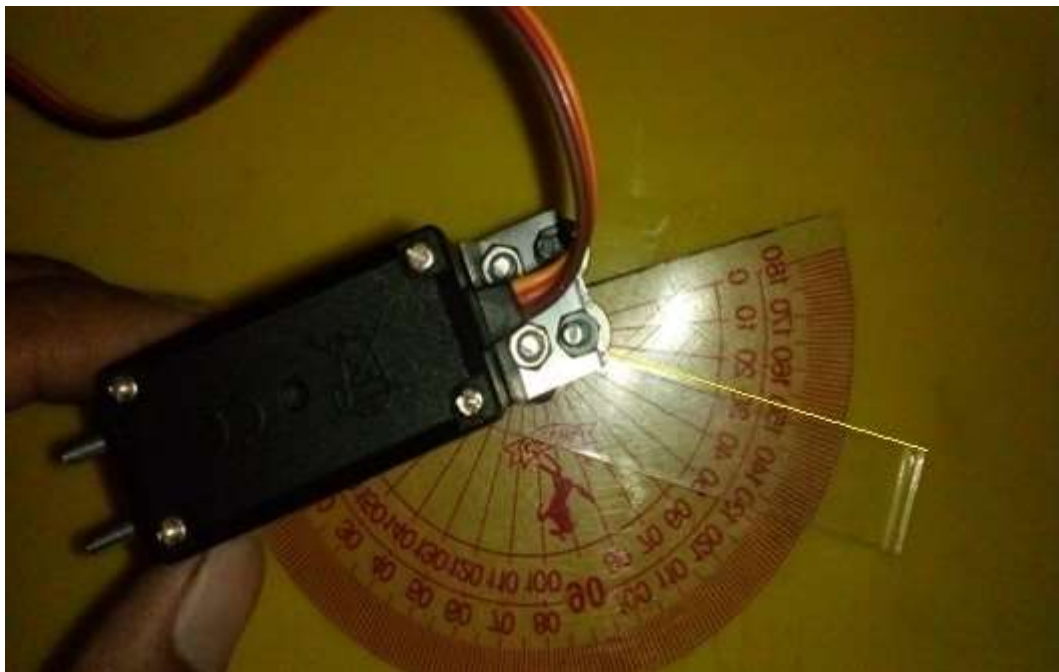
v = kecepatan suara 344 m/s

s = jarak (meter)

t = waktu tempuh dalam sekon

c. Servo

Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian ketelitian sudut servo, dalam pengujian tersebut dilakukan sebanyak 10 kali percobaan mulai dari *servo* di program untuk bergerak $10^0 - 90^0$. Setiap kali *servo* bergerak di ukur juga secara manual menggunakan busur, Gambar 4.12 menunjukkan saat pengujian menggunakan busur.



Gambar 4.12. Pergerakan *servo* 30^0 di program dan di ukur dengan busur.

Berdasarkan data hasil pengukuran pada Tabel 4.8, diperoleh perbedaan rata-rata $0,45^0$. Maka pergerakan *servo* dengan program pada miniatur ini memiliki toleransi sebesar $0,45^0$.

4.3. Pengembangan (*Development*)

Penelitian yang telah dilakukan, menghasilkan miniatur dengan *microcontroller* Atmega 328 (Arduino) sebagai kontrol utama pada miniatur palang pintu kereta otomatis. Pengujian alat dan pengembangan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Produk yang dihasilkan adalah miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino.

Sebelumnya penelitian tentang palang kereta otomatis juga telah dilakukan yaitu: Palang pintu kereta otomatis dengan indikator suara sebagai peringatan dini berbasis *microcontroller* AT89S51 (Firmansyah: 2008) dan *Prototype* pintu lintasan rel kereta api otomatis berbasis *microcontroller* AT89S51 (Rasional Sitepu : 2008). Metode R&D diterapkan pada penelitian ini dan menghasilkan produk yang berbeda dengan produk penelitian sebelumnya.

Berikut perbandingan miniatur palang kereta otomatis menggunakan arduino dan *prototype* dari peneliti terdahulu dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang telah dilakukan.

No	Parameter	Penelitian		
		Palang pintu lintasan rel kereta api otomatis berbasis <i>microcontroller</i> AT89S51 (a)	Palang pintu kereta otomatis dengan indikator suara sebagai peringatan dini berbasis <i>microcontroller</i> AT89S51 (b)	Hasil Miniatur Penelitian penulis (c)
1	Sensor	Ya	Ya	Ya
2	<i>Microcontroller</i>	Ya	Ya	Ya
3	Kontrol manual	Tidak	Tidak	Ya
4	Deteksi kecepatan	Tidak	Tidak	Ya
5	Waktu tunggu	Tidak	Tidak	Ya
6	LCD	Tidak	Tidak	Ya

Tabel 4.9. Perbedaan spesifikasi

No	Parameter	(a)	(b)	(c)
1.	Sensor	Inframerah	<i>fototransistor</i>	<i>Ultrasonic</i> SRF-04
2.	Jumlah sensor	2	2	4
3.	<i>Microcontroller</i>	AT89S51	AT89S51	ATmega 328
4.	LCD	-	-	LCD 1602
5.	Pengerak palang pintu	Motor DC <i>stepper</i>	Motor DC <i>stepper</i>	<i>Servo</i> 180 ⁰

Hasil perancangan miniatur yang telah di buat memiliki beberapa keunggulan dari penelitian sebelumnya diantaranya pada miniatur ini mendeteksi menggunakan sensor *ultrasonic* yang menggantikan sensor cahaya yang digunakan pada penelitian sebelumnya karena di ruang terbuka kalibrasi program *photodiode* berubah-ubah, hal ini disebabkan *photodiode* sensitif terhadap intensitas cahaya lingkungan sekitar dan sensor *photodiode* tidak mampu

mendeteksi gerakan yang melebihi 6 km/jam. Pusat sistem pada miniatur ini menggunakan Atmega 328 (arduino uno) yang menggantikan AT89S51, Atmega 328 mampu melakukan hapus dan isi program hingga 10.000 kali sedangkan AT89S51 hanya 1000 kali, sehingga untuk percobaan Atmega 328 lebih di unggulkan dan untuk pemograman Atmega 328 (arduino uno) berdasarkan bahasa C yang mudah dipelajari dan sudah didukung oleh *library* yang lengkap.

Pada miniatur ini mampu mengukur dan menampilkan kecepatan kereta pada LCD, miniatur ini mampu menampilkan waktu prakiraan hitung mundur pada LCD. Sistem penghitung kecepatan pada miniatur ini memiliki selisih waktu hitung dengan waktu *stopwatch* sebesar 1,284 cm/s sedangkan pada penelitian sistem penghitung sebelumnya memiliki selisih sebesar 1,793 cm/s.

Miniatur ini palang pintu digerakkan menggunakan motor DC *servo* yang pada penelitian sebelumnya menggunakan motor DC *stepper*, perbedaannya yaitu pada sudut putarnya, motor DC *servo standart* sudut putarnya 180° .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Perancangan miniatur palang pintu kereta api otomatis menggunakan arduino, sensor srf-04, *servo*, lcd 1602 dan rangkaian *buzzer*. Sensor digunakan untuk mendeteksi posisi kereta, pada miniatur yang telah di buat menggunakan 4 sensor srf-04. Fungsi tiap sensor adalah pendeteksi kedatangan kereta, mengaktifkan sistem penghitung kecepatan dan pendeteksi bahwa kereta api telah melewati palang pintu. Palang pintu pada miniatur digerakkan oleh motor DC *servo*. LCD pada miniatur dapat berfungsi dengan baik yaitu mampu menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu kedatangan kereta. Pada miniatur yang telah di buat juga dilengkapi dengan kontrol manual, sehingga saat terjadi kegagalan sistem otomatis palang pintu dapat di operasikan secara manual.

Hasil uji unjuk kerja miniatur seluruh komponen pendukung dapat berfungsi secara optimal yaitu rangkaian catu daya dapat memberi *supply* tegangan kesemua komponen dengan stabil, sensor srf-04 dapat berfungsi dan akurat dalam mendeteksi posisi kereta dan *servo* yang bergerak sesuai dengan program sistem miniatur. Pada sistem ini *servo* memiliki toleransi $0,45^0$. Sistem pendeteksi kecepatan kereta dapat bekerja namun pada saat dilakukan pengujian dan di bandingkan dengan *stopwatch* terdapat selisih waktu hitung 1,284 detik.

5.2. Saran

Diharapkan untuk penelitian lebih lanjut menggunakan arduino seri mega karena jumlah pin *input* dan *output* lebih banyak sehingga dapat di tambahkan sensor lain agar pendeteksian posisi kereta lebih akurat dan dapat dijalankan pada jenis lintasan rel ganda..

DAFTAR PUSTAKA

- Datasheet.Arduino-A000066.pdf.
- Datasheet.servo.s3003.pdf.
- Datasheet.srf04tech.pdf.
- Firmansyah. 2008. Palang Pintu Kereta Otomatis Dengan Indikator Suara Sebagai Peringatan Dini Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*. 13:1-8.
- Hiskia. 2007. Perkembangan Teknologi Sensor Dan Aplikasinya Untuk Deteksi Radiasi Nuklir. *Prosiding Seminar PPI 2007*. 10 Juli: 9-20.
- Istiyanto, Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta: Andi.
- Jenderal Perhubungan Darat. 2005. Peraturan Direktur No. SK.770/KA.401/DRJD/2005. *Tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan dengan Jalur Kereta Api*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Lena, S., Putrawan, B. 2014. Perancangan Sistem Pengaman Rumah Menggunakan Keypad Dan Teknologi SMS Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal STIMIK LPKIA*.1: 1-6.
- Muhamad, Wan H.W.K. 2012. Internet Controlled Robotic Arm. *International Symposium on Robotics and Intelligent Sensor*. 41:1065-1071.
- Nataliana, Decy. 2011. Perancangan Prototype Deteksi Kecepatan Kendaraan Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroller Atmega 8535. *Jurnal Informatika*. 1: 72-87.
- Nova, A. 2011. Pengembangan Sistem Peringatan Ganti Oli Pada Sepeda Motor. *Jurnal Teknik Elektro*. 1:1-7.
- Nur, A. 2010. Penggunaan Mikrokontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal GSM. *Jurnal Informatika* 1:430-439.
- Pitowarno, Endra. 2006. *Desain Kontrol dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Prawiroedjo, K. 2008. Detektor Jarak Dengan Sensor ultrasonik Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Jetri*. 7:41-52.
- Putra, Nusa.2013. *Research & Development Penelitian dan Pengembangan*. Edisi Pertama. Cetakan Ketiga. Jakarta: Raja Grafindo.

- Republik Indonesia. 2006. Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2006. *Tentang Jalan*, Jakarta; Sekretariat Negara.
- Republik Indonesia. 2009. Peraturan Pemerintah No. 72 Tahun 2009. *Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Republik Indonesia. 2012. Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012. *Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Saputra, H. A. 2008. Rancang Bangun Pengendalian Palang Pintu Kereta Api Berbasis PLC. *Tugas Akhir. Universitas Negeri Semarang*. Semarang.
- Semboyan Kereta Api. Online at http://id.wikipedia.org/wiki/Semboyan_kereta_api (diakses 12 April 2015).
- Shofa, F. 2014. Penerapan Metode Simple Maze Pada Robot Wall Follower Untuk Menyelesaikan Jalur Dalam Menelusuri Sebuah Labirin. *Skripsi. Universitas Negeri Semarang*.
- Simanullang, R. 2009. Perancangan Palang Kereta Api Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Sensor Inframerah sebagai Sensor Halangan. *Tugas Akhir. Universitas Sumatra Utara. Medan*.
- Sitepu, R. 2008. Prototype Pintu Lintasan Kereta Api Otomatis. *Jurnal Widya Teknik*. 7: 35-44.
- Solichin, A. 2011. Simulasi Kendali Pintu Perlintasan dan pemberitahuan Kedatangan Kereta Api Otomatis Menggunakan Sensor Optocoupler. *Prosiding Seminar Nasional Ritektra 2011*. 7 Juli: 1-15.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sunardi, J. 2009. Rancang Bangun Antar Muka Mikrokontroler Atmega32 Dengan Multimedia Card. Naskah Seminar SDM Teknologi Nuklir 2009. 5 November: 135-142
- Utomo, A. T. 2011. Implementasi Mikrokontroler Sebagai Pengukur Suhu Delapan Ruangan. *Jurnal Teknologi*. 4:153-159.
- Zaki, Aziza M., Arafa O. (2014). Microcontroller Based Mobile Robot Positioning and Obstacle Avoidance. *International Journal of System and Information Technology*. 1:58-71.

Lampiran 1

Syntak Program Palang Pintu Kereta Otomatis Dengan menampilkan Kecepatan Serta Waktu Tunggu Kedatangan Kereta Menggunakan Arduino

```

#include <NewPing.h>
#include <VarSpeedServo.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
unsigned long time;
unsigned long time2;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
VarSpeedServo myservo;
int pos = 0;
int servoSpeeds = 30;
long s,ms;
byte tombol,kode;

// SRF04-1
#define TRIGGER_PIN1 1 // ult rasonik 1
#define ECHO_PIN1 12 // ultrasonik 1 pin pengganti asline # kosong
#define MAX_DISTANCE1 10// max jarak tembak sensor
// SRF04-2
#define TRIGGER_PIN2 7 // ultrasonik 2
#define ECHO_PIN2 8 //ultrasonik 2
#define MAX_DISTANCE2 10// max jarak tembak sensor

#define TRIGGER_PIN3 9 // ultrasonik 3
#define ECHO_PIN3 13 //ultrasonik 3
#define MAX_DISTANCE3 10// max jarak tembak sensor

#define TRIGGER_PIN4 2 // ultrasonik 3
#define ECHO_PIN4 3 //ultrasonik 3
#define MAX_DISTANCE4 10// max jarak tembak sensor

NewPing sonar1(TRIGGER_PIN1, ECHO_PIN1, MAX_DISTANCE1);
NewPing sonar2(TRIGGER_PIN2, ECHO_PIN2, MAX_DISTANCE2);
NewPing sonar3(TRIGGER_PIN3, ECHO_PIN3, MAX_DISTANCE3);
NewPing sonar4(TRIGGER_PIN4, ECHO_PIN4, MAX_DISTANCE4);

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  lcd.begin();
  lcd.print("Waspada Kereta");
  delay(10);

```

```

pinMode(5, OUTPUT);// tak ubah asline pin reset
pinMode(6, OUTPUT); // asline alarm
pinMode(10, OUTPUT); // vcc srf04 4
myservo.attach(4);// sinyal pada servo menggunakan pin 4
int pos(0); // posisi 0 derajat servo
myservo.write(0,255,true);

pinMode(11, INPUT);
digitalWrite(11, HIGH); // pin tombol manual
}

void loop() {

    delay(20); // Wait 50ms between pings (about 20 pings/sec). 29ms should be the
shortest delay between pings.
    long cm = sonar1.ping_cm();
    long cm1 = sonar2.ping_cm();
    long cm2 = sonar3.ping_cm();
    long cm3 = sonar4.ping_cm();
    int angle = analogRead(0);

    time = ms; // waktu hitung
    time2 = s;

    tombol=digitalRead(11);

    if(tombol==LOW){
angle=map(angle, 0, 1023, 0, 180);
myservo.write(angle);
delay(15);}

    else if(tombol==HIGH){

        Serial.print("Ping: ");
        Serial.print(cm);
        Serial.println("cm");
        Serial.print ("ping: ");
        Serial.print(cm1);
        Serial.println("cm1 ");
        Serial.print("ping: ");
        Serial.print(cm2);
        Serial.println("cm2");
        Serial.print("ping: ");
        Serial.print(cm3);
        Serial.println("cm3");
    }
}

```

```

if(cm < 8 && cm > 3){ // sensor 1
  kode=2;
  digitalWrite(6,HIGH); // buzzer on
  lcd.clear();
  lcd.print("STOPP!!!");
  delay(5);
}
if (kode==2){
  ms++;
  if (ms==10){
    ms=0;
    s++;
    if (s==100){ s=0;}
  }

}

if (cm3 < 8 && cm3 > 3 ) {
  myservo.write(90,30, true);
  delay(100);
  Serial.print(" ");
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Kecepatan Kereta: ");
  lcd.setCursor(6,1);
  float detik = time; // 1000; // konversi ms ke s
  float kecepatan = 40/(detik/100); // rumus hitung
  float detik2 = time2;
  float kecepatan2 = 40/time2+(detik/100);
  if ( s > 1) {
  lcd.print(kecepatan2);}
  else if (ms < 100) {
  lcd.print (kecepatan); }
  lcd.print("CM/S");
  delay (3000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Dlarang Melintas: ");

  // "nHitungMundur--" berarti lakukan pengurangan -1 pada variabel
nHitungMundur...
  // .. tiap satu kali looping
  int nHitungMundur = 3;
  for ( nHitungMundur; nHitungMundur >= 0; nHitungMundur--) {
    lcd.setCursor(8,1); lcd.print(nHitungMundur);

```

```
    delay(1000);
  }
  lcd.clear();
  delay(50);
  lcd.print( "Selamat Jalan");
  delay(10);
  }
}

if(cm1 < 8 && cm1 > 3 ){ // sensor 3
  digitalWrite(10,HIGH); // vcc sensor 4 ON
  delay (200);}

  if (cm2 > 5 ){ //sensor 4
    digitalWrite(6, LOW); // asline 6 ultrasonik depan palang off / buzzer off
    delay (200);
    myservo.write(0);
    delay(10);
    digitalWrite(5,HIGH); // pin reset on
    delay(10);
    digitalWrite(5,LOW); // pin reset off
  }

}
```

Lampiran 2

Tabel 2.1. Pin LCD 1602

No. Pin	Nama Pin	I/O	Keterangan
1	VSS	Power	Catu daya, <i>ground</i> (0V)
2	VDD	Power	Catu daya <i>positif</i>
3	VD	Power	Pengatur kontras. Menurut datasheet, pin ini perlu dihubungkan dengan pin VSS melalui <i>resistor</i> 5k Ω . Namun, dalam praktik, <i>resistor</i> yang digunakan sekitar 2,2k Ω .
4	RS	<i>Input</i>	<i>Register Select</i> <ul style="list-style-type: none"> • RS=<i>HIGH</i>: untuk mengirim data • RS=<i>LOW</i>: untuk mengirim instruksi
5	R/W	<i>Input</i>	Read/Write control bus <ul style="list-style-type: none"> • R/W=<i>HIGH</i>: mode untuk membaca data di LCD • R/W=<i>LOW</i>: mode penulisan ke LCD • Dihubungkan dengan <i>LOW</i> untuk mengirim data ke layar.
6	E	<i>Input</i>	Data <i>enable</i> , untuk mengontrol ke LCD. Ketika bernilai <i>LOW</i> , LCD tidak dapat diakses.
7	DB0	<i>I/O</i>	Data
8	DB1	<i>I/O</i>	Data
9	DB2	<i>I/O</i>	Data
10	DB3	<i>I/O</i>	Data
11	DB4	<i>I/O</i>	Data
12	DB5	<i>I/O</i>	Data
13	DB6	<i>I/O</i>	Data
14	DB7	<i>I/O</i>	Data
15	BLA	<i>Power</i>	Catu daya layar, <i>positif</i>
16	BLK	<i>Power</i>	Catu daya layar, <i>negatif</i>

Lampiran 3

Tabel pengukuran output dari servo ke pin arduino


No	Pergerakan servo (derajat)	Tegangan dan arus yang masuk ke pin arduino	
1	0	0,14 V	0,04 mA
2	10	0,16 V	0,04 mA
3	20	0,18 V	0,04 mA
4	30	0,21 V	0,04 mA
5	40	0,24 V	0,04 mA
6	50	0,26 V	0,04 mA
7	60	0,28 V	0,04 mA
8	70	0,30 V	0,04 mA
9	80	0,33 V	0,04 mA
10	90	0,35 V	0,04 mA

Lampiran 4

Dokumentasi pengujian bentuk pulsa *sensor Srf-04* dengan *osiloskop*.



Lampiran 5


**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**
 Nomor: 096/ST-UNNES/2015
 Tentang

**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015**

Menimbang : Bahwa untuk memper lancar mahasiswa Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;

Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro Tanggal 8 Januari 2015

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada:

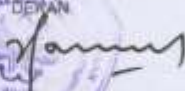
Nama	: ARYO BASKORO UTOMO, S.T., M.T.
NIP	: 196409092012121002
Pangkat/Golongan	: III/B
Jabatan Akademik	:
Sebagai Pembimbing	:

 Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama	: MUHAMMAD AZZAM FIRDAUS
NIM	: 5301411003
Jurusan/Prodi	: Teknik Elektro/Pend. Teknik Elektro
Topik	: Prototype palang pintu Kereta Api Otomatis

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan
 1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
 2. Ketua Jurusan
 3. Petinggal

DITETAPKAN DI : SEMARANG
 PADA TANGGAL : 9 Januari 2015
 DEKAN

 Drs. Muhammad Hartono, M.Pd.
 NIP. 196002151991021001

5301411003
 ... PM-03-AKD-24/Rev. 02 ...

Lampiran 6



DEPDIKNAS UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG (UNNES)
 FAKULTAS TEKNIK – JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
 LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO

Alamat: Gd.E6/E8 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229 Tlp: (024) 70101084
 Hp: 08122520801 email: elektroUNNES@yahoo.com

SURAT PERMOHONAN PINJAM ALAT LABORATORIUM

Memberitabukan bahwa :

Nama : Muh. Azzam Firdaus
 NIM : 5301411003
 Program studi : Pendidikan Teknik Elektro S1
 Jurusan : Teknik Elektro

Saya mengajukan permohonan pinjam alat laboratorium, berupa :

1. Osiloskop	1 buah
2. Multimeter	1 buah

Peminjaman mulai tanggal 15 Oktober 2015 sampai 15 November 2015 untuk keperluan penelitian skripsi, dengan judul *"Prototype Palang Pintu Kereta Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik dengan Menampilkan Kecepatan Kereta Berbasis Arduino Uno"*.

- Saya bertanggung jawab penuh bila terjadi apa-apa, akan mengganti atau memperbaiki kembali seperti keadaan semula terhadap kerusakan dan kehilangan alat yang saya gunakan.
- Apabila pengembalian alat tersebut melebihi hari yang telah ditentukan saya akan sanggup menerima sanksi/denda dari laboratorium jurusan teknik elektro.

Demikian surat permohonan ini saya buat dengan kesadaran saya, atas perhatian dan dikabulkannya permohonan ini saya mengucapkan terima kasih.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Arvo Baskoro Utomo, S.T., M.T.
 NIP.198409092012121002

Kepala Laboratorium



Drs. H. Sa'id Sunardiyo, M.T.
 NIP.196505121991031003

Semarang, 13 Oktober 2015

Yang membuat pernyataan



Muh. Azzam Firdaus
 NIM. 5301411003

Kpd:
 Mas Arlingto
 di Bantar.

Lampiran 7

	KEMENTERIAN RISTEK DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG FAKULTAS TEKNIK Gedung E11 Lt 1, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229 Telepon: 8508104 Laman: www.te.unnes.ac.id, surel:
<hr/>	
No.	: 10197/UM37-15/DT/2015
Lamp.	:
Hal	: Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana
<p>Dengan ini kami tetapkan bahwa ujian Sarjana Fakultas Teknik UNNES untuk jurusan Teknik Elektro adalah sebagai berikut:</p>	
I. Susunan Panitia Ujian:	
a. Ketua	: Drs. Suryono, M.T.
b. Sekretaris	: Drs. Agus Suryanto, M.T.
c. Pembimbing Utama	: ARYO BASKORO UTOMO, S.T., M.T.
d. Penguji	: 1. Dr. Ir. SUBIYANTO, S.T., M.T. 2. Drs. Slamet Seno Adi, M.Pd., M.T
II. Calon yang diuji:	
Nama	: MUHAMMAD AZZAM FIRDAUS
NIM/Jurusan/Program Studi	: 5301411003/Teknik Elektro /Pendidikan Teknik Elektro, S1
Judul Skripsi	: Prototype Palang pintu kereta api otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino
II. Waktu dan Tempat Ujian:	
Hari/Tanggal	: Selasa / 15 Desember 2015
Jam	: 12:30:00
Tempat	: E11 R Seminar
Pakaian	:
<p>Tembusan</p> <p>1. Ketua Jurusan Teknik Elektro</p> <p>2. Calon yang diuji</p>	
 <p>Semarang, 11 Desember 2015</p> <p>Dr. Nur Qudus, M.T.</p> <p>NIP. 196611301994031001 <i>And</i></p>	
 <p>5301411003</p>	