



**DESAIN *RUNNING TEXT LED DISPLAY* UNTUK SISTEM PERINGATAN  
PADA PALANG PINTU KERETA API**

**PROYEK AKHIR**

Oleh

**Deni Wahyudin**

**NIM 131903102014**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ELEKTRONIKA**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**



**DESAIN *RUNNING TEXT LED DISPLAY* UNTUK SISTEM  
PERINGATAN PADA PALANG PINTU KERETA API**

**PROYEK AKHIR**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (DIII)  
dan mencapai gelar Ahli Madya (Amd)

Oleh

**Deni Wahyudin**

**NIM 131903102014**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**

## PERSEMBAHAN

Proyek akhir ini merupakan sebuah awal, langkah kecil menuju lompatan besar guna menggapai kesuksesan yang lebih baik lagi. Untuk itu saya ucapkan rasa syukur dan terima kasih sebesar-besarnya kepada...

Allah SWT, dengan segala Keagungan dan Keajaiban-Nya yang senantiasa mendengar do'a ku, menuntunku dari dari kegelapan, serta senantiasa menaungiku dengan rahmat dan hidayah-Nya dan junjunganku Nabi Besar Muhammad SAW yang telah menjadi penerang di dunia dan suri tauladan bagi kita semua;

Ibunda Siti maisyaroh, Ayahanda Sodikin, kakakku Muhammad Maghfur, Adikku Ahmad Fuad Rozaki, Adikku Muhammad Rafli Aldi, dan orang disekelilingku terima kasih atas segala kasih sayang, dukungan, semangat, dan doa selama ini;

Seluruh teman dan sahabat seperjuangn Teknik Elektro angkatan 2013, kalian sebagai tempat berbagi suka dan duka yang tidak akan terlupakan.

Aku menjadikan kalian semua bagian dari diriku dan aku sangat menyayangi kalian semua;

Buat semua teman-teman Jurusan Elektro angkatan 2012, 2013, 2014 dan 2015. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan yang ikut dalam membantu dan berdoa;

Guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidik dengan penuh kesabaran;

**Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.**

## MOTTO

“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran”

(QS: Al Ashr 1-3)

“Jangan menyerah atas impianmu, impian memberimu tujuan hidup. Ingatlah, sukses bukan kunci kebahagiaan, kebahagiaanlah kunci sukses. Semangat !”

”Succes by desain”

(Deni Wahyudin)

“Dalam roda kehidupan kita tidak selalu berada di atas, maka janganlah kalian menyombongkan diri, karena suatu saat kalian juga akan merasakan roda kehidupan yang berada dibawah”

(Deni Wahyudin)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Deni Wahyudin

NIM : 131903102014

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul: “Desain *Running Text Led Display* Untuk Sistem Peringatan Pada palang Pintu Kereta Api” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 juni 2016

Yang menyatakan,

Deni Wahyudin  
NIM 131903102014

**PROYEK AKHIR**

**DESAIN *RUNNING TEXT LED DISPLAY* UNTUK SISTEM  
PERINGATAN PADA PALANG PINTU KERETA API**

Oleh  
**Deni Wahyudin**  
**NIM 1319031020014**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Proyek Akhir berjudul “*Desain Running Text Led Display Untuk Sistem Peringatan Pada palang Pintu Kereta Api* ” oleh Deni Wahyudin NIM: 131903102014 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Elektro Universitas Jember pada;

Hari : Senin  
Tanggal : 28 Juni 2016  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.  
NIP. 19700826 199702 1 001

Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M.  
NIP. 19631201 199402 1 002

Penguji I,

Penguji II,

Sumardi, S.T., M.T.  
NIP. 19670113 199802 1 001

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.  
NIP. 19710402 200312 1 001

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M  
NIP. 19661215 199503 2 0901

**DESAIN RUNNING TEXT LED DISPLAY UNTUK SISTEM PERINGATAN  
PADA PALANG PINTU KERETA API**

**Deni Wahyudin**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

**ABSTRAK**

Pada kemacetan pintu penyeberangan kereta api umum karena pengendara tidak tahu di mana kereta sehingga informasi yang diperlukan dalam bentuk penampilan keberadaan kereta jarak peringatan. Desain *running text led display* digunakan sebagai *display* dari peringatan bagi pengendara atau orang-orang yang akan menyeberang rel kereta api. Penggunaan teks berjalan ini berguna untuk menampilkan informasi kepada pengendara bahwa kereta itu di berapa mil jarak.

Untuk mengukur jarak dari sensor kereta ping diperlukan. sensor ini akan mengukur jarak kereta pada jarak berapa mil kereta datang. Desain ini merupakan prototipe yang menggambarkan sesuai kenyataan. Menjalankan tampilan teks menggunakan arduino uno sebagai sistem pengolahan data yang masuk. Running text LED display seperti kereta jarak informasi *viewer* untuk pengendara untuk mengetahui jarak kereta pada jarak berapa. Ping sensor jarak untuk mengukur jarak kereta dan sebagai pengontrol running text. Untuk membuat prototipe ini software yang digunakan berupa arduino uno. Jika sensor telah bekerja sebagai pengukur jarak, maka *buzzer* akan berbunyi dan *running text* akan menampilkan karakter “kereta api berada pada jarak berapa kilo meter” yang datang melalui teks berjalan sebagai tampilan informasi.

Kata kunci: *running text LED display*, kereta api, mikrokontroler, sensor ping, *buzzer*.



*Running Text Design LED Display For Warning System On Door Cross Railway*

**Deni Wahyudin**

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember

## **ABSTRACT**

On congestion common rail crossings for motorists do not know where the train so that the necessary information in the form of appearance of the existence of the warning distance trains. Design running text led display used as a display of a warning to motorists or those who would cross the railroad tracks. Use of running text is useful for displaying information to motorists that a train was on how many miles distance.

To measure the distance from the train ping sensor is required. This sensor will measure the distance of a train at a distance of how many miles the train comes. This design is a prototype that describes to reality. Running text display using arduino uno as incoming data processing system. Running text LED displays such as distance trains viewer information for motorists to know how much distance trains in the distance. Ping distance sensor to measure the distance the train and as a controller running text. To make this prototiope software used in the form arduino uno. If the sensors have worked as rangefinders, the buzzer will sound and the running text will show the character of "the train is at a distance of few kilometers" that came through the text runs as display information.

Keywords: running text led display, trains, microcontroller, ping sensor, buzzer.

## RINGKASAN

### DESAIN *RUNNING TEXT LED DISPLAY* UNTUK SISTEM PERINGATAN PADA PALANG PINTU KERETA API

“Desain *Running Text Led Display* Untuk Sistem Peringatan Pada palang Pintu Kereta Api”; Deni Wahyudin 131903102014; 2015: 96 halaman; Program Studi Diploma Tiga (DIII) Teknik , Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penelitian mengenai desain *running text led display* sebagai suatu sistem peringatan pada palang pintu kereta api ini diambil karena maraknya atau sering terjadinya kecelakaan pada perlintasan kereta api. Desain *Running text led display* ini dapat dihubungkan pada suatu arduino uno. Desain *Running text* tersebut memiliki fungsi yaitu adalah untuk menampilkan keberadaan dari kereta api berada pada jarak berapa kilo meter. Sedangkan untuk *led display* dan *buzzer* sendiri yaitu adalah berfungsi sebagai suatu notifikasi atau suatu pemberitahuan kepada penjaga palang pintu keberadaan dari kereta tersebut berada pada jarak yang aman, dan belum mendekati perlintasan tersebut.

Pada penelitian ini untuk pendeteksinya yaitu dengan menggunakan sensor HCSR-04, dimana sensor HCSR-04 tersebut dapat mendeteksi jarak kereta berada pada kilometer berapa sehingga penjaga dapat mengetahui keberadaan kereta. Sensor ping memiliki sensor sampai jarak 3 meter pada kejauhan yang sudah ditentukan.

## **SUMMARY**

### *Running Text Design LED Display For Warning System On Door Cross Railway*

“Running Text Design Led Display For Warning System On Door crossbar Train ”; Deni Wahyudin 131903102014 ; 2015: 56 pages ; Program Study Diploma ( DIII ) Engineering, Department of Electrical Engineering , Faculty of Engineering, University of Jember .

Research on the running text led display as a warning system in the train doorstop is taken as widespread or frequent accidents at railway crossings . Running text led display can be connected to a arduino uno . Running text has a function which is to show the existence of a train is at a distance of few kilometers . As for the led display and buzzer itself that is functioning as a notification or a notification to the presence of a guard rail latch is located at a safe distance , and has not approached the crossing .

In this study for your detection by using HCSR-04 sensor , where the sensor is able to detect the HCSR-04 distance trains are in kilometers how so guards can know the existence of the train . Ping sensor has a sensor to a distance of 3 meters at a predetermined distance .

## PRAKATA

*Bismillahirrohmanirrohim*

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan proyek akhir yang berjudul “*Desain Running Text Led Display untuk Sistem Peringatan Pada Palang Pintu Kereta Api*” dapat terselesaikan dengan baik. Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (DIII) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesainya laporan proyek akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat dan rizki-Nya serta memberi kelancaran dan kemudahan sehingga terselesainya proyek akhir ini.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita ke peradaban manusia yang lebih baik.
3. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Elektro Universitas Jember.
5. Bapak Widjonarko, A.Md., S.T., M.T. selaku Komisi Bimbingan D3 Fakultas Teknik Elektro Universitas Jember.
6. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Dr. Ir. Bambang Sujanarko, ST., MT. selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan proyek akhir ini.
7. Seluruh Dosen yang ada di Fakultas Teknik khususnya Teknik Elektro beserta karyawan.
8. Keluarga besar Teknik Elektro khususnya angkatan 2013 INTEL UNEJ, terimakasih atas dukungan dan motivasi yang kalian berikan.

9. Teman – teman seperjuangan DEGAN UNEJ 2013 yang selalu mendukung selama menjalani masa kuliah sampai terselesaikannya proyek akhir ini, kenangan dan pengalaman tak akan pernah terlupakan.
10. Teman – teman pesantren al-nikmat perumahan istana tidar bok B5/3 yang selalu mendukung selama menjalani masa kuliah sampai terselesaikannya proyek akhir ini, kenangan dan pengalaman tak akan pernah terlupakan.
11. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tidak terlepas dari keterbatasan, yang biasanya akan mewarnai kadar ilmiah dari proposal proyek akhir ini. Oleh karena itu penulis selalu terbuka terhadap masukan dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun untuk mendekati kesempurnaan. Tidak lupa penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kesalahan dan kekeliruan. Akhir kata penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat menjadi bahan acuan yang bermanfaat di kemudian hari.

Jember, 28 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
RINGKASAN .....	ix
<i>SUMMARY</i> .....	x
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Batasan Masalah .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>4</b>
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 <i>Running Text Led Display</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Sensor .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 <i>Buzzer</i>.....</b>	<b>10</b>

<b>2.4 Arduino UNO</b> .....	12
2.4.1 Daya ( <i>Power</i> ) .....	14
2.4.2 Memori .....	15
2.4.3 <i>Input &amp; Output</i> .....	15
<b>2.5 Baterai</b> .....	16
<b>2.6 Baterai</b> .....	19
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	23
<b>3.1 Waktu Penelitian</b> .....	23
3.1.1 Tempat Penelitian.....	23
<b>3.2 Alat Dan Bahan</b> .....	23
<b>3.3 Perancangan Sistem</b> .....	25
<b>3.4 Perancangan Mekanik</b> .....	26
3.4.1 Pembuatan Perlintasan Kereta .....	26
3.4.2 Pembuatan Palang Pintu Kereta Api.....	27
<b>3.5 Perancangan Elektronika</b> .....	27
3.5.1 Pembuatan Rangkaian <i>Shield</i> Arduino.....	27
3.5.2 Pembuatan Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	29
3.5.3 Pembuatan Rangkaian <i>Buzzer</i> .....	31
3.5.4 Pembuatan Rangkaian <i>Running Text Led Display</i> .....	33
<b>3.6 Software</b> .....	35
3.6.1 Flowchart Sensor HCSR-04.....	35
3.6.2 Flowchart Sistem.....	36
3.6.3 Main Program .....	37
<b>3.7 Teknik Kesimpulan</b> .....	40
<b>BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b> .....	41
<b>4.1 Pengujian Alat Perbagian</b> .....	41

4.1.1 Pengujian Sensor HCSR-04.....	41
4.1.2 Pengujian <i>Running Text Led Display</i> .....	53
4.1.3 Pengujian Motor Servo.....	56
<b>4.2 Pengujian Kinerja Alat Secara Keseluruhan .....</b>	<b>56</b>
4.3.1 Langkah – langkah Pengujian.....	57
4.3.3 Hasil Pengujian.....	57
<b>BAB V. PENUTUP .....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Dot Matriks .....	8
2.2 <i>Sensor Ultrasonik</i> .....	9
2.2.1 Cara Kerja Sensor HCSR-04.....	10
2.3 Gambar <i>Buzzer</i> .....	11
2.3.1 Gambar Cara Kerja <i>Buzzer</i> .....	11
2.4 Board arduino.....	12
2.5 Macam – macam bentuk fisik baterai .....	17
2.5.1 Bagian – bagian baterai .....	18
2.6 Motor Servo .....	19
2.7 Jenis-Jenis Motor Servo .....	20
2.8 Pensinyalan Motor Servo.....	20
2.9 Gambar Posisi Dan Waktu Pemberian Pulsa.....	21
3.3 Perancangan Sistem.....	25
3.4.1 Perancangan Perlintasan Kereta Api.....	26
3.4.2 Perancangan Palang Pintu Kereta Api.....	27
3.5.1 Rangkaian Shield Arduino.....	28
3.5.2.1 Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	29
3.5.2.2 Gambar Cara Kerja Sensor Hcsr-04.....	30
3.5.3 Rangkaian Buzzer.....	31
3.5.4.1 Gambar skematik <i>dot matrix 8x8</i> .....	33
3.5.5 Rangkaian <i>running text led display</i> .....	34
3.6.1 Flowchart Sensor HCSR-04 .....	35
3.6.2 Flowchart Sistem.....	36
3.6.3.a Gambar Main Program Karakter Abjad.....	37
3.6.3.b Gambar Main Program Karakter Abjad <i>Dot Matrix</i> .....	38
3.6.3.a Gambar Main Program Sensor HCSR-04.....	39
4.1 Gambar Sensor HCSR-04.....	42
4.2 Gambar <i>Running Text Led Display</i> .....	53

4.3	Gambar Motor Servo Sebagai Palang Pintu Kereta Api.....	56
4.3	Gambar Pengujian Alat Secara Keseluruhan.....	57



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Deskripsi Arduino Uno.....	13
4.1 Data pengujian Sensor HCSR-04 dengan jarak penggaris 5 cm.....	43
4.2 Data pengujian Sensor HCSR-04 dengan jarak penggaris 10 cm.....	44
4.3 Data pengujian Sensor HCSR-04 dengan jarak penggaris 15 cm.....	45
4.4 Data pengujian Sensor HCSR-04 dengan jarak penggaris 20 cm.....	46
4.5 Data pengujian Sensor HCSR-04 dengan jarak penggaris 25 cm.....	47
4.6 Pengujian <i>Running Text Led Display</i> .....	54
4.7 pengujian waktu <i>Running Text Led Display</i> saat menampilkan karakter sampai <i>running text</i> tidak menampilkan karakter.....	55

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan dunia teknologi semakin maju dan sangat canggih. Perkembangan teknologi ini didukung juga dengan peralatan elektronik yang semakin maju juga. Salah satu peralatan elektronik yang telah diterapkan masyarakat yaitu *running text*. *Running text* ini digunakan sebagai papan informasi untuk menampilkan informasi apa saja. Tidak seperti jaman dahulu yang menggunakan kertas atau spanduk sebagai media informasi tersebut. Kebutuhan manusia terhadap peralatan cerdas dan bekerja secara otomatis sangat meningkat. Sistem kerja peralatan cerdas ini sangatlah efektif karena tidak perlu dipantau lagi oleh pengguna. Peralatan ini akan bekerja sesuai dengan input yang diarahkan. Penggunaan peralatan otomatis ini sangat efisien dibanding dengan peralatan manual yang sistem kerjanya diarahkan oleh pengguna.

Running text atau disebut juga sebagai tulisan berjalan ini merupakan salah satu media elektronik yang sangat berguna untuk menyampaikan pesan dan informasi yang dapat digunakan sebagai sarana iklan. Running Text juga dikenal dengan sebutan Moving Sign. Dalam pengembangannya, Display Running text kini hadir tidak hanya menampilkan rangkaian tulisan berjalan saja, tetapi juga bisa untuk menampilkan gambar atau logo. Running Text banyak dipilih orang sebagai sarana advertising, alasan sebagai sarana iklan karena selain tampilan yang sangat cantik, running text tersendiri ternyata memiliki daya tarik bagi orang-orang di sekitar yang melihatnya. seperti yang kita ketahui, bahwa indra penglihatan manusia berupa mata sangat tertarik terhadap suatu pandangan yang cerah, berwarna, mencolok, dan lain yang ada di sekelilingnya. Hal ini yang mendasari warna dari display running text mengundang mata orang di sekitarnya untuk melihat ke arahnya. Dalam era globalisasi dan pengembangan teknologi yang begitu pesat. berkembangnya berbagai macam display elektronik, membuat banyak produsen-produsen display berpikir keras untuk dapat menciptakan terobosan-terobosan baru dalam hal display, salah

satunya dengan mulai ramainya muncul berbagai macam display LED. Mulai dari ukuran yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan hingga warna yang dapat disesuaikan dengan keinginan, bahkan tahun ini sudah banyak bermunculan display yang menawarkan produk Full Color. Tidak heran kecanggihan teknologi yang diiringi dengan kepiawaian manusia dalam menciptakan barang baru, tidak lepas dari kebutuhan manusia yang kian hari semakin meningkat. Awal mula, Running text hanya digunakan untuk menampilkan tulisan berjalan, dimana jumlah karakter serta bentuk dari karakter tulisan tersebut terbatas, dengan kemajuan teknologi, sekarang dapat kita temukan banyak running text yang sudah dikombinasikan untuk menampilkan logo atau gambar, bahkan mode pergerakan tulisannya pun semakin bervariasi. Tidak terlepas dari kreatifitas para ahli elektronik dalam menciptakan dan menginovasi teknologi menjadi sesuatu yang bermanfaat dan kemudian digunakan oleh banyak orang dan akhirnya menghasilkan materi. Kepuasan utamanya memang bukan pada materi saja tapi kepuasan yang paling hakiki adalah hasil kreatifitas dapat digunakan oleh banyak orang yang akhirnya timbul sebuah kebanggaan tersendiri bagi pencipta ataupun inovator tersebut. Hal ini juga tidak berbeda jauh dari *led running text* yang manfaatnya dirasakan oleh banyak orang terutama bagi mereka yang menggunakan alat ini. *Led running text* adalah sebuah teknik elektronik yang menampilkan sebuah tulisan bergerak atau berjalan yang terdiri dari susunan led kemudian terhubung secara matrix dengan perpaduan led antara baris dan kolomnya. *Led running text* ini memiliki fasilitas komunikasi secara seri yang mampu menampilkan pesan ataupun tulisan bergerak dan berjalan yang dapat dirubah melalui PC, laptop dan juga remote. Bukan hanya itu saja, running text memiliki fasilitas untuk mengatur waktu yang menggunakan Real Time Clock (RTC) sehingga dapat menampilkan detik, menit, jam, hari, tanggal dan tahun. Untuk penyesuaiannya dapat dilakukan melalui media komputer atau remote. *Led running text* ini tidak akan berubah walaupun dimatikan artinya data akan tersimpan di dalam memori. Untuk warna yang digunakan sangat bervariasi sesuai dengan kebutuhan, adapun warna warna yang tersedia antara lain warna hijau, warna biru, warna merah, warna kuning

dan warna putih khusus untuk warna *led*. Dan ada satu lagi *running text* yang dijual untuk media informasi ini yaitu *moving sign*. *Moving sign* ini adalah sebuah tampilan elektronik dengan menggunakan *led* yang menghasilkan variasi nyala yang sangat unik dan berbeda sesuai dengan selera masing masing pemilik. *Moving sign* ini merupakan sebuah media elektronik yang sangat bermanfaat untuk dijadikan sebagai media iklan, pemberitahuan informasi serta untuk dekorasi kantor atau sentuhan keindahan perkotaan. *Moving led* ataupun *led running text* sangat berbeda dengan banner ataupun spanduk, karena banner dan spanduk sifatnya non permanen artinya tidak mampu bertahan lama atau cepat mengalami kerusakan. Sedangkan *moving sign* dan *led running text* sifatnya permanen dan isinya dapat diubah sesuai dengan kebutuhan atau sesuai dengan selera anda. Khusus untuk desainnya, ada yang merupakan desain *available* artinya telah tersedia dan bisa beli langsung bawa tapi ada juga desain *custom* artinya anda dapat memesan terlebih dahulu untuk model dan desainnya sesuai kebutuhan dan sesuai dengan selera. *Running text* yang ada yaitu berupa *led-led* yang disambung dan dirangkai menjadi deretan led ataupun dapat berupa *dot matrix*.

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat tidak diimbangi dengan pertumbuhan sarannya yaitu jalan raya, hal ini yang membuat masalah kemacetan belum juga dapat teratasi. Karena kemacetan membuat pengguna jalan melakukan apapun untuk dapat mencapai tujuan sesuai target. Peristiwa ini mempengaruhi sikap pengguna jalan pada perlintasan kereta api dimana pengguna jalan kurang memperhatikan keselamatan bagi dirinya sendiri ataupun orang lain. Banyak pengguna jalan menerobos palang pintu perlintasan karena alasan terburu – buru atau karena alasan kereta masih jauh walaupun palang pintu telah menutup. Dua faktor tersebut yang banyak menyebabkan kecelakaan pada perlintasan kereta api. Selain faktor teknis dan human error. Berdasarkan permasalahan diatas, dibutuhkan suatu cara atau sistem agar perlintasan kereta api menjadi lebih efektif demi keselamatan para pengguna jalan. Maka dibuat solusi untuk menghindari adanya

kecelakaan tersebut, yaitu dengan adanya *running text led display* yang digunakan sebagai sistem peringatan.

Aplikasi *running text led display* ini digunakan sebagai sistem peringatan berupa tampilan informasi bahwa kereta berada di jarak berapa kilometer, sehingga pengguna perlintasan kereta mengetahui keberadaan kereta yang lewat dan sebagai informasi untuk berhenti dan lewat kembali jika kereta sedang lewat ataupun sudah melewati pintu perlintasan. Sensor jarak sebagai pengukur jarak kereta akan mengendalikan dan mengatur tampilan *running text led display* untuk menampilkan tampilan *running text led display* sebagai tampilan informasinya. Dan *buzzer* sebagai peringatan alarm bahwa akan ada kereta yang lewat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka pokok permasalahan yang terdapat dalam proyek akhir ini adalah, bagaimana cara mendesain prototipe aplikasi *running text led display* untuk sistem peringatan pada palang pintu kereta api sebagai media penyampaian pesan kepada penjaga palang pintu.?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas, menyederhanakan dan menghindari meluasnya masalah maka diberi batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sensor ping ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak kereta api.
2. *running text led display* sebagai penyampai informasi.
3. Arduino uno sebagai suatu komunikasi, dan sekaligus penyimpanan program.
4. *Buzzer* sebagai alarm peringatan tanda kereta sudah dekat.
5. Hanya digunakan pada satu perlintasan.

## 1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan pembuatan proyek akhir ini adalah agar pengendara kendaraan bermotor memperoleh informasi tentang keberadaan kereta api dan jarak kereta api

dari sebuah *running text led display*. Diharapkan dengan adanya prototipe ini akan memberi manfaat bagi pengendara kendaraan bermotor untuk berkendara lebih aman pada saat melintas pada perlintasan kereta api.





## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Running text Led Display*

*Running text* atau disebut juga sebagai tulisan berjalan ini merupakan salah satu media elektronik yang sangat berguna untuk menyampaikan pesan dan informasi yang dapat juga dapat digunakan sebagai sarana iklan. *Running text* juga dikenal dengan sebutan *Moving Sign*. Dalam pengembangannya, *Display Running text* kini hadir tidak hanya menampilkan rangkaian tulisan berjalan saja, tetapi juga bisa untuk menampilkan gambar atau logo. *Running text* banyak dipilih orang sebagai sarana *advertising*, alasan sebagai sarana iklan karena selain tampilan yang sangat cantik, *running text* tersendiri ternyata memiliki daya tarik bagi orang-orang di sekitar yang melihatnya. seperti yang kita ketahui, bahwa indra penglihatan manusia berupa mata sangat tertarik terhadap suatu pandangan yang cerah, berwarna, mencolok, dan lain yang ada di sekelilingnya. Hal ini yang mendasari warna dari *display running text* mengundang mata orang di sekitarnya untuk melihat ke arahnya. Dalam era globalisasi dan pengembangan teknologi yang begitu pesat, berkembangnya berbagai macam *display* elektronik, membuat banyak produsen-produsen *display* berpikir keras untuk dapat menciptakan terobosan-terobosan baru dalam hal *display*, salah satunya dengan mulai ramainya muncul berbagai macam *display led*. Mulai dari ukuran yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan hingga warna yang dapat disesuaikan dengan keinginan, bahkan tahun ini sudah banyak bermunculan *display* yang menawarkan produk *Full Color*. Tidak heran kecanggihan teknologi yang diiringi dengan kepiawaian manusia dalam menciptakan barang baru, tidak lepas dari kebutuhan manusia yang kian hari semakin meningkat. Awal mula, *Running text* hanya digunakan untuk menampilkan tulisan berjalan, dimana jumlah karakter serta bentuk dari karakter tulisan tersebut terbatas, dengan kemajuan teknologi, sekarang dapat kita temukan banyak *running text* yang sudah dikombinasikan untuk menampilkan logo atau gambar, bahkan mode pergerakan tulisannya pun semakin bervariasi. Tidak terlepas dari kreatifitas para ahli elektronik dalam menciptakan dan

menginovasi teknologi menjadi sesuatu yang bermanfaat dan kemudian digunakan oleh banyak orang dan akhirnya menghasilkan materi. Kepuasan utamanya memang bukan pada materi saja tapi kepuasan yang paling hakiki adalah hasil kreatifitas dapat digunakan oleh banyak orang yang akhirnya timbul sebuah kebanggaan tersendiri bagi pencipta ataupun inovator tersebut. Hal ini juga tidak berbeda jauh dari *led running text* yang manfaatnya dirasakan oleh banyak orang terutama bagi mereka yang menggunakan alat ini. *Led running text* adalah sebuah teknik elektronik yang menampilkan sebuah tulisan bergerak atau berjalan yang terdiri dari susunan *led* kemudian terhubung secara matrix dengan perpaduan *led* antara baris dan kolomnya. *Led running text* ini memiliki fasilitas komunikasi secara seri yang mampu menampilkan pesan ataupun tulisan bergerak dan berjalan yang dapat dirubah melalui PC, laptop dan juga remote. Bukan hanya itu saja, *running text* memiliki fasilitas untuk mengatur waktu yang menggunakan Real Time Clock (RTC) sehingga dapat menampilkan detik, menit, jam, hari, tanggal dan tahun. Untuk penyesuaiannya dapat dilakukan melalui media komputer atau remote. *Led running text* ini tidak akan berubah walaupun dimatikan artinya data akan tersimpan di dalam memori. Untuk warna yang digunakan sangat bervariasi sesuai dengan kebutuhan, adapun warna warna yang tersedia antara lain warna hijau, warna biru, warna merah, warna kuning dan warna putih khusus untuk warna *led*. Dan ada satu lagi *running text* yang dijual untuk media informasi ini yaitu *Moving Sign*. *Moving Sign* ini adalah sebuah tampilan elektronik dengan menggunakan *led* yang menghasilkan variasi nyala yang sangat unik dan berbeda sesuai dengan selera masing masing pemilik. *Moving Sign* ini merupakan sebuah media elektronik yang sangat bermanfaat untuk dijadikan sebagai media iklan, pemberitahuan informasi serta untuk dekorasi kantor atau sentuhan keindahan perkotaan. *Moving led* ataupun *led running text* sangat berbeda dengan banner ataupun spanduk, karena banner dan spanduk sifatnya non permanen artinya tidak mampu bertahan lama atau cepat mengalami kerusakan. Sedangkan *Moving Sign* dan *led running text* sifatnya permanen dan isinya dapat diubah sesuai dengan kebutuhan atau sesuai dengan selera anda. Khusus untuk desainnya, ada yang

merupakan desain available artinya telah tersedia dan bisa beli langsung bawa tapi ada juga desain custom artinya anda dapat memesan terlebih dahulu untuk model dan desainnya sesuai kebutuhan dan sesuai dengan selera. *Running text* yang ada yaitu berupa *led-led* yang disambung dan dirangkai menjadi deretan *led* ataupun dapat berupa dot matrix. Dot matrix merupakan deretan *led* yang membentuk array dengan jumlah kolom dan baris tertentu, sehingga titik-titik yang menyala dapat membentuk suatu karakter angka, huruf, tanda baca dan sebagainya. Program dot matrix 8 x 8 menggunakan shift register 74hc595 untuk mengendalikan nyala array *led*, dan input teks. Jika dot matrix tidak menggunakan shift register, maka *led* bisa menyala bersamaan satu kolom atau satu baris, berbeda dengan array button karena button hanya tersambung jika ditekan, sedangkan *led* selalu tersambung. (sumber:<http://info-menarik1.blogspot.co.id/2015/02/pengertian-running-text.html>, <http://technologination.blogspot.co.id/2011/05/dot-matrix-5x7.html>)



Gambar 2.1 Dot matriks 8 x 8

( Sumber : <http://etekno.blogspot.co.id/2013/01/membuat-running-text-dengan-dot-matrix.html>)

## 2.2 Sensor

Sensor HC-SR04 ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat

ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Adapun bentuk fisik dari sensor ultrasonik hc-sr04 adalah sebagai berikut:

(sumber: <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>)



Gambar 2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

(sumber: <http://www.asbin.gamplong.com>)

Spesifikasi:

- Jangkauan deteksi: 2cm sampai kisaran 400 -500cm
- Sudut deteksi terbaik adalah 15 derajat
- Tegangan kerja 5V DC
- Resolusi 1cm
- Frekuensi Ultrasonik 40 kHz
- Dapat dihubungkan langsung ke kaki mikrokontroler

Cara kerja dari alat ini yaitu: ketika kita memberikan tegangan positif pada pin *Trigger* selama  $10\mu\text{S}$ , maka sensor akan mengirimkan 8 step dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin *Echo*. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut. Maka didapatkan suatu rumus yaitu :

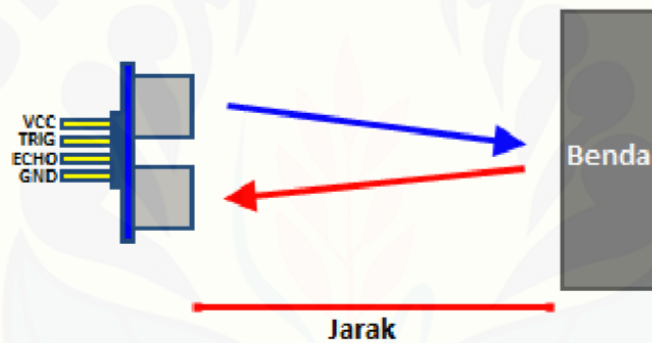
$$S = \frac{340 \cdot t}{2}$$

Keterangan:

S : jarak antara sensor dengan benda (bidang pantul).

T : selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh *transmitter* dan waktu ketika gelombang pantul diterima *receiver*.

Dimana diketahui kecepatan suara = 340 m/s (10 standard normal, kecuali diatas gunung & suhu rendah). (sumber: <http://www.robotic-id.org/2015/10/cara-kerja-sensor-ultrasonik.html> )



(sumber: <http://www.robotic-id.org/> )

Gambar 2.2.1 cara kerja sensor hcsr-04

### 2.3 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik 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).

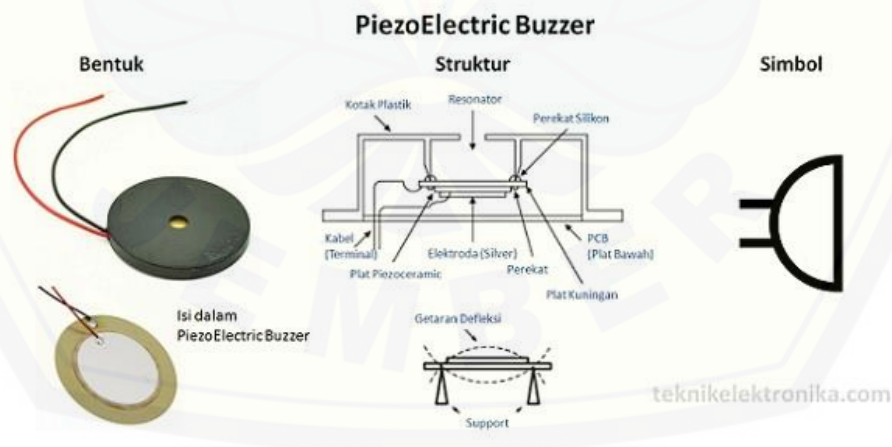
(sumber: <https://indrahajra.wordpress.com/2012/01/07/pengertian-buzzer/>)



Gambar 2.3 Buzzer

(sumber: <http://www.futurlec.com>)

Cara kerja dari buzzer yaitu adalah Tegangan listrik yang diberikan ke bahan Piezoelectric akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator.



### 2.3.1 gambar cara kerja buzzer

(sumber: <http://www.futurlec.com>)

## 2.4 Arduino Uno

*Arduino* dituliskan sebagai sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada *board input output* sederhana. Yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespons situasi dan kondisi yang ada di dunia nyata. *Arduino* di definisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk para seniman, desainer, *hobbies* dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif (Massimo Banzi, 2011).



Gambar 2.4 Board Arduino Uno

(Sumber : <http://belajar-dasar-pemrograman.blogspot.co.id/2013/03/arduino-uno.html>)

Arduino UNO adalah sebuah *board mikrokontroller* yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 *pin digital input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah *ICSP header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Deskripsi Arduino UNO secara lengkap ditampilkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Deskripsi *Arduino Uno* (Belajar dasar pemrograman, 2013)

Mikrokontroler	ATMega328
Tegangan Pengoperasian	5Vsssss
Tegangan <i>Input</i> yang disarankan	7 - 12V
Batas Tegangan <i>Input</i>	6 – 20V
Jumlah pin I/O digital	14 <i>pin</i> digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah <i>pin input analog</i>	6 <i>pin</i>
Arud DC tiap <i>pin I/O</i>	40mA
Arus DC untuk pin 3,3V	50mA
<i>Memori flash</i>	32 KB (ATMega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i> )
SRAM	2 KB (ATMega 328)
EPROM	1 KB (ATMega 328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Kelebihan *Arduino* dari *platform* hardware mikrokontroler lain adalah (Dian Artanto, 2012) :

1. IDE *Arduino* merupakan *multiplatform*, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti *Windows*, *Macintosh* dan *Linux*.
2. IDE *Arduino* dibuat berdasarkan pada IDE *Processing*, yang sederhana sehingga mudah digunakan.
3. Pemrograman *Arduino* menggunakan kabel yang terhubung dengan *port* USB bukan *port serial*. Fitur ini berguna karena banyak komputer yang sekarang ini tidak memiliki *port serial*.



4. Arduino adalah *hardware* dan *software open source* – pembaca bisa *download software* dan gambar rangkaian Arduino tanpa harus membayar ke pembuat Arduino.
5. Biaya *hardware* cukup murah, sehingga tidak perlu menakutkan untuk membuat kesalahan.
6. Proyek Arduino ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan, sehingga bagi pemula akan lebih cepat dan mudah mempelajarinya.
7. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet yang dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi.

#### 2.4.1 Daya (*Power*)

Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah *power supply* eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau *battery*. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan sebuah *center-positive plug* yang panjangnya 2,1 mm ke *power jack* dari *board*. Kabel *lead* dari sebuah *battery* dapat dimasukkan dalam *header* atau kepala *pin Ground (Gnd)* dan *pin Vin* dari konektor *POWER*.

Board Arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6 sampai 20 Volt. Jika disuplai dengan yang lebih kecil dari 7 V, kiranya pin 5 Volt mungkin mensuplai kecil dari 5 Volt dan board Arduino UNO bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih dari besar 12 Volt, *voltage regulator* bisa kelebihan panas dan membahayakan *board* Arduino UNO. *Range* yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 Volt. Pin-pin dayanya adalah sebagai berikut:

- a. VIN. Tegangan *input* ke Arduino *board* ketika *board* sedang menggunakan sumber suplai eksternal (seperti 5 Volt dari koneksi USB atau sumber tenaga lainnya yang diatur). Kita dapat menyuplai tegangan melalui *pin* ini, atau jika penyuplaian tegangan melalui *power jack*, aksesnya melalui *pin* ini.

- b. 5V. *Pin output* ini merupakan tegangan 5 Volt yang diatur dari regulator pada *board*. Board dapat disuplai dengan salah satu suplai dari DC *power jack* (7-12V), USB *connector* (5V), atau *pin* VIN dari *board* (7-12). Penyuplaian tegangan melalui *pin* 5V atau 3,3V mem-*bypass regulator*, dan dapat membahayakan *board*. Hal itu tidak dianjurkan.
- c. 3V3. Sebuah suplai 3,3 Volt dihasilkan oleh regulator pada *board*. Arus maksimum yang dapat dilalui adalah 50 mA.
- d. GND. *Pin ground*.

#### 2.4.2 Memori

ATmega328 mempunyai 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*). ATmega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis (*RW/read and written*) dengan [EEPROM library](#)).

#### 2.4.3 Input & Output

Setiap 14 *pin* digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* dan *output*, menggunakan fungsi [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), dan [digitalRead\(\)](#). Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap *pin* dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* (terputus secara default) 20-50 kOhm. Selain itu, beberapa *pin* mempunyai fungsi-fungsi spesial:

- a. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (*Transistor-Transistor Logic*). Kedua *pin* ini dihubungkan ke *pin-pin* yang sesuai dari *chip* Serial Atmega8U2 USB-ke-TTL.

- b. *External Interrupts*: 2 dan 3. *Pin-pin* ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah *interrupt* (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Lihat fungsi [\*attachInterrupt\(\)\*](#) untuk lebih jelasnya.
- c. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM *output* dengan fungsi [\*analogWrite\(\)\*](#).
- d. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). *Pin-pin* ini mensupport komunikasi SPI menggunakan [\*SPI library\*](#).
- e. *LED*: 13. Ada sebuah *LED* yang terpasang, terhubung ke *pin* digital 13. Ketika *pin* bernilai *HIGH LED* menyala, ketika *pin* bernilai *LOW LED* mati.

Arduino UNO mempunyai 6 *input analog*, diberi label A0 sampai A5, setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 6 *input analog* tersebut mengukur dari *ground* sampai tegangan 5 Volt, dengan itu mungkin untuk mengganti batas atas dari rangnya dengan menggunakan *pin AREF* dan fungsi [\*analogReference\(\)\*](#). Di sisi lain, beberapa *pin* mempunyai fungsi spesial:

- a) TWI: *pin* A4 atau SDA dan *pin* A5 atau SCL. Mensupport komunikasi TWI dengan menggunakan [\*Wire library\*](#).
- b) AREF. Referensi tegangan untuk *input analog*. Digunakan dengan [\*analogReference\(\)\*](#).
- c) Reset. Membawa saluran ini *LOW* untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol *reset* untuk melindungi yang memblok sesuatu pada *board*. (Belajar dasar pemrograman, 2013).

## 2.5 Baterai

Baterai adalah alat [listrik - kimiawi](#) yang menyimpan [energi](#) dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk [listrik](#). Sebuah baterai biasanya terdiri dari tiga komponen penting, yaitu batang [karbon](#) sebagai [anode](#) (kutub positif baterai), [seng](#) (Zn) sebagai [katode](#) (kutub negatif baterai) dan pasta sebagai [elektrolit](#) (penghantar). Baterai yang

biasa dijual (*disposable*/sekali pakai) mempunyai tegangan listrik 1,5 [volt](#). Baterai ada yang berbentuk tabung atau kotak. Ada juga yang dinamakan [rechargeable battery](#), yaitu baterai yang dapat diisi ulang, seperti yang biasa terdapat pada [telepon genggam](#). Baterai sekali pakai disebut juga dengan baterai primer, sedangkan baterai isi ulang disebut dengan baterai sekunder. Baik baterai primer maupun baterai sekunder, kedua-duanya bersifat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai primer hanya bisa dipakai sekali, karena menggunakan reaksi kimia yang bersifat tidak bisa dibalik (*irreversible reaction*). Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang karena reaksi kimianya bersifat bisa dibalik ([reversible reaction](#)) (Wikipedia, 2014).



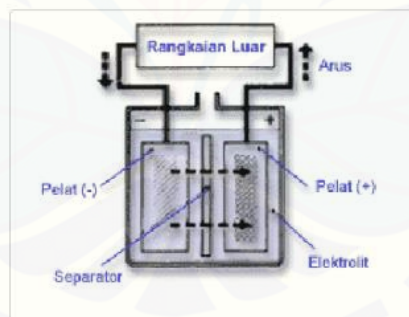
Gambar 2.5 Macam – macam bentuk fisik baterai

(Sumber : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3b/Batteries.jpg>)

Di dalam baterai ada beberapa sel listrik, dan sel listrik tersebut menjadi tempat menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Elektroda - elektroda yang tersimpan di dalam baterai ada yang negatif ada pula yang positif. Elektroda negatif disebut katoda, yang memiliki fungsi sebagai pemberi elektron. Sedangkan elektroda positif, disebut anoda yang berfungsi sebagai penerima elektron. Ada aliran arus [listrik](#) yang mengalir dari kutub positif (anoda) ke kutub negatif (katoda). Sedangkan elektron akan mengalir dari kutub negatif menuju kutub positif.

Di dalam baterai sendiri, terjadi sebuah reaksi kimia yang menghasilkan elektron. Kecepatan dari proses ini (elektron, sebagai hasil dari elektrokimia) mengontrol seberapa banyak elektron dapat mengalir diantara kedua kutub. Elektron mengalir dari baterai ke kabel dan tentunya bergerak dari kutub negatif ke kutub positif tempat dimana reaksi kimia tersebut sedang berlangsung. Dan inilah alasan mengapa baterai bisa bertahan selama satu tahun dan masih memiliki sedikit *power*, selama tidak terjadi reaksi kimia atau selama kita tidak menghubungkannya dengan kabel atau sejenis *Load* lain. Seketika kita menghubungkannya dengan kabel maka reaksi kimia pun dimulai.

Anoda dan katoda terbuat dari bahan yang dapat bereaksi dengan bahan elektrolitnya. Saat anoda dan elektrolit bereaksi, terbentuklah satu senyawa baru yang menyisakan satu elektron. Sebaliknya, reaksi antara katoda dan elektrolit membutuhkan satu elektron. Jadilah sisa elektron dari reaksi anoda dan elektrolit tadi dikirimkan ke katoda agar katoda dapat bereaksi dengan elektrolit. Perpindahan elektron inilah yang dapat menimbulkan aliran listrik dari sebuah baterai.



Gambar 2.5.1 Bagian – bagian baterai

(Sumber : <http://www.prinsipkerja.com/peralatan/prinsip-kerja-baterai/>)

## 2.6 Motor Servo

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.



Gambar 2.6 Motor servo (Sumber <http://www.intorobotics.com>).

Motor servo merupakan motor DC yang memiliki rangkaian *control* elektronik dan internal *gear* untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya. Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh *rate* putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal *gear*-nya. (sumber: Konsep Dasar Teknik elektronika kelistrikan, Drs. Daryanto)

Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki:

1. 3 jalur kabel: *power*, *ground*, dan *control*.
2. Sinyal kontrol mengendalikan posisi.
3. Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar  $\pm 20$  ms, dimana lebar pulsa antara 0,5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari *range* sudut maksimum.
4. Konstruksi didalamnya meliputi internal *gear*, potensiometer, dan *feedback control*.

Adapun jenis-jenis motor servo adalah:

1. Motor servo standar 180°

Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan-tengah-kiri adalah 180°.

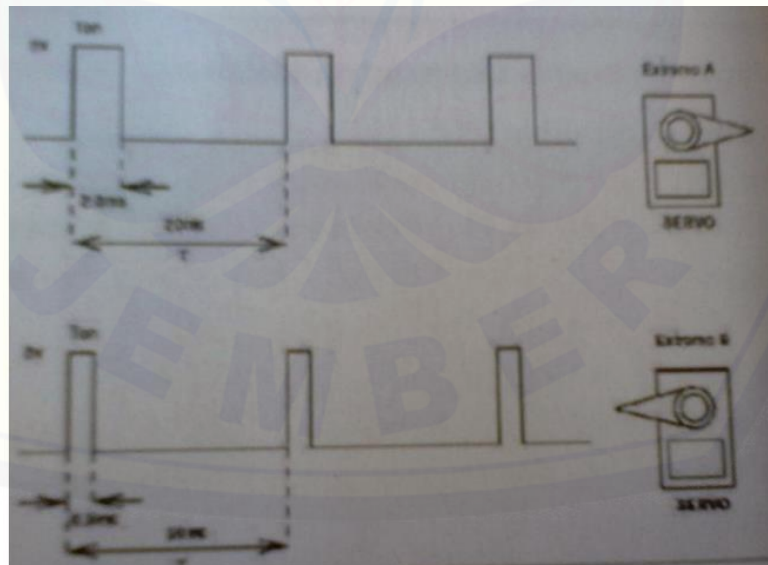
## 2. Motor servo kontinu

Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinu).



Gambar 2.7 jenis-jenis motor servo  
(Sumber gambar: Riyanto Sigit.2007).

Mode pensinyalan motor servo:



Gambar 2.8 Pensinyalan motor servo  
(Sumber gambar: Riyanto Sigit.2007).

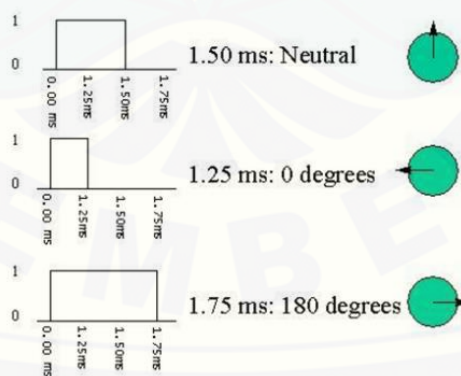
Contoh dimana bila diberikan pulsa dengan sebesar 1.5 ms mencapai gerakan 90 derajat, maka bila diberikan data kurang dari 1.5 ms maka posisi mendekati 0 derajat dan bila diberikan data lebih dari 1.5 ms maka posisi mendekati 180 derajat.

- Motor servo bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz.
- Pada saat sinyal dengan frekuensi 50 Hz tersebut dicapai pada kondisi *ton duty cycle* 1.5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat ditengah-tengah (sudut 0°/netral).
- Pada saat *ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke arah kiri dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya *Ton duty cycle*, dan akan bertahan diposisi tersebut.

Jika *ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar kearah kanan dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap *ton duty cycle*, dan bertahan diposisi tersebut.

(Sumber: Riyanto Sigit. 2007).

Berikut contoh waktu dan posisi pemberian pulsa pada motor servo.



Gambar 2.9 Contoh posisi dan waktu pemberian pulsa.

(Sumber gambar: Riyanto Sigit.2007).



Motor servo merupakan salah satu jenis motor DC. Berbeda dengan motor stepper, motor servo beroperasi secara *close loop*. Poros motor dihubungkan dengan rangkaian kendali, sehingga jika putaran poros belum sampai pada posisi yang diperintahkan maka rangkaian kendali akan terus mengoreksi posisi hingga mencapai posisi yang diperintahkan. Motor servo banyak digunakan pada piranti R/C (*remote control*) seperti mobil, pesawat, helikopter, dan kapal, serta sebagai aktuator robot maupun penggerak pada kamera.

(Sumber: Agung Nugroho Adi.2010).

Beberapa keuntungan motor servo dibandingkan dengan motor stepper adalah:

- *High intermittent torque*.
- Torsi tinggi untuk *inertia ratio*.
- Kecepatannya tinggi Bekerja baik untuk kontrol kecepatan.
- Tersedia dalam banyak ukuran.
- Tidak bising.

Beberapa kekurangan motor servo dibandingkan dengan motor stepper adalah:

- Lebih mahal daripada motor stepper.
- Tidak dapat bekerja *open loop*-dibutuhkan umpan balik.
- Memerlukan penyesuaian parameter-parameter *control loop*.
- Memerlukan pemeliharaan yang lebih karena adanya brush pada motor DC *brush*.

(Sumber: Syahrul. 2008).

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Waktu dan Tempat Pembuatan Alat

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Untuk tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di beberapa tempat yang berbeda, diantaranya yaitu :

1. Laboratorium Sistem Kendali Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember, Jl. Slamet Riyadi 62 Patrang - Jember.
2. Rumah kos penulis, Jl. Kaliurang, Perumahan Istana Tidar B5/3 sumbersari – Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan sebagai penunjang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.2.1 pembuatan shield Arduino

- a) Arduino UNO
- b) Header
- c) Resistor 200  $\Omega$
- d) Kabel

#### 3.2.2 Bahan yang digunakan

- a) *Running text led display*
- b) Arduino UNO
- c) *Buzzer*
- d) Sensor HCSR-04
- e) Kereta mainan

#### 3.2.3 Bahan pendukung

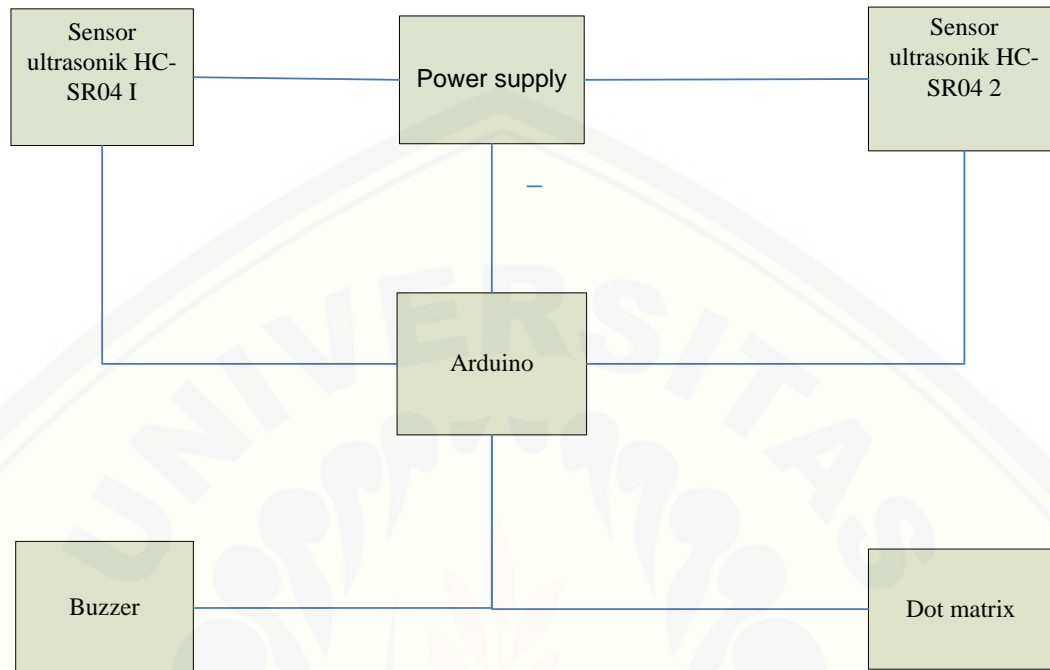
- a) PCB polos 20x10 1 buah

- |                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| b) Larutan <i>Ferri Clorida</i> | Secukupnya |
| c) Kabel dan Timah              | Secukupnya |
| d) Baut dan mur                 | Secukupnya |
| e) Isolasi                      | Secukupnya |

#### 3.2.4 Alat

- a) Satu buah laptop
- b) Multitester
- c) Seterika
- d) Wadah plastik
- e) Solder
- f) Tang
- g) Bor
- h) Silet
- i) Gunting
- j) Pinset
- k) Obeng

### 3.3 Perancangan Sistem



Gambar 3.3 perancangan sistem

Arduino UNO sebagai otak pengendali tidak bekerja secara otomatis mengendalikan komponen-komponen dalam rangkaian yang telah tersusun. Diperlukan perangkat lunak atau program yang berisi instruksi-instruksi dalam bahasa arduino yang nantinya akan ditanamkan pada chip mikrokontroler sebagai pengendali komponen-komponen agar dapat bekerja. Untuk mempermudah perancangan perangkat lunak tersebut terlebih dahulu dibuat perancangan sistem yang harus dikerjakan mikrokontroler seperti tampak pada gambar di atas.

Pada gambar diatas terdapat power supply sebagai pemberi tegangan, selanjutnya juga terdapat dua sensor HCSR-04 yang berfungsi sebagai pendeteksi jara kereta, selanjutnya juga ada arduino UNO, dimana arduino UNO memiliki peran penting dalam perancangan ini, dimana arduino UNO ini berfungsi sebagai penyimpan program sekaligus otak dari perancangan sistem ini. Kemudian juga terdapat *buzzer*

yang berfungsi sebagai alarm pemberitahuan bahwa akan terdapat sebuah kereta yang akan melintas, selanjutnya juga terdapat *running text led display* yang berfungsi sebagai penampil informasi pada pengguna jalan yang berupa beberapa karakter yaitu “kereta berada pada jarak berapa kilometer”.

Adapun penjelasan dari rangkaian diatas yaitu adalah, pada saat salah satu dari sensor mendeteksi adanya kereta yang akan melintas maka sensor tersebut akan memberikan perintah pada arduino UNO agar memberikan intruksi pada *buzzer* agar *buzzer* dapat berbunyi dan juga membeikan perintah pada motor servo supaya menutup palang pintu kereta api. Selanjutnya *rning text led display* akan menampilkan karakter informasi bagi pengguna jalan agar berhenti karena kereta api akan segera melintas.

### 3.4 perancangan mekanik

Dalam tahap ini terdapat dua tahap untuk membuat prototipe deain *running text led display* sebagai pengaman perlintasan kereta api ini, adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

#### 3.4.1 Pembuatan Perlintasan Kereta Api



Gambar 3.4.1 perancangan perlintasan kereta api

Pada gambar diatas adalah gambar perancangan perlintasan kereta api, dimana dalam pembuatan perlintasan tersebut langkah yang dilakukan untuk pertama kali adalah kita membuat ukuran papan perlintasan yang diinginkan, adapun untuk ukuran

lebar pada papan perlintasan tersebut adalah 106 cm, dan lebar 90 cm. Kemudian juga terdapat ukuran perlintasan kereta (rel), dimana ukuran untuk lebar perlintasan kereta adalah 3 cm, sedangkan untuk panjang perlintasan kereta adalah sepanjang 266 cm.

#### 3.4.2 Pembuatan Palang Pintu Kereta Api



3.4.2 Gambar pembuatan palang pintu kereta api

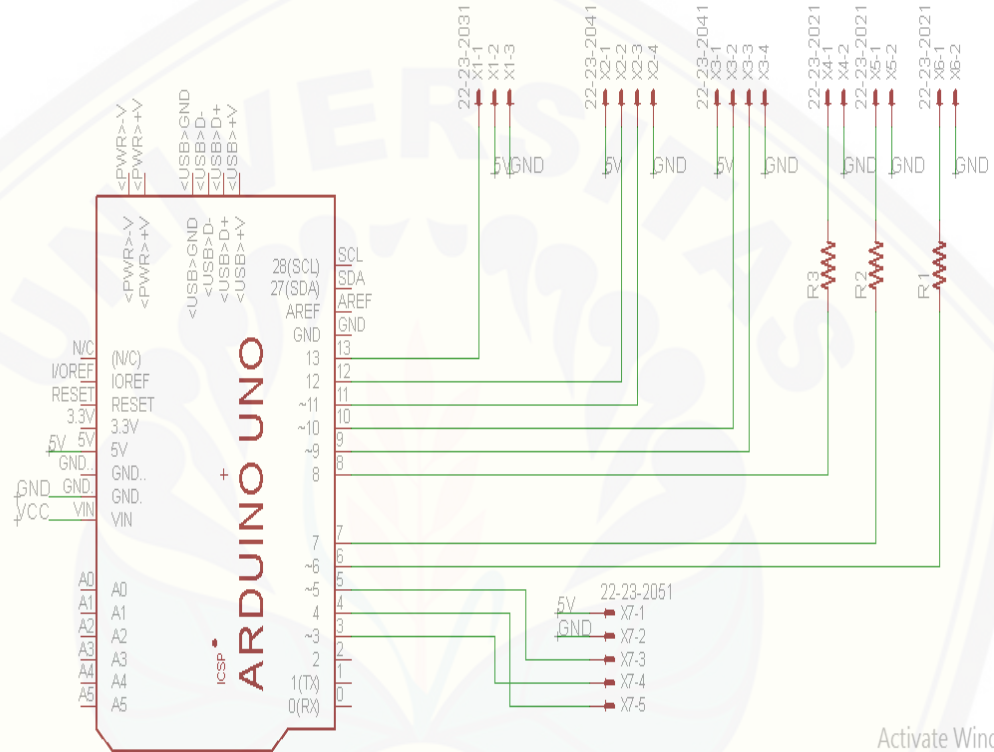
Dalam suatu perlintasan palang pintu kereta api sangatlah penting, karena palang pintu kereta api adalah suatu pengaman perlintasan yang berfungsi sebagai batas dari pengguna kendaraan dengan perlintasan kereta api agar tidak ada kecelakaan.

Dari gambar diatas palang pintu kereta api menggunakan sebuah motor servo, dimana nantinya motor servo akan bekerja menutup palang pintu setelah mendapatkan perintah dari arduino yang telah mendapatkan informasi dari sensor yang mendeteksi adanya kereta api yang akan melintas.

### 3.5 Perancangan Elektronika

#### 3.5.1 Rangkaian *shield* Arduino

Rangkaian *shield* Arduino ini dirancang untuk mempermudah dalam menyambung antar satu system dengan system lainnya. Berikut rangkaian *shield* Arduino .



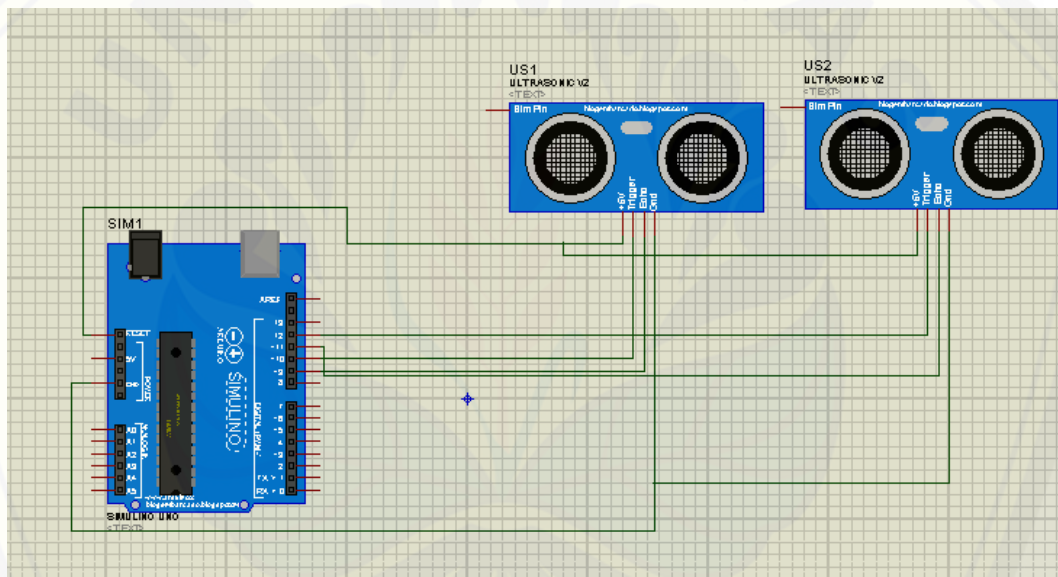
Gambar 3.5.1 Rangkaian *shield* arduino

Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah *power suply* eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau *battery*. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan sebuah *center-positive plug* yang panjangnya 2,1 mm ke *power jack* dari *board*. Kabel *lead* dari sebuah *battery* dapat dimasukkan dalam *header* atau kepala *pin* Ground (Gnd) dan *pin* Vin dari konektor *POWER*. Arduino UNO memiliki 14 pin untuk digunakan, adapun pin-pin yang dipakai dalam prototipe ini pada arduino adalah pin 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 5v, dan GND. Dimana pin yang selalu digunakan adalah 5v dan GND, kemudian pada

pin 3, 4, dan 5 dihubungkan pada CS, CLK, DIN *dot matrix*, selanjutnya pada pin arduino yang ke 8 dihubungkan pada + *buzzer*, selanjutnya pada pin 9, 10, dan 11, 12, dihubungkan pada *echo*, *trigger* pada sensor 1, dan *echo*, *trigger* sensor 2 pada sensor HCSR-04, dan pin 13 pada arduino disambungkan pada motor servo.

### 3.5.2 Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik ping digunakan untuk mendeteksi jarak kedatangan kereta. Sensor ini sebagai pemancar yang dibangun dengan menempatkan di depan kereta sebelum melintas pintu perlintasan, berikut adalah gambar rangkaian tersebut:

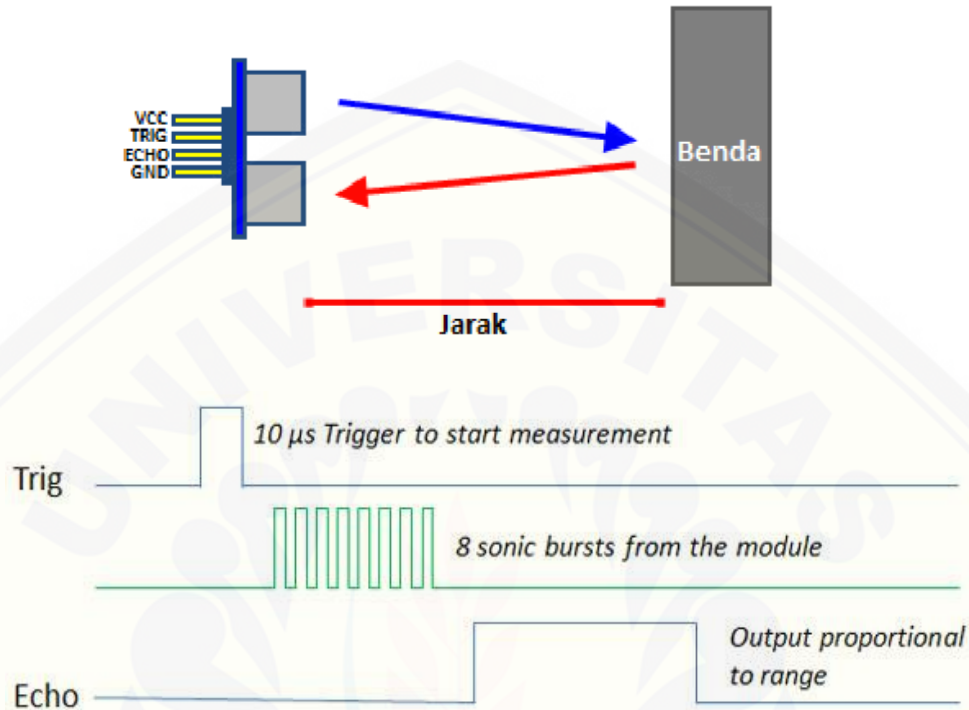


Gambar 3.5.2.1 Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, *Trigger*, dan *Echo*. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk *ground*-nya. Pin *Trigger* untuk keluarnya sinyal dari sensor dan pin *Echo* untuk menangkap sinyal pantul dari benda. Pada gambar diatas pin yang dipakai pada arduino UNO adalah pin 9, 10, 11, dan 12, keempat pin tersebut dipakai untuk 2 sensor, dimana untuk pin 9 dan 10 dihubungkan pada echo dan trigger sensor 1, dan



untuk pin 11, dan 12 dihubungkan pada *echo* dan *trigger* sensor 2.



Gambar 3.5.2.2 cara kerja sensor hcsr-04

Cara kerja dari sensor hcsr-04 adalah ketika pin *trigger* diberi tegangan selama  $10\mu\text{S}$ , maka sensor akan mengirimkan 8 step dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin *Echo*. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut. Maka didapatkan suatu rumus yaitu :

$$S = \frac{340 \cdot t}{2}$$

Keterangan:

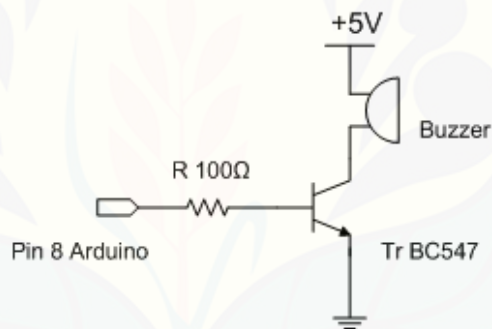
S : jarak antara sensor dengan benda (bidang pantul).

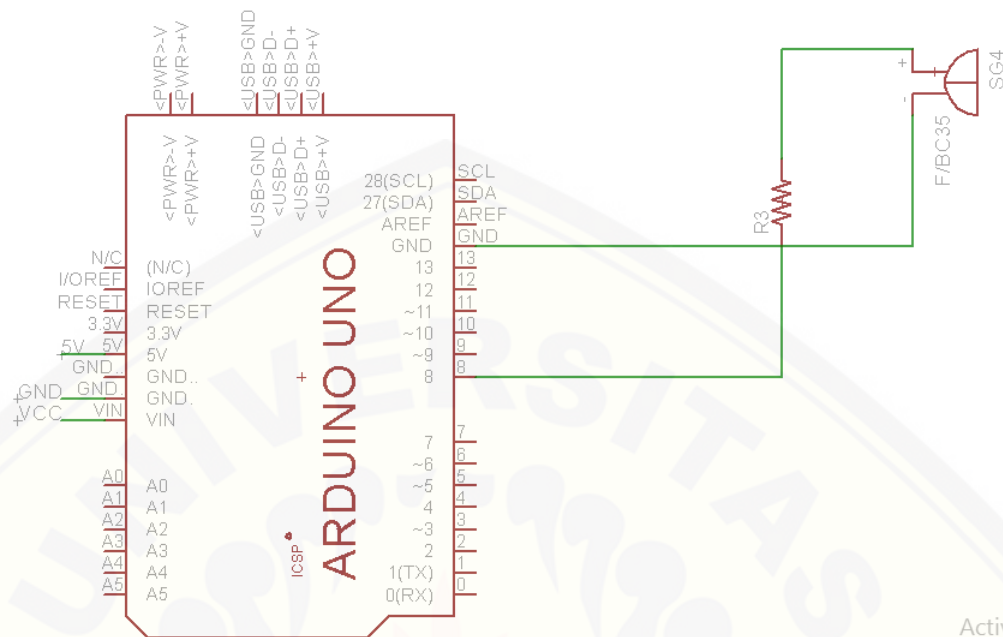
T : selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver.

Dimana diketahui kecepatan suara = 340 m/s (31 tandard normal, kecuali diatas gunung & suhu rendah).

### 3.5.3 Rangkaian *buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Rangkaian *buzzer* ini berfungsi sebagai suatu alarm bahwa terdapat kereta yang akan melintas, maka *buzzer* akan berbunyi sehingga para pengendara motor dapat menyadari akan adanya kereta. berikut gambar rangkaian tersebut:

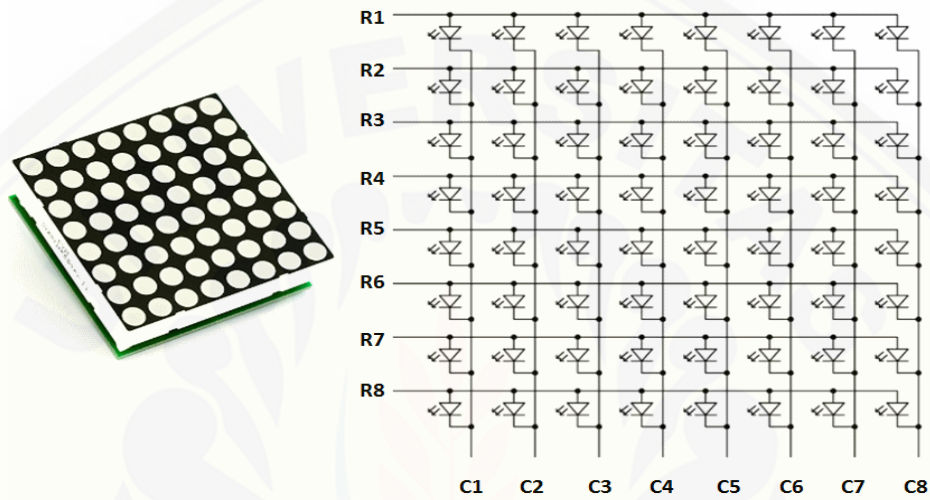


Gambar 3.5.3 Rangkaian *Buzzer*

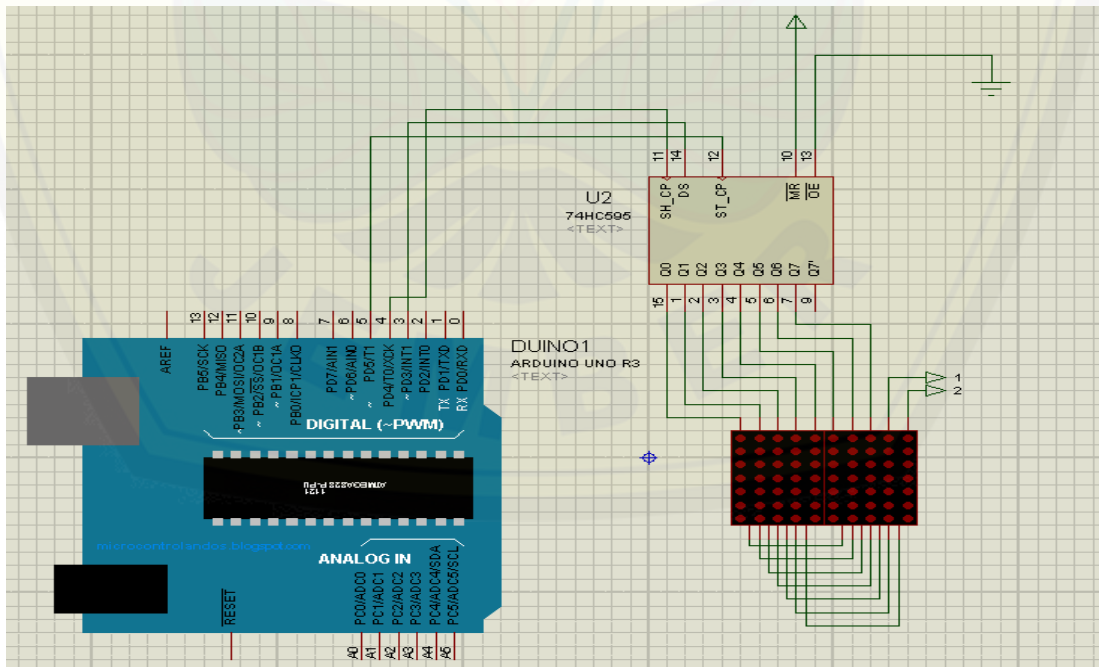
Adapun komponen yang terdapat pada *buzzer* yaitu adalah transistor tipe NPN dan resistor. Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal. Transistor penyambung ( switch) adalah transistor dapat menghentikan aliran listrik pada komponen, dan juga dapat mengalirkan listrik. Beberapa kelebihan apabila menggunakan transistor adalah transistor cenderung aman digunakan karena tidak akan menimbulkan percikan api ketika digunakan. Bentuknya sangat simpel. Dan juga sudah tentu harganya lebih murah dibanding saklar lainnya. Namun selain kelebihan yang transistor berikan apabila digunakan sebagai saklar, ada juga kekurangannya dari penggunaan transistor untuk dijadikan saklar. Salah satunya adalah arus yang dapat ditahan oleh transistor cukup kecil, sehingga tidak bisa digunakan pada arus yang sangat besar, *Buzzer* sendiri dihubungkan pada arduino UNO pada pin 8.

### 3.5.4 Rangkaian *Running Text Led Display*

Salah satu output yang dihasilkan pada aplikasi ini adalah tampilan *running text led display*. Pada rangkaian ini diperlukan ic 74HC595N yaitu ic shift register yang digunakan untuk mengendalikan nyala array led dan input teks. IC 74HC595N yang dibutuhkan yaitu sebanyak 8 buah untuk mengendalikan 8 dot matrik 8 x 8.



3.5.4.1 Gambar skematik *dot matrix 8x8*



Gambar 3.5.4 Rangkaian *running text led display* pada arduino UNO

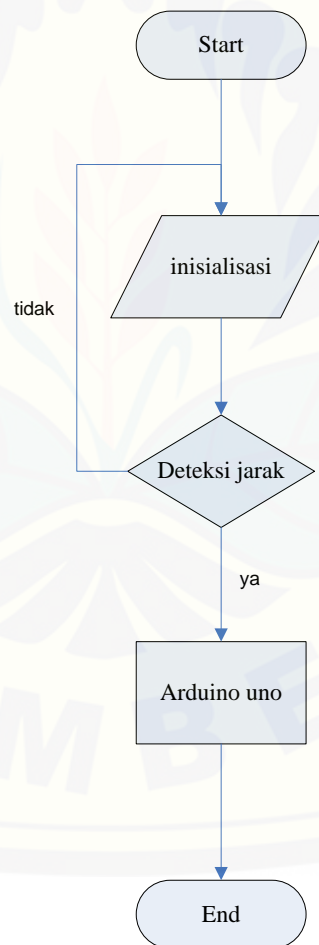
Pada gambar diatas pin pada arduino yang digunakan adalah pin 5, 3, dan 4, dimana untuk pin arduino 4 dihubungkan pada clk, sedangkan pin arduino 3 dihubungkan pada cs, dan untuk pin arduino 5 selanjutnya dihubungkan pada din, dan untuk pin 5v dan GND pada arduino dihubungkan pada 5v dan GND pada *dot matrix*.



## 3.6 SOFTWARE

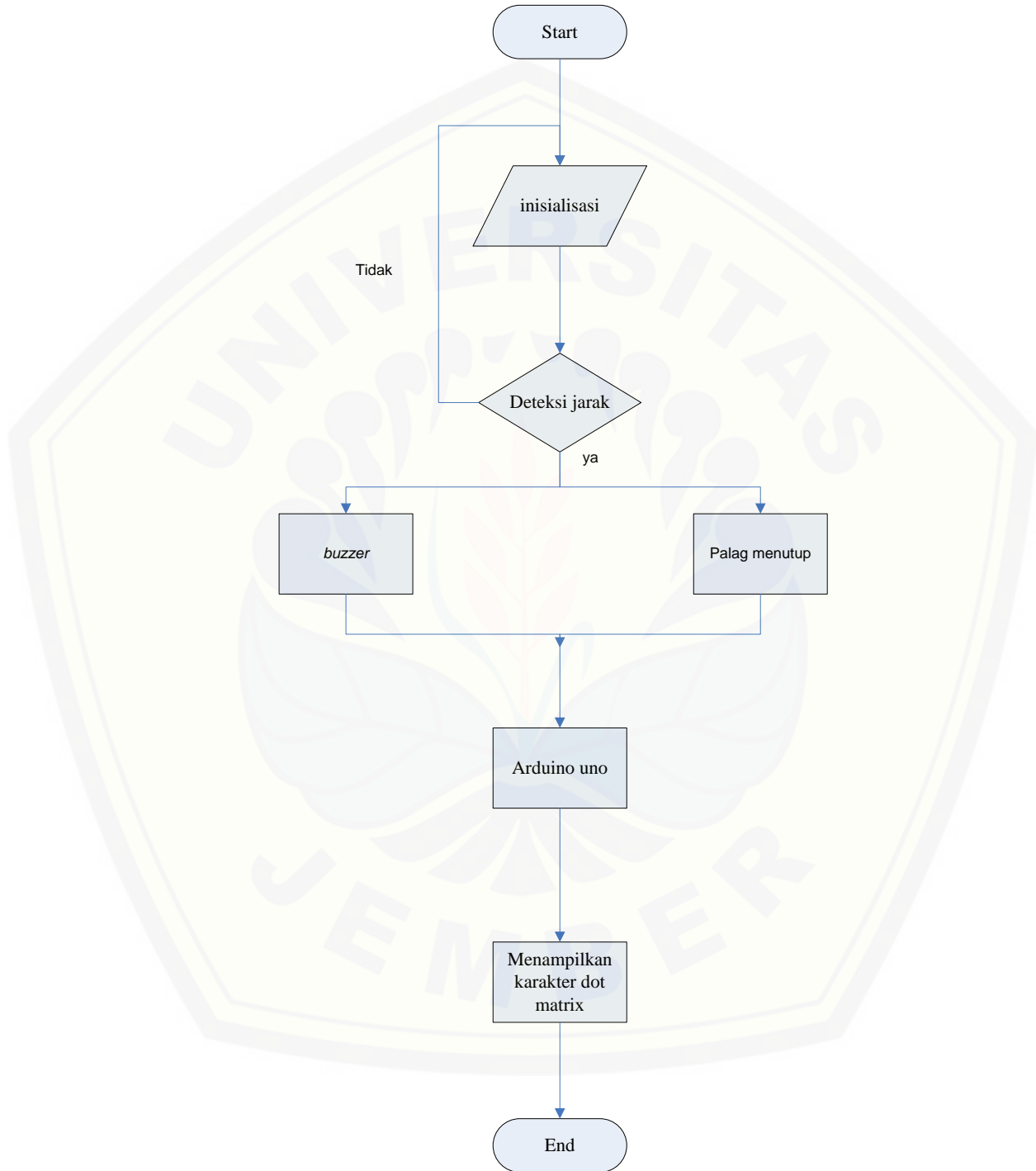
Mikrokontroler sebagai otak pengendali tidak bekerja secara otomatis mengendalikan komponen-komponen dalam rangkaian yang telah tersusun. Diperlukan perangkat lunak atau program yang berisi instruksi-instruksi dalam bahasa arduino UNO yang nantinya akan ditanamkan pada chip mikrokontroler sebagai pengendali komponen-komponen agar dapat bekerja. Untuk mempermudah perancangan perangkat lunak tersebut terlebih dahulu dibuat flowchart yang harus dikerjakan mikrokontroler seperti tampak pada gambar di bawah ini :

### 3.6.1 Flowchart Sensor HCSR-04



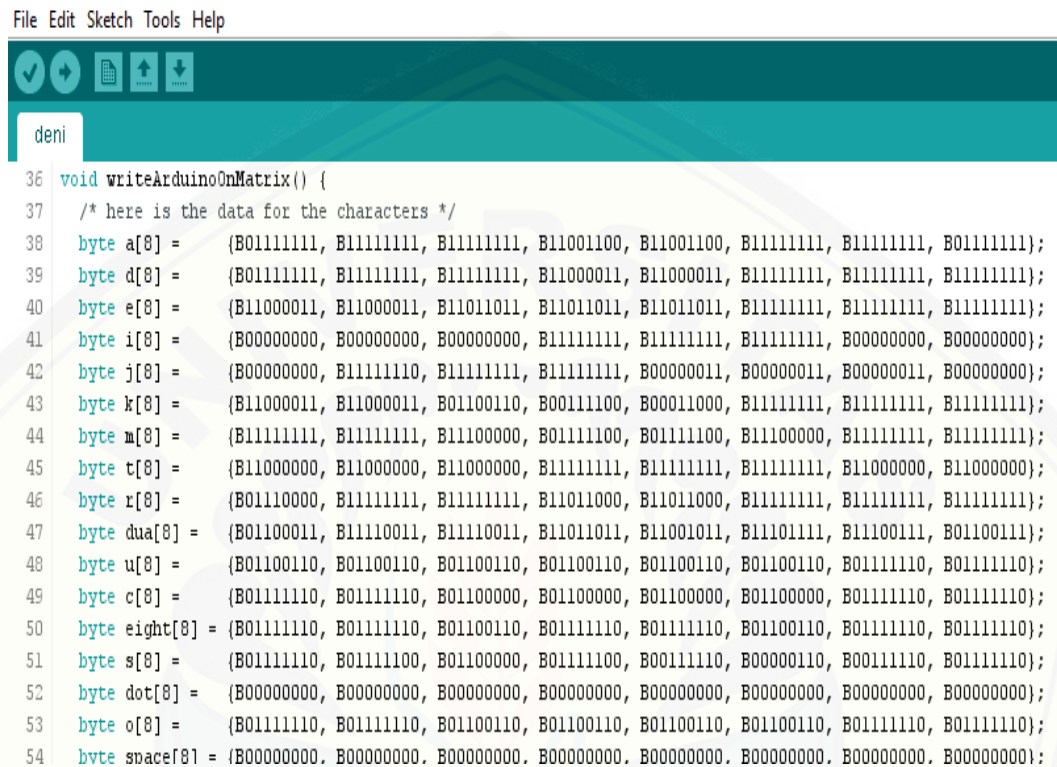
Gambar 3.6.1 flowchart sensor

## 3.6.2 Flowchart Sistem

Gambar 3.6.2 *Flowchart* Sistem

### 3.6.3 Main Program

#### a. Main program karakter abjad



```
File Edit Sketch Tools Help
deni
36 void writeArduinoOnMatrix() {
37  /* here is the data for the characters */
38  byte a[8] = {B01111111, B11111111, B11111111, B11001100, B11001100, B11111111, B11111111, B01111111};
39  byte d[8] = {B01111111, B11111111, B11111111, B11000011, B11000011, B11111111, B11111111, B11111111};
40  byte e[8] = {B11000011, B11000011, B11011011, B11011011, B11011011, B11111111, B11111111, B11111111};
41  byte i[8] = {B00000000, B00000000, B00000000, B11111111, B11111111, B11111111, B00000000, B00000000};
42  byte j[8] = {B00000000, B11111110, B11111111, B11111111, B00000011, B00000011, B00000011, B00000000};
43  byte k[8] = {B11000011, B11000011, B01100110, B00111100, B00011000, B11111111, B11111111, B11111111};
44  byte m[8] = {B11111111, B11111111, B11100000, B01111100, B01111100, B11100000, B11111111, B11111111};
45  byte t[8] = {B11000000, B11000000, B11000000, B11111111, B11111111, B11111111, B11000000, B11000000};
46  byte r[8] = {B01110000, B11111111, B11111111, B11011000, B11011000, B11111111, B11111111, B11111111};
47  byte dua[8] = {B01100011, B11110011, B11110011, B11011011, B11001011, B11101111, B11100111, B01100111};
48  byte u[8] = {B01100110, B01100110, B01100110, B01100110, B01100110, B01100110, B01111110, B01111110};
49  byte c[8] = {B01111110, B01111110, B01100000, B01100000, B01100000, B01100000, B01111110, B01111110};
50  byte eight[8] = {B01111110, B01111110, B01100110, B01111110, B01111110, B01100110, B01111110, B01111110};
51  byte s[8] = {B01111110, B01111100, B01100000, B01111100, B00111110, B00000110, B00111110, B01111110};
52  byte dot[8] = {B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000};
53  byte o[8] = {B01111110, B01111110, B01100110, B01100110, B01100110, B01100110, B01111110, B01111110};
54  byte space[8] = {B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000};
```

#### 3.6.3.a Gambar main program karakter abjad

Pada main program diatas adalah program karakter abjad yang nantinya akan ditampilkan pada *dot matrix led display* sebagai informasi kepada pengguna kendaraan.



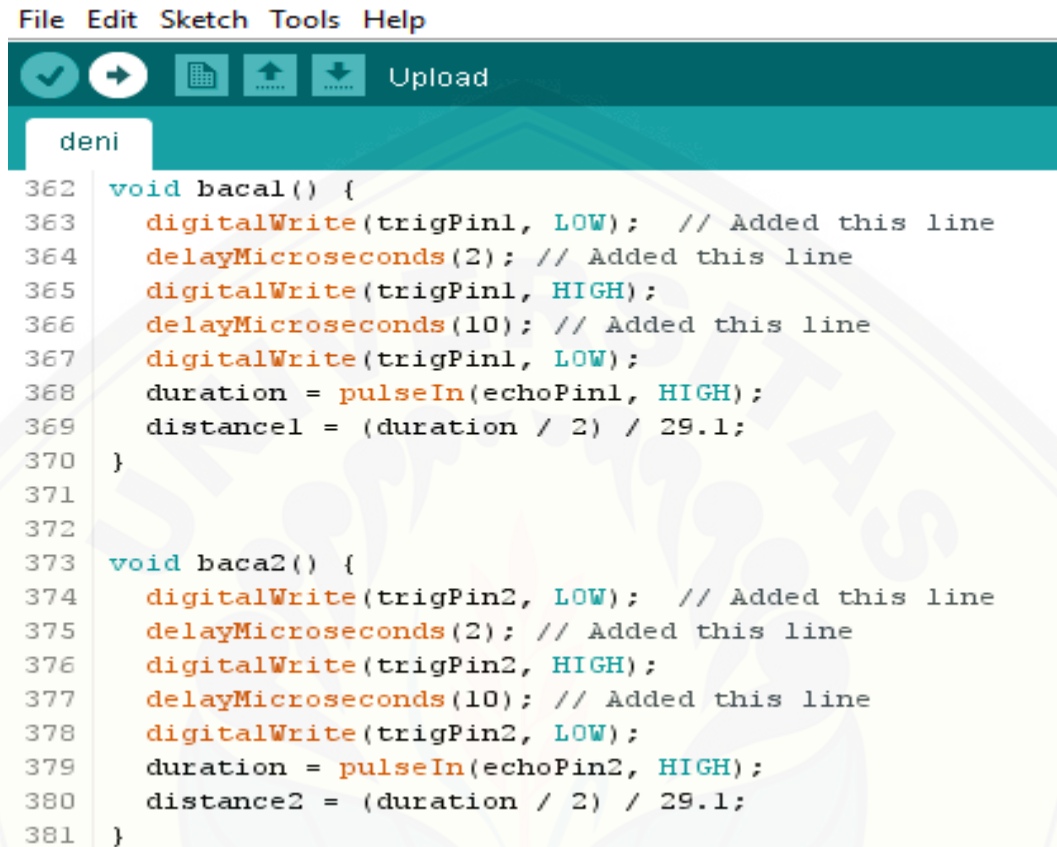
b. Main program sensor *dot matrix*

```
File Edit Sketch Tools Help
Upload
deni
332  bacal();
333  Serial.print(distance1);
334  if (distance1 <= 25) {
335    for (;;) {
336      baca2();
337      if (distance2 <= 25) {
338        digitalWrite(buzzer, HIGH);
339        kereta();
340        break;
341      }
342    }
343  }
344
345  baca2();
346  Serial.print("|");
347  Serial.println(distance2);
348  if (distance2 <= 25) {
349    for (;;) {
350      bacal();
351      if (distance1 <= 25) {
352        digitalWrite(buzzer, HIGH);
353        kereta();
354        break;
355      }
356    }
357  }
```

3.6.3.b Gambar main program *dot matrix*

Pada main program diatas adalah main program *dot matrix* dimana pada main program diatas memakai dua sensor, dan untuk program baca 1 adalah program untuk sensor 1,dan program baca 2 adalah untuk sensor 2. Dimana untuk Serial.print(distance1);adalah menampilkan karakter (jarak1), artinya menampilkan karakter pada *dot matrix* dengan sensor yang mendeteksi,adalah sensor 2. Dimana untuk Serial.print(distance2); adalah menampilkan karakter (jarak2), artinya menampilkan karakter pada *dot matrix* dengan sensor yang mendeteksi,adalah sensor 2.

## c. Main program sensor HCSR-04



```
File Edit Sketch Tools Help
Upload
deni
362 void bacal() {
363     digitalWrite(trigPin1, LOW); // Added this line
364     delayMicroseconds(2); // Added this line
365     digitalWrite(trigPin1, HIGH);
366     delayMicroseconds(10); // Added this line
367     digitalWrite(trigPin1, LOW);
368     duration = pulseIn(echoPin1, HIGH);
369     distancel = (duration / 2) / 29.1;
370 }
371
372
373 void baca2() {
374     digitalWrite(trigPin2, LOW); // Added this line
375     delayMicroseconds(2); // Added this line
376     digitalWrite(trigPin2, HIGH);
377     delayMicroseconds(10); // Added this line
378     digitalWrite(trigPin2, LOW);
379     duration = pulseIn(echoPin2, HIGH);
380     distance2 = (duration / 2) / 29.1;
381 }
```

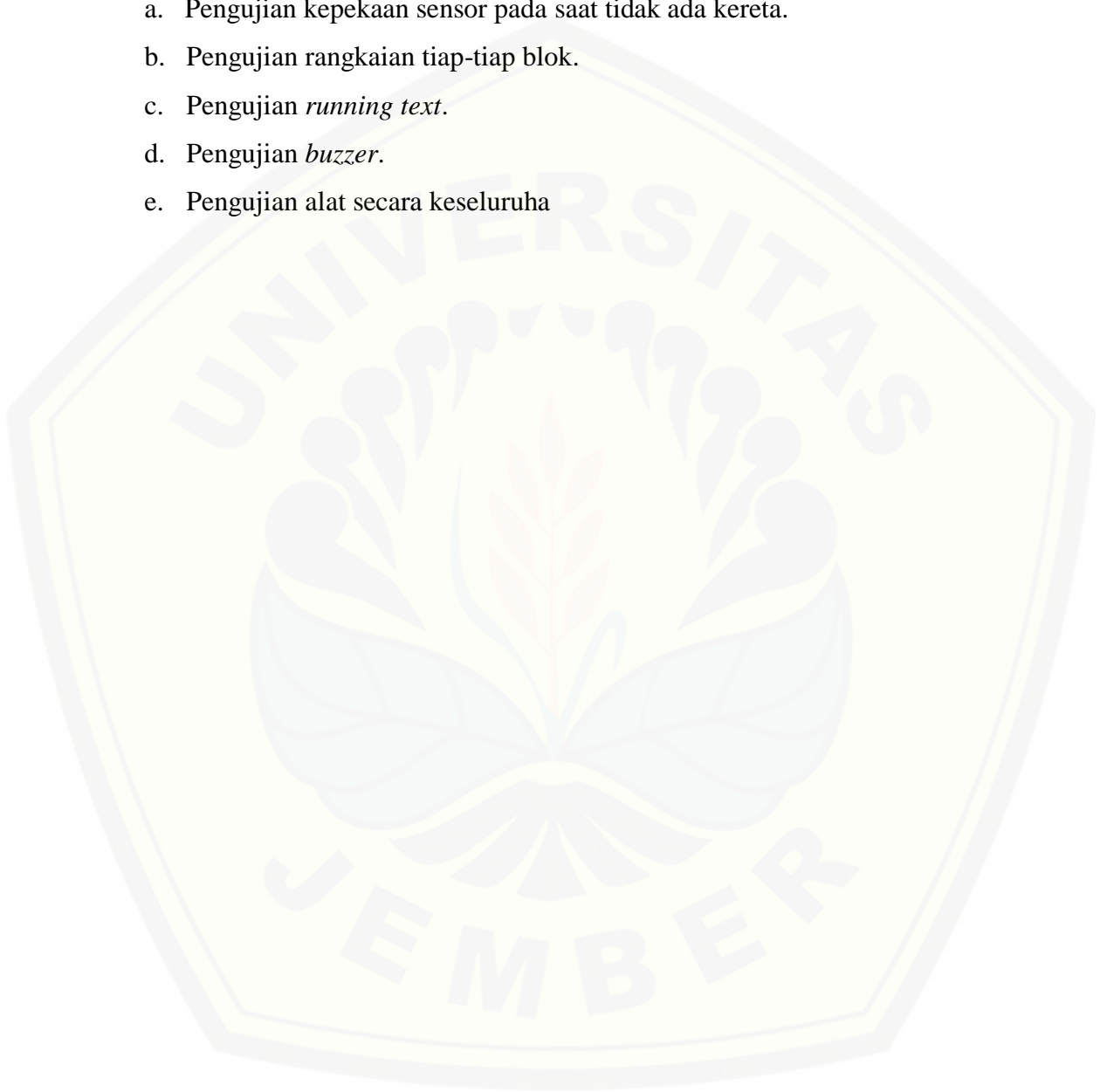
## 3.6.3.c Gambar main program sensor HCSR-04

Pada main program diatas adalah main program sensor HCSR-04, dimana digitalWrite() adalah fungsi untuk mengakses input dan output digital pada Arduino. Fungsi ini untuk menyederhanakan perintah yang berhubungan dengan pin I/O board Arduino. Dimana *digitalWrite(trigPin1, LOW);* , adalah trigger pin 1 mati, *digitalWrite(trigPin1, HIGH);* , adalah trigger pin 1 hidup

### 3.7 Teknik Pengambilan Kesimpulan

Teknik pengambilan kesimpulan yang dilakukan adalah:

- a. Pengujian kepekaan sensor pada saat tidak ada kereta.
- b. Pengujian rangkaian tiap-tiap blok.
- c. Pengujian *running text*.
- d. Pengujian *buzzer*.
- e. Pengujian alat secara keseluruhan





## BAB V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan, pengujian perangkat dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada percobaan kedua pada jarak pada penggaris yaitu 10 cm, dari hasil 5 kali percobaan, didapatkan sebuah *error percent* tertinggi yaitu sebesar 30%.
2. Waktu saat *running text* saat menampilkan karakter sampai *running text* tidak menampilkan karakter adalah 6-7 detik.
3. Didapatkan *error percent* yang sama pada percobaan 2,3, dan 5, dengan jarak pada penggaris yaitu 10 cm, 15 cm, dan 25 cm yaitu sebesar 30%.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang “Desain *Running Text Led Display* Untuk Sistem Peringatan Pada Palang Pintu Kereta Api” penulis memberikan saran berikut dengan harapan untuk penyempurnaan karya ilmiah ini dan lebih memberikan manfaat yang lebih baik dimasa mendatang:

1. *Running text led display* dibuat lebih *detail* dalam menampilkan karakter informasi.
2. Sistem yang dibuat ini hanya sebuah prototipe saja, maka untuk selanjutnya dapat direalisasikan pada pintu perlintasan kereta sesungguhnya.
3. Dikembangkan dengan menggunakan GPS agar keberadaan kereta dapat diketahui.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Septi Widyarni. 2012, naskah publikasi “apikasi *running text led display* untuk sistem peringatan pada palang pintu kereta api”. Yogyakarta. [dibaca 9 januari 2016]  
<http://www.menitinfo.com/2015/11/pengertian-dari-running-textdan.html> [dibaca 9 januari 2016]
- Bayu Sasongko. 2013, <http://etekno.blogspot.co.id/2013/01/membuat-running-text-dengan-dot-matrix.html> [dibaca 11 januari 2016]
- Hari Santoso. 2015, <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>  
<http://www.asbin.gamplong.com> [dibaca 5 februari 2016]
- Anggi Adi Putra. 2015, <http://www.robotic-id.org/2015/10/cara-kerja-sensor-ultrasonik.html> [dibaca 7 februari 2016]  
<http://www.robotic-id.org/> [dibaca 7 februari 2016]
- Indraharja. 2012, <https://indraharja.wordpress.com/2012/01/07/pengertian-buzzer/>  
<http://www.futurlec.com> [dibaca 15 april 2016]  
<http://belajardasarpemrograman.blogspot.co.id/2013/03/arduino-uno.html> [dibaca 15 april 2016]  
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3b/Batteries.jpg> [dibaca 15 april 2016]
- Gugun. 2014, <http://www.prinsipkerja.com/peralatan/prinsip-kerja-baterai/>  
<http://www.intorobotics.com> [dibaca 15 mei 2016]
- Konsep Dasar Teknik ELEKTRONIKA KELISTRIKAN, Drs. Daryanto, penerbit alfabeta, Bandung, Oktober 2014 [dibaca 20 mei 2016]
- Sigit, Riyanto. 2007. “*Robotika, Sensor dan Aktuator*”. Yogyakarta: Graha Ilmu, Vol.63 [dibaca 20 mei 2016]
- Adi, Agung Nugroho. 2010. “*Mekatronika*”. Yogyakarta: Graha Ilmu, vol.203 [dibaca 22 mei 2016]
- Syahrul. 2008. Karakteristik dan Pengontrolan Servomotor. Jurnal Teknik Komputer Universitas Komputer Indonesia [dibaca 22 mei 2016]

➤ Lampiran

```
#include "LedControl.h"

#include <Servo.h>

#define trigPin1 10
#define echoPin1 9
#define trigPin2 12
#define echoPin2 11
#define buzzer 8

Servo myservo1;

byte max_units = 9;
LedControl lc = LedControl(5, 4, 3, max_units);

long duration, distance1, distance2;
int train = 0, seta = 0;

unsigned long delaytime = 1;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
```



```
pinMode(trigPin1, OUTPUT);

pinMode(echoPin1, INPUT);

pinMode(trigPin2, OUTPUT);

pinMode(echoPin2, INPUT);

myservo1.attach(13);
}

void writeArduinoOnMatrix() {

  /* here is the data for the characters */

  byte a[8] = {B01111111, B11111111, B11111111, B11001100, B11001100,
B11111111, B11111111, B01111111};

  byte d[8] = {B01111111, B11111111, B11111111, B11000011, B11000011,
B11111111, B11111111, B11111111};

  byte e[8] = {B11000011, B11000011, B11011011, B11011011, B11011011,
B11111111, B11111111, B11111111};

  byte i[8] = {B00000000, B00000000, B00000000, B11111111, B11111111,
B11111111, B00000000, B00000000};

  byte j[8] = {B00000000, B11111110, B11111111, B11111111, B00000011,
B00000011, B00000011, B00000000};

  byte k[8] = {B11000011, B11000011, B01100110, B00111100, B00011000,
B11111111, B11111111, B11111111};

  byte m[8] = {B11111111, B11111111, B11100000, B01111100, B01111100,
B11100000, B11111111, B11111111};

  byte t[8] = {B11000000, B11000000, B11000000, B11111111, B11111111,
B11111111, B11000000, B11000000};
```

```
byte r[8] = {B01110000, B11111111, B11111111, B11011000, B11011000,  
B11111111, B11111111, B11111111};
```

```
byte dua[8] = {B01100011, B11110011, B11110011, B11011011, B11001011,  
B11101111, B11100111, B01100111};
```

```
byte u[8] = {B01100110, B01100110, B01100110, B01100110, B01100110,  
B01100110, B01111110, B01111110};
```

```
byte c[8] = {B01111110, B01111110, B01100000, B01100000, B01100000,  
B01100000, B01111110, B01111110};
```

```
byte eight[8] = {B01111110, B01111110, B01100110, B01111110, B01111110,  
B01100110, B01111110, B01111110};
```

```
byte s[8] = {B01111110, B01111100, B01100000, B01111100, B00111110,  
B00000110, B00111110, B01111110};
```

```
byte dot[8] = {B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000,  
B00000000, B00000000, B00000000};
```

```
byte o[8] = {B01111110, B01111110, B01100110, B01100110, B01100110,  
B01100110, B01111110, B01111110};
```

```
byte space[8] = {B00000000, B00000000, B00000000, B00000000, B00000000,  
B00000000, B00000000, B00000000};
```

```
/* now display them one by one with a small delay */
```

```
lc.setRow(0, 0, space[0]);
```

```
lc.setRow(0, 1, space[1]);
```

```
lc.setRow(0, 2, space[2]);
```

```
lc.setRow(0, 3, space[3]);
```

```
lc.setRow(0, 4, space[4]);
```

```
lc.setRow(0, 5, space[5]);
```

```
lc.setRow(0, 6, space[6]);
```

```
lc.setRow(0, 7, space[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(1, 0, k[0]);
```

```
lc.setRow(1, 1, k[1]);
```

```
lc.setRow(1, 2, k[2]);
```

```
lc.setRow(1, 3, k[3]);
```

```
lc.setRow(1, 4, k[4]);
```

```
lc.setRow(1, 5, k[5]);
```

```
lc.setRow(1, 6, k[6]);
```

```
lc.setRow(1, 7, k[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(2, 0, e[0]);
```

```
lc.setRow(2, 1, e[1]);
```

```
lc.setRow(2, 2, e[2]);
```

```
lc.setRow(2, 3, e[
```

```
3]);
```

```
lc.setRow(2, 4, e[4]);
```

```
lc.setRow(2, 5, e[5]);
```

```
lc.setRow(2, 6, e[6]);
```

```
lc.setRow(2, 7, e[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(3, 0, r[0]);
```

```
lc.setRow(3, 1, r[1]);
```

```
lc.setRow(3, 2, r[2]);
```

```
lc.setRow(3, 3, r[3]);
```

```
lc.setRow(3, 4, r[4]);
```

```
lc.setRow(3, 5, r[5]);
```

```
lc.setRow(3, 6, r[6]);
```

```
lc.setRow(3, 7, r[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(4, 0, e[0]);
```

```
lc.setRow(4, 1, e[1]);
```

```
lc.setRow(4, 2, e[2]);
```

```
lc.setRow(4, 3, e[3]);
```

```
lc.setRow(4, 4, e[4]);
```

```
lc.setRow(4, 5, e[5]);
```

```
lc.setRow(4, 6, e[6]);
```

```
lc.setRow(4, 7, e[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(5, 0, t[0]);
```

```
lc.setRow(5, 1, t[1]);
```

```
lc.setRow(5, 2, t[2]);
```

```
lc.setRow(5, 3, t[3]);
```

```
lc.setRow(5, 4, t[4]);
```

```
lc.setRow(5, 5, t[5]);
```

```
lc.setRow(5, 6, t[6]);
```

```
lc.setRow(5, 7, t[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(6, 0, a[0]);
```

```
lc.setRow(6, 1, a[1]);
```

```
lc.setRow(6, 2, a[2]);
```

```
lc.setRow(6, 3, a[3]);
```

```
lc.setRow(6, 4, a[4]);
```

```
lc.setRow(6, 5, a[5]);
```

```
lc.setRow(6, 6, a[6]);
```

```
lc.setRow(6, 7, a[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(7, 0, space[0]);
```

```
lc.setRow(7, 1, space[1]);
```

```
lc.setRow(7, 2, space[2]);
```

```
lc.setRow(7, 3, space[3]);
```

```
lc.setRow(7, 4, space[4]);
```

```
lc.setRow(7, 5, space[5]);
```

```
lc.setRow(7, 6, space[6]);
```

```
lc.setRow(7, 7, space[7]);
```

```
delay(1500);
```

```
lc.setRow(0, 0, d[0]);
```

```
lc.setRow(0, 1, d[1]);
```

```
lc.setRow(0, 2, d[2]);
```

```
lc.setRow(0, 3, d[3]);
```

```
lc.setRow(0, 4, d[4]);
```

```
lc.setRow(0, 5, d[5]);
```

```
lc.setRow(0, 6, d[6]);
```

```
lc.setRow(0, 7, d[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(1, 0, i[0]);
```

```
lc.setRow(1, 1, i[1]);
```

```
lc.setRow(1, 2, i[2]);
```

```
lc.setRow(1, 3, i[3]);
```

```
lc.setRow(1, 4, i[4]);
```

```
lc.setRow(1, 5, i[5]);
```

```
lc.setRow(1, 6, i[6]);
```

```
lc.setRow(1, 7, i[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(2, 0, space[0]);
```

```
lc.setRow(2, 1, space[1]);
```

```
lc.setRow(2, 2, space[2]);
```

```
lc.setRow(2, 3, space[3]);
```

```
lc.setRow(2, 4, space[4]);
```

```
lc.setRow(2, 5, space[5]);
```

```
lc.setRow(2, 6, space[6]);
```

```
lc.setRow(2, 7, space[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(3, 0, j[0]);
```

```
lc.setRow(3, 1, j[1]);
```

```
lc.setRow(3, 2, j[2]);
```

```
lc.setRow(3, 3, j[3]);
```

```
lc.setRow(3, 4, j[4]);
```

```
lc.setRow(3, 5, j[5]);
```

```
lc.setRow(3, 6, j[6]);
```

```
lc.setRow(3, 7, j[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(4, 0, a[0]);
```

```
lc.setRow(4, 1, a[1]);
```

```
lc.setRow(4, 2, a[2]);
```

```
lc.setRow(4, 3, a[3]);
```

```
lc.setRow(4, 4, a[4]);
```

```
lc.setRow(4, 5, a[5]);
```

```
lc.setRow(4, 6, a[6]);
```

```
lc.setRow(4, 7, a[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(5, 0, r[0]);
```

```
lc.setRow(5, 1, r[1]);
```

```
lc.setRow(5, 2, r[2]);
```

```
lc.setRow(5, 3, r[3]);
```

```
lc.setRow(5, 4, r[4]);
```

```
lc.setRow(5, 5, r[5]);
```

```
lc.setRow(5, 6, r[6]);
```

```
lc.setRow(5, 7, r[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(6, 0, a[0]);
```



```
lc.setRow(6, 1, a[1]);
```

```
lc.setRow(6, 2, a[2]);
```

```
lc.setRow(6, 3, a[3]);
```

```
lc.setRow(6, 4, a[4]);
```

```
lc.setRow(6, 5, a[5]);
```

```
lc.setRow(6, 6, a[6]);
```

```
lc.setRow(6, 7, a[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(7, 0, k[0]);
```

```
lc.setRow(7, 1, k[1]);
```

```
lc.setRow(7, 2, k[2]);
```

```
lc.setRow(7, 3, k[3]);
```

```
lc.setRow(7, 4, k[4]);
```

```
lc.setRow(7, 5, k[5]);
```

```
lc.setRow(7, 6, k[6]);
```

```
lc.setRow(7, 7, k[7]);
```

```
delay(1500);
```

```
lc.setRow(0, 0, space[0]);
```

```
lc.setRow(0, 1, space[1]);
```

```
lc.setRow(0, 2, space[2]);
```

```
lc.setRow(0, 3, space[3]);
```

```
lc.setRow(0, 4, space[4]);
```

```
lc.setRow(0, 5, space[5]);
```

```
lc.setRow(0, 6, space[6]);
```

```
lc.setRow(0, 7, space[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(1, 0, space[0]);
```

```
lc.setRow(1, 1, space[1]);
```

```
lc.setRow(1, 2, space[2]);
```

```
lc.setRow(1, 3, space[3]);
```

```
lc.setRow(1, 4, space[4]);
```

```
lc.setRow(1, 5, space[5]);
```

```
lc.setRow(1, 6, space[6]);
```

```
lc.setRow(1, 7, space[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(2, 0, dua[0]);
```

```
lc.setRow(2, 1, dua[1]);
```

```
lc.setRow(2, 2, dua[2]);
```

```
lc.setRow(2, 3, dua[3]);
```

```
lc.setRow(2, 4, dua[4]);
```

```
lc.setRow(2, 5, dua[5]);
```

```
lc.setRow(2, 6, dua[6]);
```

```
lc.setRow(2, 7, dua[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(3, 0, space[0]);
```

```
lc.setRow(3, 1, space[1]);
```

```
lc.setRow(3, 2, space[2]);
```

```
lc.setRow(3, 3, space[3]);
```

```
lc.setRow(3, 4, space[4]);
```

```
lc.setRow(3, 5, space[5]);
```

```
lc.setRow(3, 6, space[6]);
```

```
lc.setRow(3, 7, space[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(4, 0, k[0]);
```

```
lc.setRow(4, 1, k[1]);
```

```
lc.setRow(4, 2, k[2]);
```

```
lc.setRow(4, 3, k[3]);
```

```
lc.setRow(4, 4, k[4]);
```

```
lc.setRow(4, 5, k[5]);
```

```
lc.setRow(4, 6, k[6]);
```

```
lc.setRow(4, 7, k[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(5, 0, m[0]);
```

```
lc.setRow(5, 1, m[1]);
```

```
lc.setRow(5, 2, m[2]);
```

```
lc.setRow(5, 3, m[3]);
```

```
lc.setRow(5, 4, m[4]);
```

```
lc.setRow(5, 5, m[5]);
```

```
lc.setRow(5, 6, m[6]);
```

```
lc.setRow(5, 7, m[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(6, 0, space[0]);
```

```
lc.setRow(6, 1, space[1]);
```

```
lc.setRow(6, 2, space[2]);
```

```
lc.setRow(6, 3, space[3]);
```

```
lc.setRow(6, 4, space[4]);
```

```
lc.setRow(6, 5, space[5]);
```

```
lc.setRow(6, 6, space[6]);
```

```
lc.setRow(6, 7, space[7]);
```

```
delay(delaytime);
```

```
lc.setRow(7, 0, space[0]);
```

```
lc.setRow(7, 1, space[1]);
```

```
lc.setRow(7, 2, space[2]);
```

```
lc.setRow(7, 3, space[3]);  
lc.setRow(7, 4, space[4]);  
lc.setRow(7, 5, space[5]);  
lc.setRow(7, 6, space[6]);  
lc.setRow(7, 7, space[7]);  
delay(1000);  
  
}
```

```
void set_unit(byte number_of_unit) {  
  
    lc.shutdown(number_of_unit - 1, false);  
    /* Set the brightness to a medium values */  
    lc.setIntensity(number_of_unit - 1, 1);  
    /* and clear the display */  
    lc.clearDisplay(number_of_unit - 1);  
  
}
```

```
void single(byte number_of_unit) {
```

```
for (int row = 0; row < 9; row++) {  
  for (int col = 0; col < 9; col++) {  
    delay(delaytime);  
    lc.setLed(number_of_unit - 1, row, col, true);  
    delay(delaytime);  
  }  
}  
}  
  
void loop() {  
  myservo1.write(70);  
  digitalWrite(buzzer, LOW);  
  
  baca1();  
  Serial.print(distance1);  
  if (distance1 <= 25) {  
    for (;;) {  
      baca2();  
      if (distance2 <= 25) {  
        digitalWrite(buzzer, HIGH);  
        kereta();  
      }  
    }  
  }  
}
```

```
        break;
    }
}
}

    baca2();
    Serial.print("|");
    Serial.println(distance2);
    if (distance2 <= 25) {
        for (;;) {
            baca1();
            if (distance1 <= 25) {
                digitalWrite(buzzer, HIGH);
                kereta();
                break;
            }
        }
    }
}
}
```

```
void baca1() {
```

```
digitalWrite(trigPin1, LOW); // Added this line
delayMicroseconds(2); // Added this line
digitalWrite(trigPin1, HIGH);
delayMicroseconds(10); // Added this line
digitalWrite(trigPin1, LOW);
duration = pulseIn(echoPin1, HIGH);
distance1 = (duration / 2) / 29.1;
}
```

```
void baca2() {
  digitalWrite(trigPin2, LOW); // Added this line
  delayMicroseconds(2); // Added this line
  digitalWrite(trigPin2, HIGH);
  delayMicroseconds(10); // Added this line
  digitalWrite(trigPin2, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin2, HIGH);
  distance2 = (duration / 2) / 29.1;
}
```

```
void kereta() {
  myservo1.write(0);
  delay(200);
}
```



```
for (byte i = 1; i < 9; i++)
```

```
{
```

```
  set_unit(i);
```

```
}
```

```
writeArduinoOnMatrix();
```

```
delay(1000);
```

```
for (byte i = 1; i < 9; i++)
```

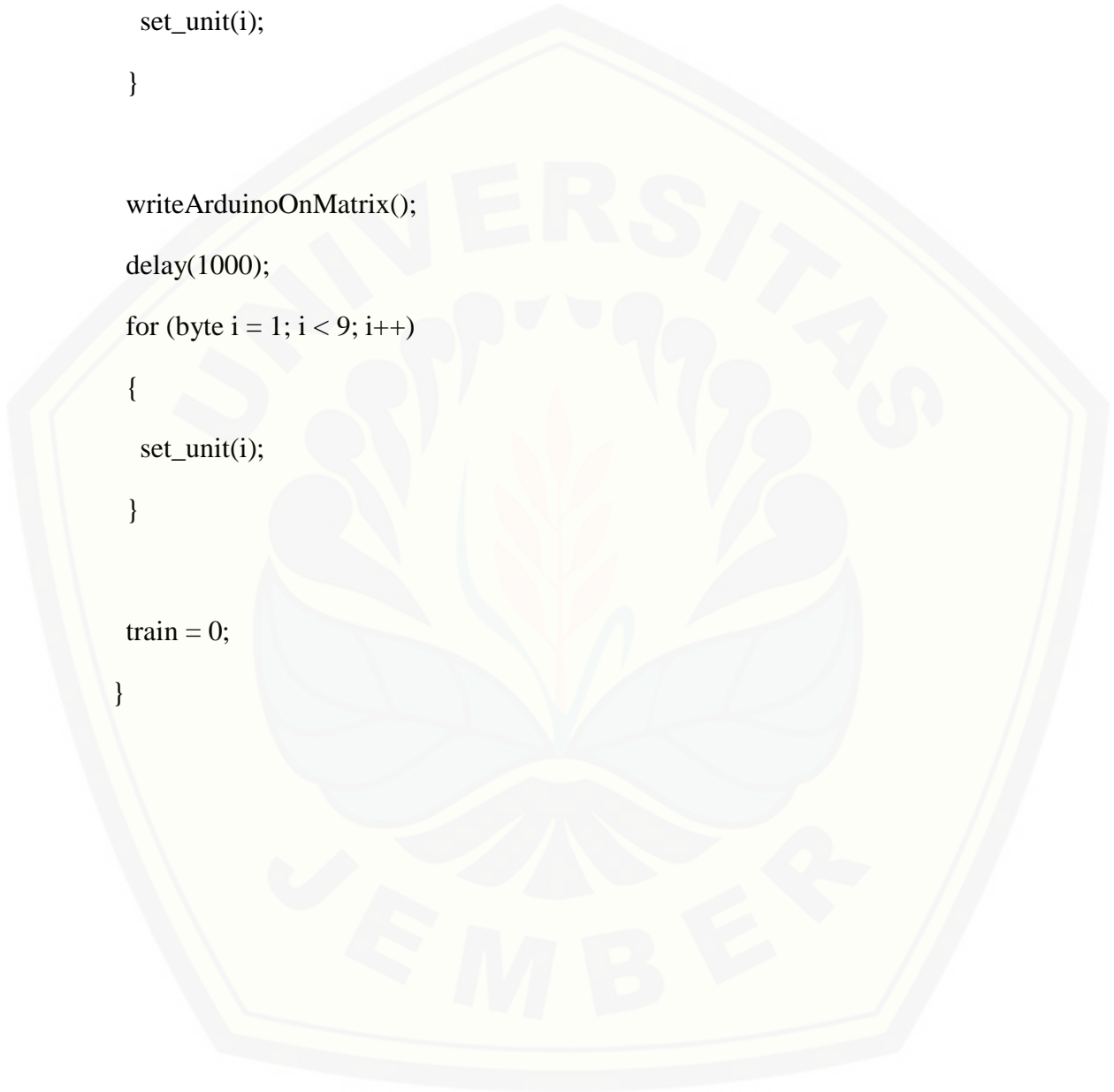
```
{
```

```
  set_unit(i);
```

```
}
```

```
train = 0;
```

```
}
```



perhitungan *error percent* :

➤ *Error percent* pada jarak 5 cm

$$\begin{aligned} 1. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{5-5}{5} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{5-5}{5} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{5-5}{5} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{5-5,1}{5} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{5-5}{5} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

➤ *Error percent* pada jarak 10 cm

$$\begin{aligned} 1. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{10-10,1}{10} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{10-10,1}{10} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{10-10,3}{10} \times 100\% \\ &= 30\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{10-10}{10} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{10-10,2}{10} \times 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$$

➤ *Error percent* pada jarak 15 cm

$$\begin{aligned} 1. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{15-15,5}{5} \times 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{15-15,5}{15} \times 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{15-15,5}{15} \times 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{15-15}{15} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{15-15,3}{15} \times 100\% \\ &= 30\% \end{aligned}$$

➤ *Error percent* pada jarak 20 cm

$$\begin{aligned} 1. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{20-20,4}{20} \times 100\% \\ &= 40\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{20-20,1}{20} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{20-20}{20} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{20-20,4}{20} \times 100\% \\ &= 40\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{20-20,4}{20} \times 100\% \\ &= 40\% \end{aligned}$$

➤ *Error percent* pada jarak 25 cm

$$\begin{aligned} 1. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{25-5}{5} \times 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad E\% &= \frac{HT-HP}{HP} \times 100\% \\ &= \frac{25-3}{25} \times 100\% \\ &= 30\% \end{aligned}$$

$$3. \quad E\% = \frac{HT-HP}{HP} \times 100\%$$

$$= \frac{25-25,5}{25} \times 100\%$$

$$= 50\%$$

4.  $E\% = \frac{HT-HP}{HP} \times 100\%$

$$= \frac{25-25}{25} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

5.  $E\% = \frac{HT-HP}{HP} \times 100\%$

$$= \frac{25-25,5}{25} \times 100\%$$

$$= 50\%$$

