



**RANCANG BANGUN ROBOT PENGANTAR MAKANAN *LINE TRACER*  
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16**

**PROYEK AKHIR**

Oleh

**Dian Agus Prayitno**

**NIM 121903102013**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**



**RANCANG BANGUN ROBOT PENGANTAR MAKANAN *LINE TRACER*  
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16**

**PROYEK AKHIR**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Elektronika

Oleh

**Dian Agus Prayitno**

**NIM 121903102013**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**

**PERSEMBAHAN**

*Perjuangan merupakan pengalaman berharga yang dapat menjadikan kita manusia yang berkualitas.*

*Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayahanda AHMADI dan bunda SITTI serta adikku tercinta ZERIKE AGUS TINA PARAMITASARI yang selalu mendukung serta nasihatnya yang menjadi jembatan perjalanan hidupku*

*Dosen Pembimbing Proyek Akhir Bapak Sumardi, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. terimakasih atas ketekunan dan kesabarannya dalam membimbing saya;*

*Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2012, aku bangga menjadi angkatan 2012. Terimakasih atas dukungan dan motivasi yang kalian berikan;*

*Teman - teman D3\_ELEKTRO Unej 2012 yang selalu mendukungku selama menjalani masa kuliah, bersama Anda semua merupakan kenangan dan pengalaman yang tak akan pernah terlupakan;*

*Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember, terimakasih telah mengantarku menuju masa depan.*

MOTTO

*Jadi diri sendiri, cari jati diri, optimis, karena hidup itu terus mengalir dan kehidupan terus berputar, sekali lihat kebelakang untuk melanjutkan perjalanan yang tiada berujung*

*Berangkat dengan penuh keyakinan  
Berjalan dengan penuh keikhlasan  
Istiqomah dalam menghadapi cobaan*

*Jadilah seperti karang dilautan yang kuat dihantam ombak dan kerjakanlah hal yang bermanfaat untuk diri sendiri dan orang lain, karena hidup hanya sekali. Ingat hanya pada Allah apapun dan dimanapun kita berada kepada Dia-lah tempat meminta dan memohon.*

*Tidak ada masalah yang tidak bisa diselesaikan selama ada komitmen bersama untuk menyelesaikannya.*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dian Agus Prayitno

NIM : 121903102013

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa proyek akhir yang berjudul: **rancang bangun robot pengantar makanan *line tracer* berbasis mikrokontroler atmega16** 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 dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2015

Yang menyatakan,

Dian Agus Prayitno

NIM. 121903102013

**TUGAS AKHIR**

**Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan *Line Tracer* Berbasis  
Mikrokontroler Atmega16**

Oleh

Dian Agus Prayitno

NIM 121903102013

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sumardi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.

**LEMBAR PENGESAHAN**

Proyek Akhir berjudul “**Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan Line Tracer Berbasis Mikrokontroler Atmega16**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Senin  
Tanggal : 29 Juni 2015  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Sumardi, S.T., M.T.  
NIP 196701131998021001

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

Tim Penguji:

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Widjonarko, S.T., M.T.  
NIP 19710908 199903 1 001

H.R.B.Moch. Gozali, S.T., M.T.  
NIP 19690608 199903 1 002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP. 19610414198902 1 001

**Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan *Line Tracer* Berbasis  
Mikrokontroler Atmega16**

**Dian Agus Prayitno**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

***ABSTRAK***

Perkembangan Teknologi dan otomasi industri yang semakin pesat, canggih dan modern mendorong manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan cepat, tepat dan efisien sehingga dikembangkan teknologi robot untuk membantu dan mempermudah pekerjaan manusia di masa datang.

Robot *Line Tracer* memiliki sensor garis yang berfungsi seperti “mata” pada manusia. Sensor garis ini mendeteksi adanya garis atau tidak pada permukaan lintasan robot tersebut, dan informasi yang diterima sensor garis kemudian diteruskan ke mikrokontroler untuk diolah sedemikian rupa dan akhirnya hasil informasi hasil olahannya akan diteruskan ke penggerak atau motor agar motor dapat menyesuaikan gerak tubuh robot sesuai garis yang dideteksinya.

Dari hasil perhitungan pada 4 pengujian, yang pertama pada meja 1, kedua pada meja 2, ketiga pada meja 3, dan yang keempat pada meja 4 didapatkan 0%

**Kata Kunci :** mikrokontroller atmega 16, robot line tracer, garis lintasan, sensor, driver motor



*Design Introduction to Food Line Tracer Robot -Based Microcontroller  
ATmega16*

**Dian Agus Prayitno**

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

## **ABSTRACT**

*There are many methods in designing control systems. One is the control system design using atmega16 microcontroller. The minimum system microcontroller allows the microcontroller to work and consists of ic regulator for voltage stabilizer, xtal to clock generator externally, and a reset button to reset.*

*Line Tracer has a line sensor that serves as the "eyes" in humans. This line sensor detects the presence of the line or not on the surface of the robot trajectory, and the line sensor information received and then forwarded to the microcontroller to be processed in such a way and ultimately results processed product information will be forwarded to the drive or the motor so that the motor can customize gestures corresponding robot line detect.*

*From the calculation of the 4 test , the first in table 1 , both at table 2 , the third in table 3 , and the fourth in the table 4 obtained 0 %*

**Keywords:** *Atmega microcontroller 16 , the robot line tracer , track lines , sensors , motor driver*

## RINGKASAN

**Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan *Line Tracer* Berbasis Mikrokontroler Atmega16;** Dian Agus Prayitno; 121903102013, 2015, 54 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Perkembangan Teknologi dan otomasi industri yang semakin pesat, canggih dan modern mendorong manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan cepat, tepat dan efisien sehingga dikembangkan teknologi robot untuk membantu dan mempermudah pekerjaan manusia di masa datang. Banyak negara maju seperti: Amerika, Jerman, Inggris, Jepang, Perancis berlomba-lomba untuk menciptakan robot-robot mutakhir dengan keistimewaan-keistimewaan khusus. Robot line tracer (robot pengikut garis) merupakan suatu jenis robot bergerak (mobile robot) yang mempunyai misi mendeteksi dan mengikuti suatu garis pandu yang telah dibuat pada bidang lintasan. Sehingga penulis mengambil sebuah judul penelitian mengenai “Rancang Bangun bangun robot pengantar makanan line tracer yang berbasis mikrokontroler atmega16”, yang diharapkan dapat melakukan tugas dalam mengantarkan makanan secara tepat, cepat dengan mengikuti garis yang telah ditentukan.

Robot merupakan mesin yang dapat mempermudah pekerjaan manusia. Robot mulai populer ketika seorang penulis berbangsa Czech (Ceko) yang bernama Wright Karl Capek, membuat pertunjukan dari lakon komedi yang ditulisnya pada tahun 1921 yang berjudul RUR (Rossum’s Universal Robot).

Robot pengikut garis (*Line Tracer Robot*) sendiri adalah robot yang dapat berjalan mengikuti sebuah lintasan, ada yang menyebutnya dengan *Line Tracer Robot*. Garis yang dimaksud adalah garis berwarna putih diatas permukaan berwarna hitam atau sebaliknya, ada juga lintasan dengan warna lain dengan permukaan yang kontras dengan warna garisnya. Seperti layaknya manusia, bagaimana manusia dapat berjalan pada mengikuti jalan yang ada tanpa menabrak dan sebagainya, tentunya karena manusia memiliki “mata” sebagai penginderanya. Begitu juga robot *Line Tracer* ini, dia memiliki sensor garis yang berfungsi seperti “mata” pada manusia.

Sensor garis ini mendeteksi adanya garis atau tidak pada permukaan lintasan robot tersebut, dan informasi yang diterima sensor garis kemudian diteruskan ke mikrokontroler untuk diolah sedemikian rupa dan akhirnya hasil informasi hasil olahannya akan diteruskan ke penggerak atau motor agar motor dapat menyesuaikan gerak tubuh robot sesuai garis yang dideteksinya. Dengan adanya robot ini diharapkan fungsi pelayan makanan dapat tergantikan sehingga hanya membutuhkan seorang operator saja untuk mengoperasikan robot bekerja sesuai perintah yang telah di program pada mikrokontroler.

## SUMMARY

*Design Introduction to Food Line Tracer Robot -Based Microcontroller ATmega16; Dian Agus Prayitno; 121903102013, 2015; Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember*

Technology development and industrial automation increasingly rapid, sophisticated and modern encourage people to meet their needs quickly, accurately and efficiently so that the robot technology was developed to assist and facilitate the work of human beings in the future. Many developed countries such as America, Germany, Britain, Japan, France vying to create cutting-edge robots with special privileges. Robot line tracer (line follower robot) is a type of mobile robot (mobile robot) whose mission is to detect and follow a scout lines that have been made in the field of the track. So I took a title of the study on "Design of waking up food delivery robot line tracer atmega16 microcontroller based", which is expected to perform tasks in delivering food correctly, quickly by following a predetermined line.

Robot is a machine which can facilitate the work of man. Robots became popular as a writer of national Czech (Republic) called Wright Karl Capek, making a show of comedy play written in 1921, entitled RUR (Rossum's Universal Robots).

Line follower robot (Line Tracer Robot) itself is a robot that can walk to follow a trajectory, some call it the Line Tracer Robot. The line in question is a white line on the surface of black or vice versa, there is also the track with other colors with a surface that contrasts with the color of the line. Like humans, how people can walk on following the existing road without crashing and so on, of course, because humans have "eyes" as sensory. Line Tracer robot Likewise, he has a line sensor that serves as the "eyes" in humans.

This line sensor detects the presence of the line or not on the surface of the robot trajectory, and the line sensor information received and then forwarded to the microcontroller to be processed in such a way and ultimately results processed product information will be forwarded to the drive or the motor so that

*the motor can customize gestures corresponding robot line detect. With the robot is expected to function waiter food can be replaced so that only require one operator alone to operate the robot work according to orders that have been in the program the microcontroller.*



## PRAKATA

Bismillahirrohmanirrohim

Puji syukur ke hadirat Allah swt. atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan tugas akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan *Line Tracer* Berbasis Mikrokontroler Atmega16**” dapat terselesaikan dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan program studi Diploma Tiga (D3) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. **Ir. Widyono Hadi, M.T** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. **Dr. Triwahju Hardisnto, S.T., M.T.** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. **Satryo Budi Utomo, S.T., M.T.** selaku Kaprodi D3 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
4. **Sumardi, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing Utama dan **Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya penulisan laporan tugas akhir ini;
5. **Widjonarko, S.T., M.T. dan H.R.B.Moch. Gozali, S.T., M.T.** selaku Tim Penguji Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
6. Ayahanda **Ahmadi** dan Ibunda **Sitti** tercinta, serta Nenek ku **Ibu Misti** yang saya sayangi, yang telah membantu baik moral, material, doa, dan mendidik.
7. Saudara kandungku **Zerike AgusTina Pramita Sari**, terima kasih atas doa dan dukungan yang telah diberikan kepadaku selama ini;

8. Keluarga Besar **Teknik Elektro Angkatan 2012** dan **D3\_ELEKTRO Unej 2012**, aku bangga menjadi angkatan 2012. Terimakasih atas dukungan dan motivasi yang kalian berikan;
9. Kekasih saya yang bernama **Jamilatul Komari** dan teman-teman satu kontrakan **Ahmad Sulhan, Ivan, Febriyanto, Alkusayri**, yang selalu menemani disaat suka duka menjalani masa-masa kuliah, berkat kalian masa kuliahku menjadi berwarna.
10. Saya ucapkan terima kasih juga kepada **Mas Sugi, Abdul Fajar, Ipul, Candra**, yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini
11. Guru-guru tercinta **SDN Konang 3, SMPN 1 Galis, SMA 1 Galis**, seluruh **Dosen Fakultas Teknik Elektro Universitas Jember**, terima kasih atas ilmu pengetahuan dan kasih sayang yang telah diberikan;
12. **Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember**, terimakasih telah mengantarku menuju masa depan

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro, kritik dan saran diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan proyek akhir ini dan diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian – penelitian selanjutnya.

Jember, Juli 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	ii
PERSEMBAHAN .....	iii
MOTTO .....	iv
PERNYATAAN .....	v
LEMBAR PEMBIMBING .....	vi
PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
RINGKASAN .....	x
SUMMARY .....	xii
PRAKATA .....	xiv
DAFTAR ISI .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Pengertian <i>Line Tracer</i> .....	4
2.2 Pengertian Minimum system .....	4
2.3 Mikrokontroler ATMEGA16 .....	5
2.4 Motor Servo .....	7
2.4.1 Prinsip kerja motor servo .....	8



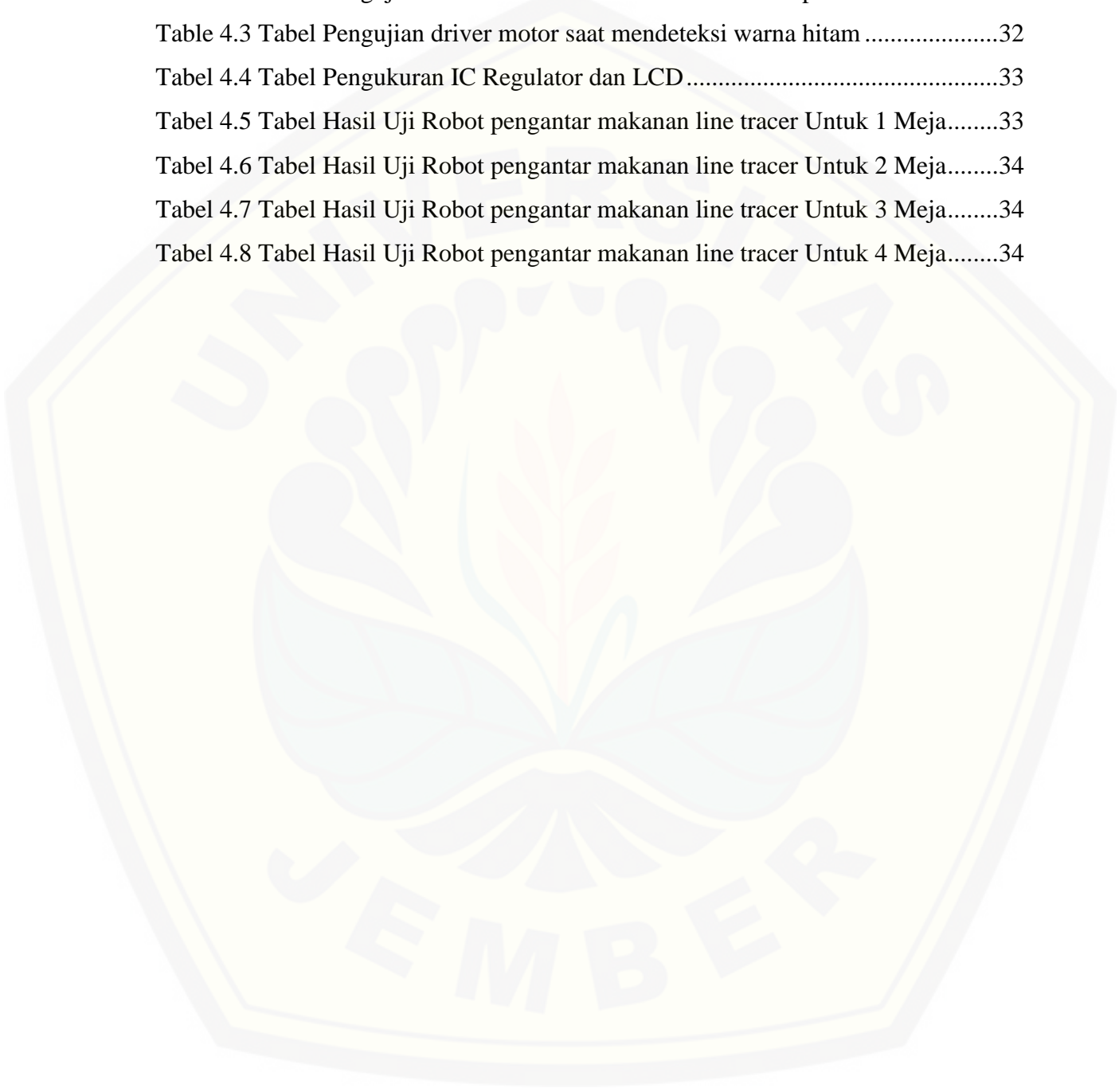
<b>2.5 Sensor</b>	9
<b>2.6 Battery LiPo</b>	10
<b>2.7 Pengertian LCD</b>	11
2.7.1 Pengendali / Kontroler LCD (Liquid Cristal Display)	12
2.7.2 Register control yang terdapat dalam suatu LCD	12
<b>2.8 Driver Motor IC L293D</b>	13
2.8.1 Fungsi Pin Driver Motor DC IC L293D	14
2.8.2 Feature Driver Motor DC IC L293D	14
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	16
<b>3.1 Tempat dan Waktu</b>	16
3.1.1 Tempat Penelitian	16
3.1.2 Waktu Penelitian	16
<b>3.2 Rancangan Mekanik</b>	16
3.2.1 Alat dan Bahan	16
3.2.2 Bentuk Rancangan	21
<b>3.3 Rancangan Elektronik</b>	21
3.3.1 Rangkaian Elektronik	21
3.3.2 Rancangan Software	24
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	29
<b>4.1 Tinjauan Umum</b>	29
<b>4.2 Hasil Uji Photodiode</b>	30
<b>4.3 Hasil Uji Driver Motor</b>	31
<b>4.4 Hasil Uji IC Regulator dan LCD</b>	32
<b>4.5 Hasil Uji Robot Pengantar Makanan <i>Line Tracer</i></b>	33
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	36
<b>5.1 Penutup</b>	36
<b>5.2 Saran</b>	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	37
<b>LAMPIRAN</b>	38

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Minimum sistem.....	5
Gambar 2.2	Chip Mikrokontroller Atmega16.....	6
Gambar 2.3	Motor Servo.....	7
Gambar 2.4	Prinsip kerja motor servo.....	9
Gambar 2.5	Battery LiPo.....	10
Gambar 2.6	LCD (Liquid Cristal Display).....	11
Gambar 2.7	Konstruksi Pin Driver Motor DC IC L293D.....	14
Gambar 3.1	Rangkaian Minimum System Tampak Atas.....	16
Gambar 3.2	Rangkaian Minimum System Tampak Bawah.....	17
Gambar 3.3	Rangkaian Driver Motor Tampak Atas.....	17
Gambar 3.4	Rangkaian Driver Motor Tampak Bawah.....	18
Gambar 3.5	Motor DC.....	18
Gambar 3.6	Rangkaian lcd Tampak Atas.....	18
Gambar 3.7	Rangkaian lcd Tampak Bawah.....	19
Gambar 3.8	Rangkaian Sensor Photodiode Tampak Bawah.....	19
Gambar 3.9	Rangkaian Sensor Photodiode Tampak Atas.....	19
Gambar 3.10	Motor Servo.....	20
Gambar 3.11	LED.....	20
Gambar 3.12	Rangkaian Mekanik.....	21
Gambar 3.13	Blok Diagram Rangkaian.....	21
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> .....	26
Gambar 4.1	Robot Pengantar Makanan.....	29
Gambar 4.2	lintasan Robot.....	29
Gambar 4.3	Rangkaian Sensor Garis.....	30
Gambar 4.4	Rangkaian Driver motor L293D.....	31
Gambar 4.5	Rangkaian LCD.....	32

**DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 Tabel Hasil Uji sensor photodiode.....	30
Tabel 4.2 Tabel Pengujian driver motor saat mendeteksi warna putih .....	31
Table 4.3 Tabel Pengujian driver motor saat mendeteksi warna hitam .....	32
Tabel 4.4 Tabel Pengukuran IC Regulator dan LCD.....	33
Tabel 4.5 Tabel Hasil Uji Robot pengantar makanan line tracer Untuk 1 Meja.....	33
Tabel 4.6 Tabel Hasil Uji Robot pengantar makanan line tracer Untuk 2 Meja.....	34
Tabel 4.7 Tabel Hasil Uji Robot pengantar makanan line tracer Untuk 3 Meja.....	34
Tabel 4.8 Tabel Hasil Uji Robot pengantar makanan line tracer Untuk 4 Meja.....	34



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>a. Program Dari Robot Pengantar Makanan .....</b>	<b>38</b>
<b>b. Data Perhitungan Error% Dari Pengujian Alat Robot Pengantar Makanan .....</b>	<b>53</b>



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan Teknologi dan otomasi industri yang semakin pesat, canggih dan modern mendorong manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan cepat, tepat dan efisien sehingga dikembangkan teknologi robot untuk membantu dan mempermudah pekerjaan manusia di masa datang. Banyak negara maju seperti: Amerika, Jerman, Inggris, Jepang, Perancis berlomba-lomba untuk menciptakan robot-robot mutakhir dengan keistimewaan-keistimewaan khusus. Robot line tracer (robot pengikut garis) merupakan suatu jenis robot bergerak (mobile robot) yang mempunyai misi mendeteksi dan mengikuti suatu garis pandu yang telah dibuat pada bidang lintasan. Sehingga penulis mengambil sebuah judul penelitian mengenai “Rancang Bangun bangun robot pengantar makanan line tracer yang berbasis mikrokontroler atmega16”, yang diharapkan dapat melakukan tugas dalam mengantarkan makanan secara tepat, cepat dengan mengikuti garis yang telah ditentukan.

Robot merupakan mesin yang dapat mempermudah pekerjaan manusia. Robot mulai populer ketika seorang penulis berbangsa Czech (Ceko) yang bernama Wright Karl Capek, membuat pertunjukan dari lakon komedi yang ditulisnya pada tahun 1921 yang berjudul RUR (Rossum’s Universal Robot).

Robot pengikut garis (*Line Tracer Robot*) sendiri adalah robot yang dapat berjalan mengikuti sebuah lintasan, ada yang menyebutnya dengan *Line Tracer Robot*. Garis yang dimaksud adalah garis berwarna putih diatas permukaan berwarna hitam atau sebaliknya, ada juga lintasan dengan warna lain dengan permukaan yang kontras dengan warna garisnya. Seperti layaknya manusia, bagaimana manusia dapat berjalan pada mengikuti jalan yang ada tanpa menabrak dan sebagainya, tentunya karena manusia memiliki “mata” sebagai penginderanya. Begitu juga robot *Line Tracer* ini, dia memiliki sensor garis yang berfungsi seperti “mata” pada manusia.

Sensor garis ini mendeteksi adanya garis atau tidak pada permukaan lintasan robot tersebut, dan informasi yang diterima sensor garis kemudian diteruskan ke mikrokontroler untuk diolah sedemikian rupa dan akhirnya hasil informasi hasil olahannya akan diteruskan ke penggerak atau motor agar motor dapat menyesuaikan gerak tubuh robot sesuai garis yang dideteksinya. Dengan adanya robot ini diharapkan fungsi pelayan makanan dapat tergantikan sehingga hanya membutuhkan seorang operator saja untuk mengoperasikan robot bekerja sesuai perintah yang telah di program pada mikrokontroler.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Dari latar belakang yang disampaikan, maka terdapat perumusan masalah adalah:

1. Bagaimana cara membuat robot pengikut garis yang menggunakan mikrokontroler.
2. Bagaimana cara memprogram robot pengikut garis supaya mampu berperan sebagai meja pengantar makanan otomatis.
3. Bagaimana cara merakit komponen elektronika dan sensor pada robot pengikut garis.
4. Bagaimana robot mampu mendeteksi adanya halangan suatu objek atau benda yang tidak dikenal.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penulisan proyek akhir ini adalah:

1. Mampu membuat sebuah robot pengikut garis berbasis mikrokontroler.
2. Mampu memprogram robot pengikut garis sebagai meja pengantar makanan otomatis.
3. Mampu merakit komponen elektronika dan sensor yang digunakan dalam pembuatan robot pengikut garis.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Untuk memperjelas arah dari pembahasan penelitian ini, maka diberikan batasan masalah yang meliputi:

1. Mikrokontroler yang digunakan pada pembuatan robot pengikut garis ini adalah Mikrokontroler ATMEGA16.
2. Software yang digunakan untuk proses pemrograman robot pengikut garis ini adalah CodeVision AVR.
3. Dalam pembuatan meja pengantar makanan otomatis, disini terdapat beberapa meja makanan yang sudah ditentukan dengan lintasan adalah garis putih di atas objek berwarna hitam.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah:

Didapatkan robot pintar yang mampu menggantikan tugas manusia sebagai meja pengantar makanan otomatis.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk mengetahui karakteristik dari setiap komponen yang digunakan pada rangkaian “Rancang bangun robot pengantar makanan *Line Tracer* yang berbasis mikrokontroler atmega16” ini, maka diperlukan adanya teori yang dapat membantu agar suatu rangkaian dapat bekerja dengan baik, sehingga di dapat hasil yang maksimal. Komponen yang digunakan dalam ini terdiri dari beberapa komponen.

### 2.1 Pengertian Line Tracer

*Line Tracer* robot adalah robot yang bisa bergerak mengikuti jalur panduan garis. Garis pandu yang di gunakan dalam hal ini adalah garis putih yang di tempatkan pada permukaan berwarna gelap, ataupun sebaliknya, garis hitam yang ditempatkan pada permukaan berwarna putih.

Sedangkan untuk elektronik robot yaitu sebuah robot robot yang meliputi adanya rangkaian pengendali utama (main controller), rangkaian sensor, dan rangkaian driver. Dan sistem yang penting dalam pembuatan robot *Line Tracer* yaitu bahasa pemrogram (software).

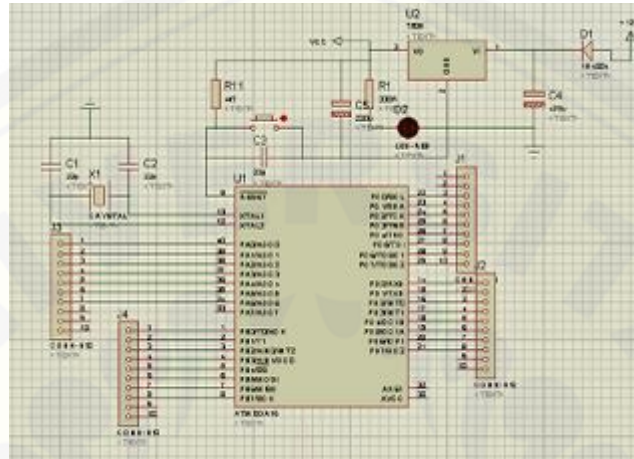
Ada dua macam robot *Line Tracer* yaitu *Line Tracer* biasa tanpa menggunakan program dan *Line Tracer* dengan program mikrokontroler. hanya saja yang menggunakan program mikrokontroler lebih kompleks dan lebih sempurna jika di banding *Line Tracer* yang tanpa menggunakan program. Pembahasan perbedaan *Line Tracer* yang menggunakan program dengan tanpa menggunakan.

### 2.2 Pengertian Minimum sistem

Minimum sistem merupakan suatu perangkat sistem yang dapat digunakan untuk belajar mikrokontroler. Perangkat ini memiliki komponen sederhana berupa IC Atmega 16 , external kristal, tombol reset dan sumber tegangan 5 volt. Agar dapat berhubungan dengan perangkat luar sismin ini dilengkapi dengan header port input/output.



Dengan perangkat sismin atmega 16 ini anda dapat belajar memrogram IC Atmega 16 untuk membuat aplikasi-aplikasi mikrokontroler seperti mengontrol lampu/LED, alat-alat rumah tangga bahkan robot, dengan gambar sebagai berikut :



Gambar 2.1 Minimum sistem

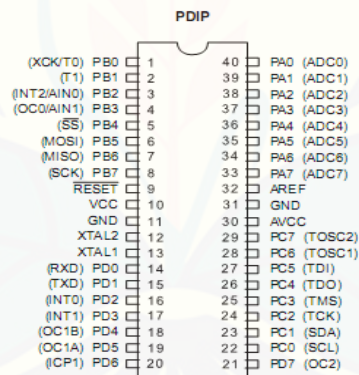
### 2.3 Mikrokontroler ATMEGA16

Mikrokontroler adalah IC yang dapat diprogram berulang kali, baik ditulis atau dihapus. Mikrokontroler ATMega16 merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel yang berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer) [6]. Mikrokontroler dapat dikategorikan juga sebagai mikroprosesor yang lebih efisien dan lebih murah biayanya.

Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt internal dan eksternal, serial UART, programmable Watchdog Timer, dan mode power saving, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai In-System Programmable Flash on-chip yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. ATMega16. ATMega16 mempunyai throughput mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses.

Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fiturnya. Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit* (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*).

Rangkaian Kontrol Mikrokontroler merupakan rangkaian minimum sistem control yang mengatur kerja dari mikrokontroler. Sistem minimum mikrokontroler ini memungkinkan mikrokontroler untuk bekerja dan biasanya terdiri dari ic regulator untuk penyetabil tegangan, xtal untuk generator clock secara eksternal, dan tombol reset untuk mereset mikrokontroler. Jika belum paham tentang bagian bagian mikrokontroler bisa mencarinya ebook gratisan yang banyak beredar membahas tentang mikrokontroler avr.



Gambar 2.2 Chip Mikrokontroler Atmega16

## 2.4 Motor Servo

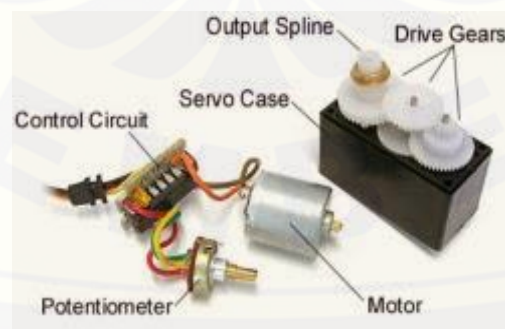
Motor Servo adalah sebuah motor DC kecil yang diberi sistem gear dan potensiometer sehingga dia dapat menempatkan “horn” servo pada posisi yang dikehendaki [3]. Setiap motor servor memiliki 3 buah kabel yaitu kabel power (VCC), ground (GND) dan kontrol (PWM).

Motor servo juga dapat di artikan yaitu sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer.

Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol loop tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol loop tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.



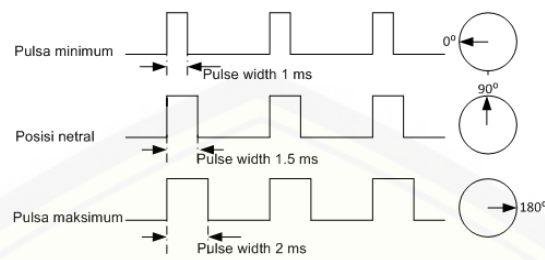
Gambar 2.3 Motor Servo

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation  $180^0$  dan servo rotation continuous.

- Motor servo standard (servo rotation  $180^0$ ) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya  $90^0$  ke arah kanan dan  $90^0$  ke arah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau  $180^0$ .
- Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

#### 2.4.1 Prinsip kerja motor servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut  $90^0$ . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi  $0^0$  atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi  $180^0$  atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar sebagai berikut.



Gambar 2.4 Prinsip kerja motor servo

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

## 2.5 Sensor

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil. Ukuran yang sangatkecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi. Sensor merupakan bagian dari transducer yang berfungsi untuk melakukan sensing atau “merasakan dan menangkap” adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian input dari transducer, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konvertor dari transducer untuk dirubah menjadi energi listrik. Berikut adalah macam - macam sensor.

Sensor cahaya adalah alat yang digunakan untuk merubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Prinsip kerja dari alat ini adalah mengubah energi foto menjadi elektron. Salah satu penggunaannya yang paling populer adalah kamera digital.

Sensor suhu adalah alat yang digunakan untuk merubah besaran panas menjadi besaran listrik. Ada beberapa metode yang digunakan untuk membuat sensor ini, salah satunya dengan cara menggunakan material yang berubah hambatannya terhadap arus listrik sesuai dengan suhunya.

## 2.6 Battery LiPo

Baterai Lithium Polimer atau biasa disebut dengan LiPo merupakan salah satu jenis baterai yang sering digunakan dalam dunia RC. Utamanya untuk RC tipe pesawat dan helikopter.

Tiga kelebihan yang ditawarkan oleh baterai berjenis LiPo dibanding baterai jenis NiCad atau NiMH yaitu:

1. Baterai LiPo memiliki bobot ringan dan dalam berbagai macam bentuk dan ukuran,
2. Baterai LiPo memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik yang besar,
3. Baterai LiPo memiliki tingkat discharge rate energi yang tinggi, dimana hal ini sangat berguna sekali dalam bidang RC.



Gambar 2.5 Battery LiPo

## 2.7 Pengertian LCD

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (Liquid Cristal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (Liquid Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen.

Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan, dengan gambar sebagai berikut.



Gambar 2.6 LCD (Liquid Cristal Display)

### 2.7.1 Pengendali / Kontroler LCD (Liquid Cristal Display)

Dalam modul LCD (Liquid Cristal Display) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (Liquid Cristal Display). Micronroller pada suatu LCD (Liquid Cristal Display) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroler internal LCD adalah :

1. DDRAM (Display Data Random Access Memory) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (Character Generator Random Access Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (Character Generator Read Only Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (Liquid Cristal Display) tersebut sehingga pengguna tinggal mangambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

### 2.7.2 Register control yang terdapat dalam suatu LCD

LCD Alfnumerik (Liquid Crystal Display) adalah perangkat output untuk menampilkan informasi teks [4]. LCD Alfnumerik memiliki ukuran yang beragam, seperti 8x1, 16x2, 20x4, 32x4, 40x4. Kode tersebut menyatakan jumlah karakter yang dapat dimunculkan oleh LCD Alfnumerik. Sebagai contoh, 16x2 menyatakan 16 karakter dan 2 baris, sehingga dapat menampilkan 32 buah karakter.

Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (Liquid Cristal Display) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (Liquid Cristal Display) dapat dibaca pada saat pembacaan data. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya. Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD adalah sebagai berikut.

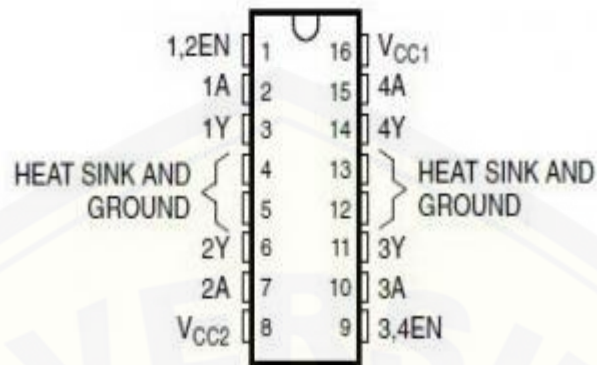


1. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (Liquid Cristal Display) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
2. RS (Register Select) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
3. Pin R/W (Read Write) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
4. Pin E (Enable) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
5. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

## 2.8 Driver Motor IC L293D

IC L293D merupakan jenis monolitik tegangan tinggi, didesain untuk keperluan beban induktif seperti motor DC, relai, motor stepper. IC L293D berfungsi sebagai pengarah dari kedua motor sebagai penggerak roda belakang. IC dapat berfungsi sebagai sistem “modulasi lebar pulsa” yang dapat diatur melalui perangkat lunak didalam mikrokontroler.

IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 buah motor DC. Konstruksi pin driver motor DC IC L293D adalah sebagai berikut.



Gambar 2.7 Konstruksi Pin Driver Motor DC IC L293D

### 2.8.1 Fungsi Pin Driver Motor DC IC L293D

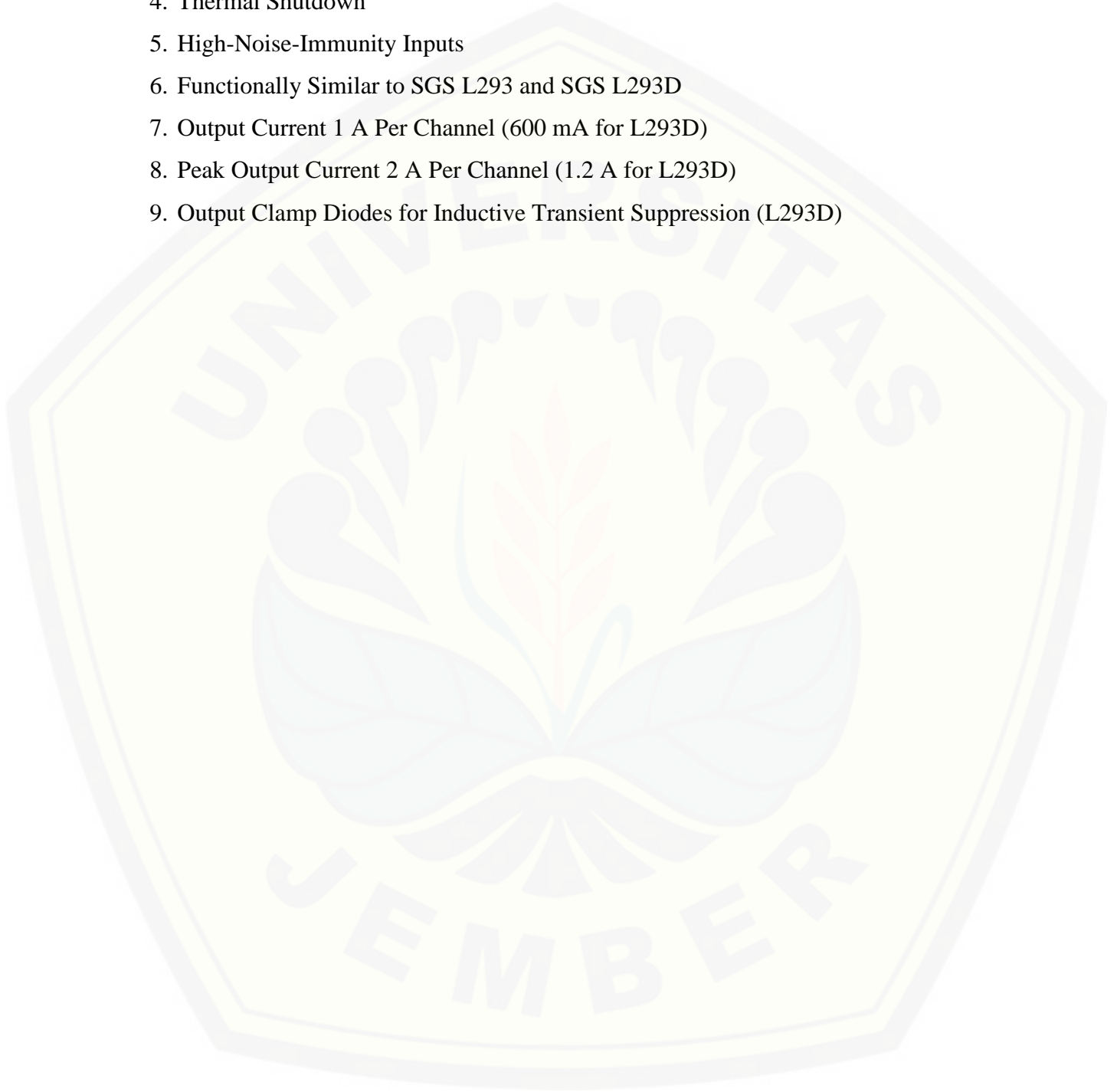
1. Pin EN (Enable, EN1.2, EN3.4) berfungsi untuk memungkinkan driver menerima perintah untuk menggerakkan motor DC.
2. Pin In (Input, 1A, 2A, 3A, 4A) adalah pin input sinyal kendali motor DC.
3. Pin Out (Output, 1Y, 2Y, 3Y, 4Y) adalah jalur output masing-masing driver yang dihubungkan ke motor DC.
4. Pin VCC (VCC1, VCC2) adalah jalur input tegangan sumber driver motor DC, dimana VCC1 adalah jalur input sumber tegangan rangkaian kontrol driver dan VCC2 adalah jalur input sumber tegangan untuk motor DC yang dikendalikan.
5. Pin GND (Ground) adalah jalur yang harus dihubungkan ke ground, pin GND ini ada 4 buah yang berdekatan dan dapat dihubungkan ke sebuah pendingin kecil.

### 2.8.2 Feature Driver Motor DC IC L293D

Driver motor DC IC L293D memiliki feature yang lengkap untuk sebuah driver motor DC sehingga dapat diaplikasikan dalam beberapa teknik driver motor DC dan dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa jenis motor DC. Feature yang dimiliki driver motor DC IC L293D sesuai dengan datasheet adalah sebagai berikut.

1. Wide Supply-Voltage Range: 4.5 V to 36 V
2. Separate Input-Logic Supply

3. Internal ESD Protection
4. Thermal Shutdown
5. High-Noise-Immunity Inputs
6. Functionally Similar to SGS L293 and SGS L293D
7. Output Current 1 A Per Channel (600 mA for L293D)
8. Peak Output Current 2 A Per Channel (1.2 A for L293D)
9. Output Clamp Diodes for Inductive Transient Suppression (L293D)



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Pada tempat pelaksanaannya, dilakukan di Laboratorium Elka Terapan Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Untuk waktu yang digunakan pada penelitian ini, dilaksanakan selama 3 bulan mulai bulan Januari sampai bulan Mei 2015.

### 3.2 Rancangan Mekanik

#### 3.2.1 Alat dan Bahan

- a. Rangkaian minimum system digunakan sebagai otak dari robot line tracer, mengatur port dari semua rangkaian, diantaranya port driver motor, port motor servo, port lcd, port lcd. Gambar rangkaian minimum system sebagai berikut.

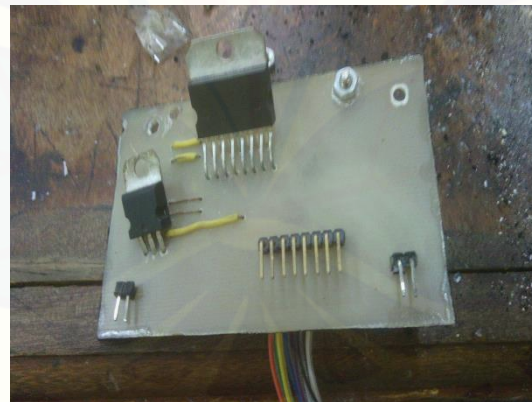


Gambar 3.1 Rangkaian Minimum System Tampak Atas



Gambar 3.2 Rangkaian Minimum System Tampak Bawah

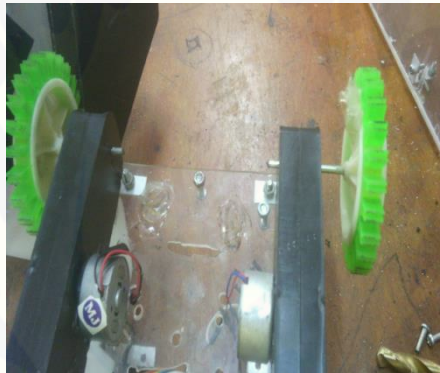
- b. Rangkaian driver Motor, disini saya menggunakan driver motor dengan tipe IC L293D, yang digunakan sebagai piranti yang bertugas untuk menjalankan motor baik mengatur arah putaran motor maupun kecepatan putar motor, dengan gambar rangkaian sebagai berikut.



Gambar 3.3 Rangkaian Driver Motor Tampak Atas



Gambar 3.4 Rangkaian Driver Motor Tampak Bawah



Gambar 3.5 Motor DC

- c. Rangkaian lcd digunakan sebagai penampil data dalam bentuk karakter, menebtukan meja a, b, c, d, dengan gambar rangkaian sebagai berikut.

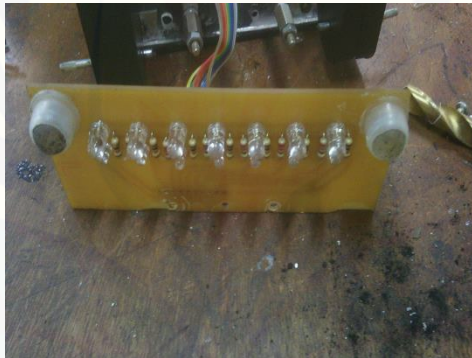


Gambar 3.6 Rangkaian lcd Tampak Atas



Gambar 3.7 Rangkaian lcd Tampak Bawah

- d. Rangkaian Sensor Photodiode merupakan diode yang peka terhadap cahaya, sensor photodiode akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara forward



Gambar 3.8 Rangkaian Sensor Photodiode Tampak Bawah



Gambar 3.9 Rangkaian Sensor Photodiode Tampak Atas

- e. Motor Servo merupakan sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi dalam motor, motor servo disini digunakan sebagai menggerakkan lengan, dengan gambar sebagai berikut.



Gambar 3.10 Motor Servo

- f. LED merupakan komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan, led disini digunakan sebagai bola mata dari robot line tracer, dengan gambar sebagai berikut.



Gambar 3.11 LED



### 3.2.2 Bentuk Rancangan

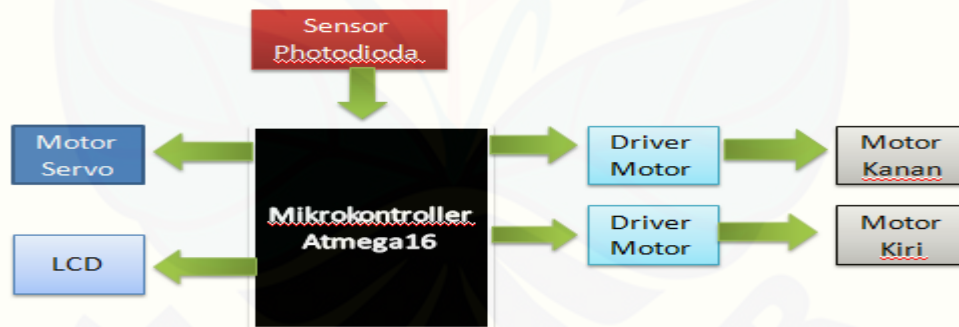
Dari beberapa alat dan bahan, bias dirancang robot pengantar makan otomatis pada 4 meja, meja a,b,c, dan d, dengan gambar rangkaian sebagai berikut.



Gambar 3.12 Rangkaian Mekanik

## 3.3 Rancangan Elektronik

### 3.3.1 Rangkaian Elektronik



Gambar 3.13 Blok Diagram Rangkaian.

Pada sistem ini pertama sistem minimum mikrokontroler yang digunakan sebagai rangkaian minimum sistem control yang mengatur kerja dari mikrokontroler. Sistem minimum mikrokontroler ini memungkinkan mikrokontroler untuk bekerja dan biasanya terdiri dari ic regulator untuk penyetabil tegangan, xtal untuk generator klok

secara eksternal, dan tombol reset untuk mereset mikrokontroller. Selain itu sistem mikrokontroller digunakan untuk mengatur driver motor kanan dan driver motor kiri, driver motor sendiri digunakan untuk untuk mengontrol arah putaran dan kecepatan motor DC yang merupakan penggerak utama dari rangkaian proyek akhir ini.

IC driver motor L293 yang didalamnya terdapat rangkaian *H-Bridge* akan mengontrol putaran motor sesuai data masukan digital, L293 ini juga terdapat pin untuk pengaturan aplikasi PWM (*Pulse Width Modulator*) yang akan mengatur kecepatan motor dc yang dikendalikannya. L293 memiliki rangkaian dual H-Bridge, sehingga mampu mengendalikan dua buah motor DC sekaligus.

Setelah itu sistem mikrokontroller juga mengatur motor servo yang digunakan untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo, sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor.

Ada sensor photodiode yang merupakan salah satu jenis sensor peka cahaya (photodetector). Jenis sensor peka cahaya lain yang sering digunakan adalah phototransistor. Photodiode akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap power density ( $D_p$ ). Perbandingan antara arus keluaran dengan power density disebut sebagai current responsivity. Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika photodiode tersebut disinari dan dalam keadaan dipanjar mundur. Untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah.

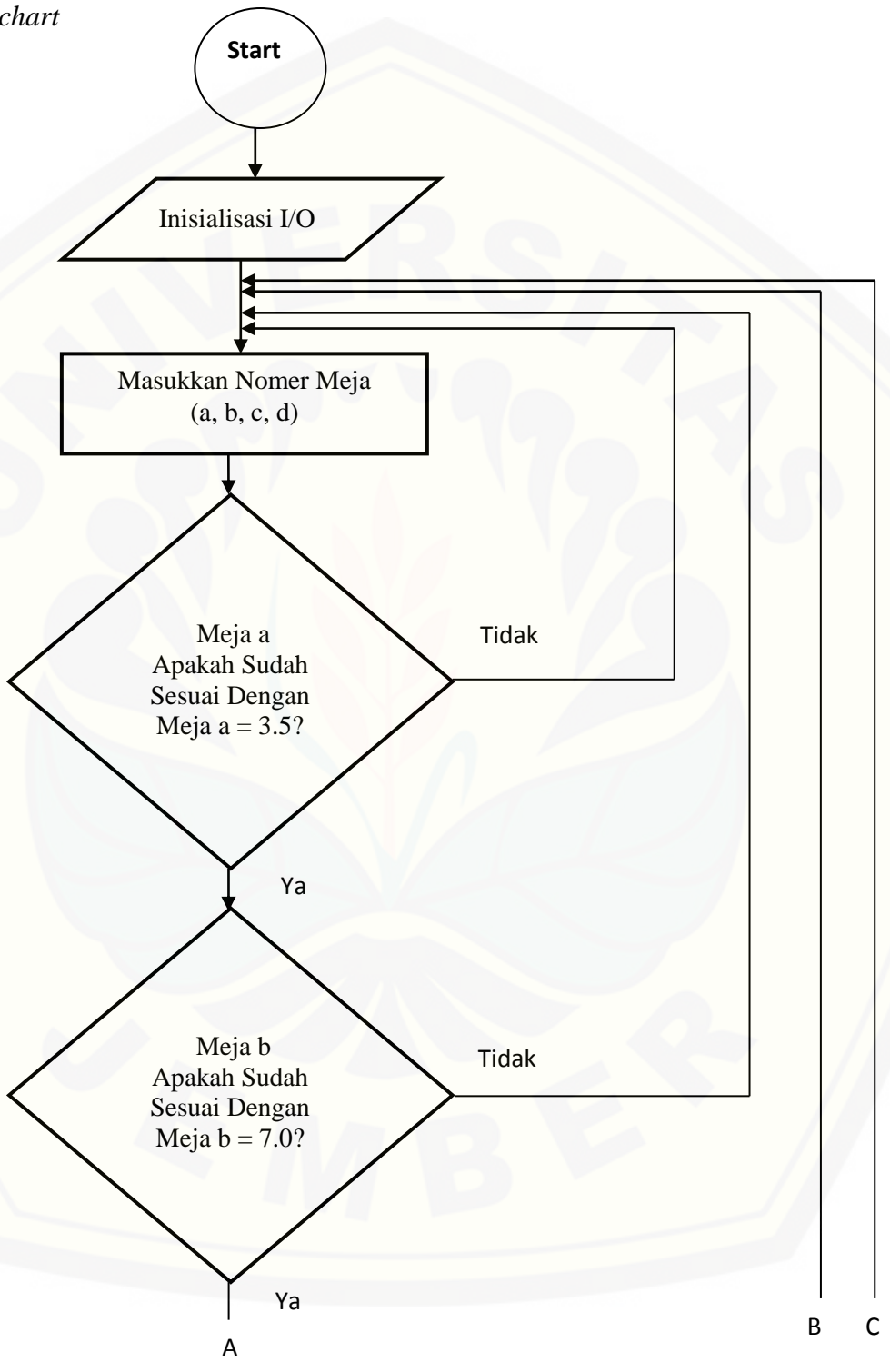
LCD (Liquid Cristal Display) dot matrik M1632 merupakan modul LCD buatan hitachi. Modul LCD (Liquid Cristal Display) dot matrik M1632 terdiri dari bagian penampil karakter (LCD) yang berfungsi menampilkan karakter dan bagian sistem prosesor LCD dalam bentuk modul.

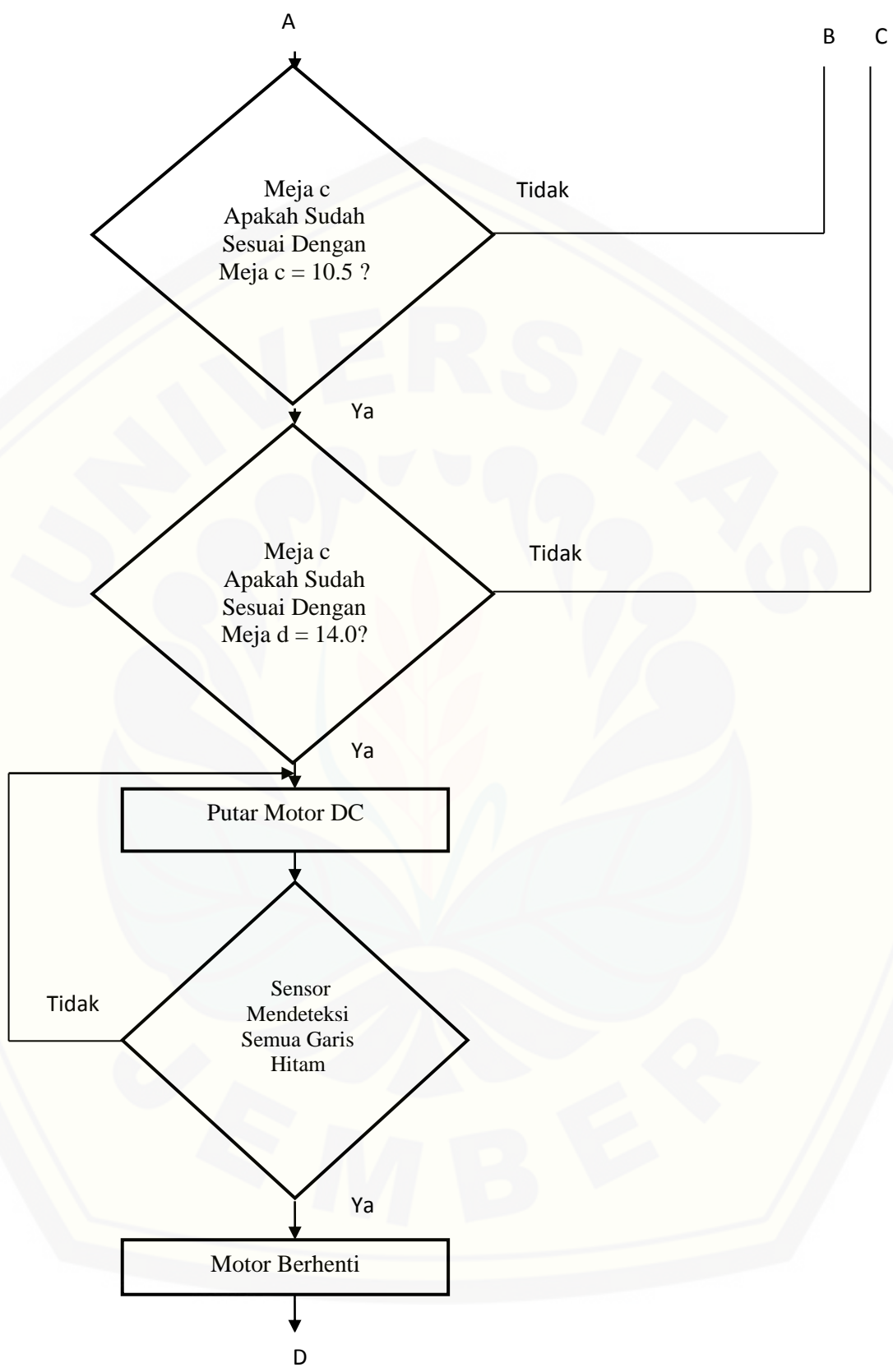
Dari rangkaian elektronik tersebut bisa di jelaskan yang pertama ada.

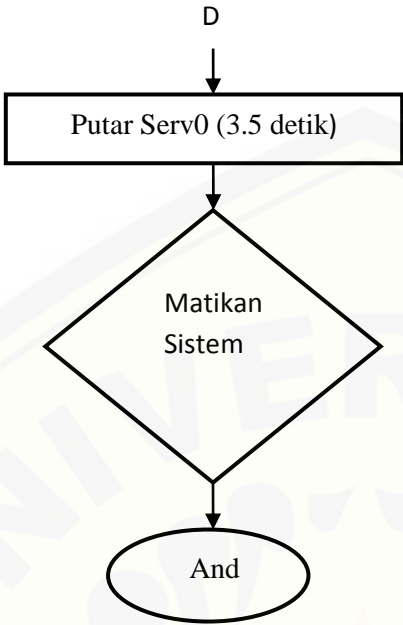
- a. Mikrokontroler16 merupakan komputer mikro dalam satu chip tunggal. Mikrokontroler memadukan CPU, ROM, RWM, I/O paralel, I/O seri, counter-timer, dan rangkaian clock dalam satu chip, Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.
- b. Sensor Photodiode merupakan Sensor photo dioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor photodioda akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara forward sebagaimana dioda pada umumnya.
- c. Motor servo merupakan sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (axis) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.
- d. IC L293D merupakan IC yang didesain khusus sebagai driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 buah motor DC.
- e. LCD (Liquid Crystal Display) merupakan suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer.

3.3.2 Rancangan Software

1. Flowchart







Gambar 3.14 *Flowchart*

## 2. Algoritma

- a. Pertama semua sensor input dan output di aktifkan
- b. Masukkan nomer meja melalui penekanan tombol (push button)
- c. Apakah meja a yang di pilih
  - Jika ya
    - Motor bekerja
    - Apakah sensor akan mendeteksi warna hitam semua
  - Jika ya
    - Motor berhenti
    - Motor servo bekerja selama 3.5 detik
  - Jika tidak
    - Motor akan terus bekerja sampai sensor mendeteksi warna hitam
- d. Apakah meja b yang di pilih
  - Jika ya
    - Motor bekerja
    - Apakah sensor akan mendeteksi warna hitam semua
  - Jika ya
    - Motor berhenti
    - Motor servo bekerja selama 3.5 detik
  - Jika tidak
    - Motor akan terus bekerja sampai sensor mendeteksi warna hitam
- e. Apakah meja c yang di pilih
  - Jika ya
    - Motor bekerja
    - Apakah sensor akan mendeteksi warna hitam semua
  - Jika ya
    - Motor berhenti
    - Motor servo bekerja selama 3.5 detik

- Jika tidak
  - Motor akan terus bekerja sampai sensor mendeteksi warna hitam
- f. Apakah meja d yang di pilih
  - Jika ya
    - Motor bekerja
    - Apakah sensor akan mendeteksi warna hitam semua
  - Jika ya
    - Motor berhenti
    - Motor servo bekerja selama 3.5 detik
  - Jika tidak
    - Motor akan terus bekerja sampai sensor mendeteksi warna hitam
- g. System di matikan
- h. *and*



## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Tinjauan Umum

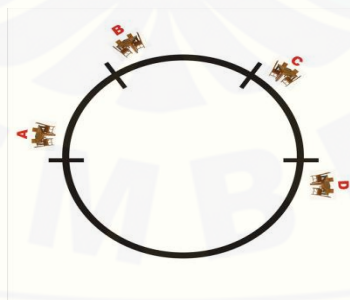
Robot ini bisa bekerja meringankan pekerjaan manusia, cara kerja suatu alat dimana di dalam cara kerjanya dengan memanfaatkan sensor photodiode untuk mengikuti garis lintasan. Rancang bangun robot pengantar makanan line tracer yang berbasis mikrokontroler atmega16, dengan gambar sebagai berikut.



Gambar 4.1 Robot Pengantar Makanan

Disini terdapat beberapa komponen, diantaranya ada lcd untuk menampilkan tombol-tombol pada meja, driver motor yang berfungsi menggerakkan motor dc, push button yang berfungsi untuk menentukan meja a, b,c, dan d, motor servo sebagai penggerak lengannya, 2 lampu sebagai bola mata.

Untuk lintasan berbentuk lingkaran, dan terdapat 4 meja, meja a, meja b, meja c, dan meja d, dapat di lihat lintasannya sebagai berikut.

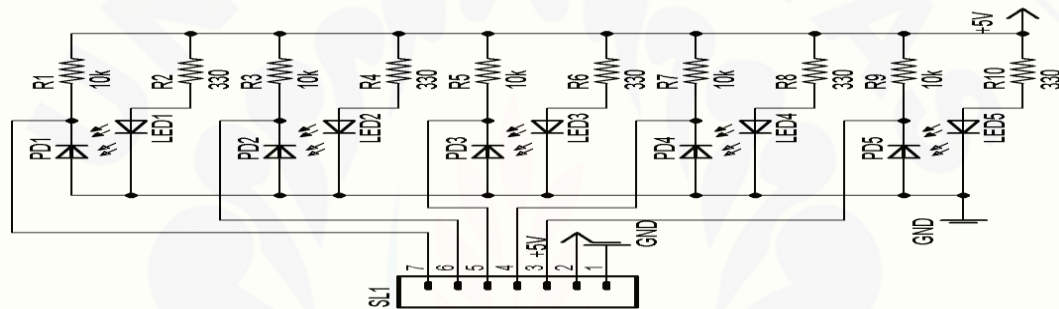


Gambar 4.2 lintasan Robot

Dari sistem kerja robot pengantar makanan line tracer ini, bekerja secara otomatis, misalkan untuk mengantarkan makanan pada meja a, di lintasan tersebut di kasih tanda miring yang ukurannya sama dengan sensor, dan juga di kasih waktu (delay) untuk berhentinya robot pengantar makanan ke meja a tersebut, dengan delay 5 detik pada setiap meja. Robot ini tidak hanya mengantarkan satu persatu, tetapi juga bisa langsung mengantarkan 2 meja, 3 meja, ataupun 4 meja.

#### 4.2 Hasil Uji Photodiode

Untuk rangkaian photodiode, menggunakan PORT B, dengan rangkaian sebagai berikut.



Gambar 4.3. Rangkaian Sensor Garis

Dari rangkaian sensor photodiode terdapat beberapa komponen, diantaranya ada resistor 10k,330k, sensor photodiode dan LED Biru.

Dari pengujian sensor photodiode dapat mengukur tegangannya, dengan tabel sebagai berikut.

#### 4.1 Tabel Hasil Uji sensor photodiode

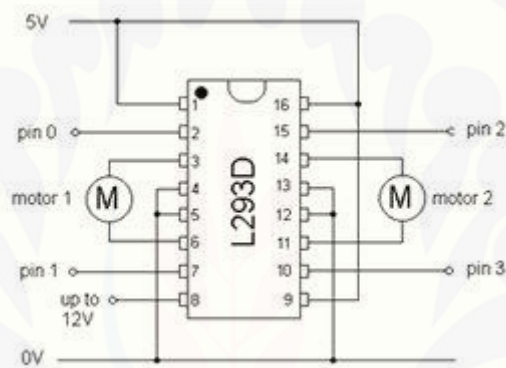
Keterangan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7
Hitam	4.48V	4.59V	4.72V	4.72V	4.53V	4.61V	4.27V
Putih	265.7Mv	284.2Mv	401.3Mv	261.3Mv	392.1Mv	324.1Mv	352.2Mv

Dari tabel 4.1 terdapat penjelasan yang pertama mengukur sensor deteksi warna hitam, pengukuran yang pertama terdapat tegangan 4.48V, kedua terdapat tegangan 4.59V, ketiga terdapat tegangan 4.72V, keempat terdapat tegangan

4.72V, kelima terdapat tegangan 4.53V, keenam terdapat tegangan 4.61V, ketujuh terdapat tegangan 4.27V, yang kedua mengukur sensor deteksi warna putih, pengukuran yang pertama terdapat tegangan 265.7Mv, kedua terdapat tegangan 284.2Mv, ketiga terdapat tegangan 401.3Mv, keempat terdapat tegangan 261.3Mv, kelima terdapat tegangan 329.1Mv, keenam terdapat tegangan 324.1Mv, ketujuh terdapat tegangan 352.2Mv.

### 4.3 Hasil Uji Driver Motor

Untuk rangkaian driver motor, menggunakan PORT D, dengan rangkaian sebagai berikut.



Gambar 4.4. Rangkaian Driver motor L293D

Dari Rangkaian Driver motor L293D terdapat 2 buah motor DC, untuk pin 0 dan pin 1 digunakan pada motor 1, untuk pin 2 dan pin 3 digunakan pada motor yang kedua, untuk tegangan 5Volt.

Dari pengujian driver motor dapat mengukur tegangan warna hitam dan putih, dengan tabel sebagai berikut.

#### 4.2 Tabel Pengujian driver motor saat mendeteksi warna putih

Pengujian	1	2	3	4
Input	372.9Mv	5.28 Mv	5.21 Mv	192.3Mv
Output	2.265V	1.967V	6.80V	0.879V

#### 4.3 Tabel Pengujian driver motor saat mendeteksi warna hitam

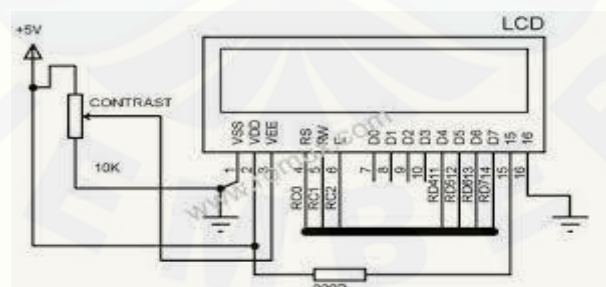
Pengujian	1	2	3	4
Input	278.4Mv	0.390Mv	100.4Mv	94.3Mv
Output	215.4V	99.0V	122.9V	122.6V

Dari tabel 4.2 terdapat penjelasan yang pertama pengujian Driver motor input, deteksi warna putih, pengujian yang pertama input, hasil yang pertama terdapat tegangan 372.9Mv, kedua terdapat tegangan 5.28Mv, ketiga terdapat tegangan 5.21Mv, keempat terdapat tegangan 192.3Mv, pengujian yang kedua output, hasil yang pertama terdapat tegangan 2.265V, kedua terdapat tegangan 1.967V, ketiga terdapat tegangan 6.80V, keempat terdapat tegangan 0.879V.

Dari tabel 4.3 terdapat penjelasan yang pertama pengujian Driver motor Output, deteksi warna hitam, pengujian yang pertama input, hasil yang pertama terdapat tegangan 278.4Mv, kedua terdapat tegangan 0.390Mv, ketiga terdapat tegangan 100.4Mv, keempat terdapat tegangan 94.3Mv, pengujian yang kedua output, hasil yang pertama terdapat tegangan 215.4V, kedua terdapat tegangan 99.0V, ketiga terdapat tegangan 122.9V, keempat terdapat tegangan 122.6V.

#### 4.4 Hasil Uji IC Regulator dan LCD

Untuk rangkaian LCD, menggunakan PORT C, dengan rangkaian sebagai berikut.



Gambar 4.5. Rangkaian LCD

Dari Rangkaian LCD terdapat 1 buah resistor, LCD, dengan tegangan 5Volt. Dari pengukuran IC Regulator dapat mengukur tegangan input dan output, dengan tabel sebagai berikut.

#### 4.4 Tabel Pengukuran IC Regulator dan LCD

Komponen	Keterangan	Tegangan
IC Regulator	Input	12V
	Output	4.95V
LCD	Input	4.95V

Dari tabel 4.4 terdapat penjelasan yang pertama untuk IC Regulator terdapat input sebesar 12V, dan output sebesar 4.95V, yang kedua untuk LCD terdapat input sebesar 4.95V

#### 4.5 Hasil Uji Robot Pengantar Makanan Line Tracer

Untuk pemberhentian disetiap meja a,b,c,d waktu yang digunakan sebesar 3.5 detik, untuk tegangan yang digunakan sebesar 7.5Volt, dan dari pengujian alat robot pengantar makanan line tracer ini, dapat mengambil data-data pada setiap meja.

#### 4.5. Tabel Hasil Uji Robot pengantar makanan line tracer Untuk 1 Meja

No	Tujuan Meja Untuk Pemesan	Pengujian Pada Setiap Meja	Pengujian Waktu	Error %
1.	A	21 Detik	21 Detik	0%
2.	B	21 Detik	21 Detik	0%
3.	C	21 Detik	21 Detik	0%
4.	D	21 Detik	21 Detik	0%

## 4.6 Tabel Hasil Uji Robot pengantar makanan line tracer Untuk 2 Meja

No	Tujuan Meja Untuk Pemesan	Pengujian Pada Setiap Meja	Pengujian Waktu	Error %
1	A,B	24.5 Detik	24.5 Detik	0%
2	A,C	24.5 Detik	24.5 Detik	0%
3	A,D	24.5 Detik	24.5 Detik	0%
4	B,C	24.5 Detik	24.5 Detik	0%
5	B,D	24.5 Detik	24.5 Detik	0%
6	C,D	24.5 Detik	24.5 Detik	0%

## 4.7 Tabel Hasil Uji Robot pengantar makanan line tracer Untuk 3 Meja

No	Tujuan Meja Untuk Pemesan	Pengujian Pada Setiap Meja	Pengujian Waktu	Error %
1	A,B,C	33.5 Detik	33.5 Detik	0%
2	A,B,D	33.5 Detik	33.5 Detik	0%
3	B,C,D	33.5 Detik	33.5 Detik	0%

## 4.8 Tabel Hasil Uji Robot pengantar makanan line tracer Untuk 4 Meja

No	Tujuan Meja Untuk Pemesan	Pengujian Pada Setiap Meja	Pengujian Waktu	Error %
1	A,B,C,D	50.5 Detik	50.5 Detik	0%

Dari Tabel diatas dapat di jelaskan, Tabel yang pertama, tabel 4.2.1 Tujuan meja untuk pemesanan a sebesar 21 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 21 detik dan eror % yang didapatkan sebebsar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan b sebesar 21 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 21 detik dan eror % yang didapatkan sebebsar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan c sebesar 21 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 21 detik dan eror % yang didapatkan sebebsar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan d sebesar 21 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 21 detik dan eror % yang didapatkan sebebsar 0%.

Tabel yang kedua, tabel 4.2.2 Tujuan meja untuk pemesanan a,b sebesar 24.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 24.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan a,c sebesar 24.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 24.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan a,d sebesar 24.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 24.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan b,c sebesar 24.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 24.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan b,d sebesar 24.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 24.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan c,d sebesar 24.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 24.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%.

Tabel yang ketiga, tabel 4.2.3 Tujuan meja untuk pemesanan a,b,c sebesar 33.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 33.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan a,b,d sebesar 33.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 33.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%, Tujuan meja untuk pemesanan b,c,d sebesar 33.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 33.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%.

Tabel yang keempat, tabel 4.2.4 Tujuan meja untuk pemesanan a,b,c,d sebesar 50.5 Detik, sedangkan pada Pengujian Waktu sebesar 50.5 detik dan eror % yang didapatkan sebesar 0%.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Untuk pemberhentian disetiap meja a,b,c,d waktu yang digunakan sebesar 3.5 detik, dan tegangan yang digunakan sebesar 7.5Volt.
2. Hasil perhitungan eror% untuk 1 meja, hasil yang didapatkan sama, dengan hasil sebesar 21 detik.
3. Hasil perhitungan eror% untuk 2 meja, hasil yang didapatkan sama, dengan hasil sebesar 24.5 detik.
4. Hasil perhitungan eror% untuk 3 meja, hasil yang didapatkan sama, dengan hasil sebesar 33.5 detik.
5. Hasil perhitungan eror% untuk 4 meja, hasil yang didapatkan sama dengan 50.5 detik.

### 5.2 Saran

Robot pengantar makanan otomatis masih memiliki kekurangan, yaitu terdapat pada kinerja lengan robot dalam mengangkat beban yang di bawa, masih kurang stabil. Untuk mengangkat beban yang di inginkan harus memilih servo yang tepat, agar kinerja lengan robot stabil, kekurangan ini dapat di kembangkan lebih lanjut dengan sentuhan inovasi yang baru dari pembaca.



**LAMPIRAN**

**a. Program Dari Robot Pengantar Makanan**

/\*\*\*\*\*

This program was produced by the  
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard  
Automatic Program Generator  
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.  
<http://www.hpinfotech.com>

Project :

Version :

Date : 16/06/2015

Author : Dian agus prayitno

Company : J-Robotika

Comments:

Chip type : ATmega16

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 12,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

\*\*\*\*\*/

#include <mega16.h>

#include <stdio.h>

#include <delay.h>

```
// Alphanumeric LCD functions
#include <alcd.h>

#define ADC_VREF_TYPE 0x00

// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)
{
    ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
    // Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
    delay_us(10);
    // Start the AD conversion
    ADCSRA|=0x40;
    // Wait for the AD conversion to complete
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;
    return ADCW;
}

// Declare your global variables here
#define s1 PINC.0
#define s2 PINC.1
#define s3 PINC.2
#define s4 PINC.3

int i;
int data_sensor[10];
int sensor_ke[10];
```

```
int sensor;
int vreff=300;
char buff[33];

int kelipatan,cx;
char meja[5]={'_','_','_','_','_'};
int ke=0;

void maju()
{
    PORTD.0=0;
    PORTD.1=1;
    PORTD.6=1;
    PORTD.7=0;
}

void piv_kanan()
{
    PORTD.0=1;
    PORTD.1=0;
    PORTD.6=1;
    PORTD.7=0;
}

void piv_kiri()
{
    PORTD.0=0;
```

```
    PORTD.1=1;
    PORTD.6=0;
    PORTD.7=1;
}

void mundur()
{
    PORTD.0=1;
    PORTD.1=0;
    PORTD.6=0;
    PORTD.7=1;
}

void berhenti()
{
    PORTD.0=0;
    PORTD.1=0;
    PORTD.6=0;
    PORTD.7=0;
}

void baca_sensor()
{
    for(i=0;i<=6;i++)
    {
        data_sensor[i]=read_adc(i);
    }
    for(i=0;i<=6;i++)
```

```
{
  if(data_sensor[i]>vreff)
  {
    sensor_ke[i]=1;
  }
  else
  {
    sensor_ke[i]=0;
  }
}

sensor=1*sensor_ke[0]+2*sensor_ke[1]+4*sensor_ke[2]+8*sensor_ke[3]+16*sensor_ke[4]+32*sensor_ke[5]+64*sensor_ke[6];
}

void jalan()
{
  switch(sensor)
  {
    case 0b0000001 : OCR1B=0;OCR1A=1023;maju();break;
    case 0b0000011 : OCR1B=0;OCR1A=1023;maju();break;
    case 0b0000010 : OCR1B=0;OCR1A=1023;maju();break;
    case 0b0000110 : OCR1B=0;OCR1A=1023;maju();break;
    case 0b0000100 : OCR1B=0;OCR1A=1023;maju();break;
    case 0b0001100 : OCR1B=1023;OCR1A=1023;maju();break;
    case 0b0001000 : OCR1B=1023;OCR1A=1023;maju();break;
    case 0b0011000 : OCR1B=1023;OCR1A=1023;maju();break;
    case 0b0010000 : OCR1B=1023;OCR1A=0;maju();break;
```

```
    case 0b0110000 : OCR1B=1023;OCR1A=0;maju();break;
    case 0b0100000 : OCR1B=1023;OCR1A=0;maju();break;
    case 0b1100000 : OCR1B=1023;OCR1A=0;maju();break;
    case 0b1000000 : OCR1B=1023;OCR1A=0;maju();break;
  }
}
```

```
void menu()
{
  for(i=0;i<10;i++)
  {
    PORTC.6=1;
    delay_us(1200);
    PORTC.6=0;
    delay_ms(20);
  }
  while(1)
  {
    if(s1==0)
    {
      while(s1==0){}
      break;
    }
    if(s2==0)
    {
      if(kelipatan%2==0)
      {
        if(cx==0)
```

```
{
    meja[0]='A';
}
if(cx==1)
{
    meja[1]='B';
}
if(cx==2)
{
    meja[2]='C';
}
if(cx==3)
{
    meja[3]='D';
}
}
if(kelipatan%2==1)
{
    if(cx==0)
    {
        meja[0]='_';
    }
    if(cx==1)
    {
        meja[1]='_';
    }
    if(cx==2)
    {
        meja[2]='_';
    }
}
```

```
    }
    if(cx==3)
    {
        meja[3]='_';
    }
}
kelipatan++;
while(s2==0){}
}
if(s3==0)
{
    cx--;
    if(cx<=0){cx=0;}
    while(s3==0){}
}
if(s4==0)
{
    cx++;
    if(cx>=3){cx=3;}
    while(s4==0){}
}

lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts("Meja : ");
lcd_gotoxy(7,0);
lcd_puts(meja);
delay_ms(200);
lcd_gotoxy(cx+7,0);
lcd_puts(" ");
```



```
        delay_ms(200);
    }
}

void main(void)
{
    // Declare your local variables here

    // Input/Output Ports initialization
    // Port A initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
    Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
    PORTA=0x00;
    DDRA=0x00;

    // Port B initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
    Func0=In
    // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
    PORTB=0x00;
    DDRB=0x00;

    // Port C initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
    Func0=In
    // State7=P State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
    PORTC=0xFF;
    DDRC=0xF0;
```

```
// Port D initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=In Func2=In Func1=Out
Func0=Out
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=T State2=T State1=0 State0=0
PORTD=0x00;
DDRD=0xF3;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 12000,000 kHz
// Mode: Ph. correct PWM top=0x03FF
// OC1A output: Non-Inv.
// OC1B output: Non-Inv.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
```

```
TCCR1A=0xA3;
TCCR1B=0x01;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
```

```
TIMSK=0x00;
```

```
// USART initialization
```

```
// USART disabled
```

```
UCSRB=0x00;
```

```
// Analog Comparator initialization
```

```
// Analog Comparator: Off
```

```
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
```

```
ACSR=0x80;
```

```
SFIOR=0x00;
```

```
// ADC initialization
```

```
// ADC Clock frequency: 750,000 kHz
```

```
// ADC Voltage Reference: AREF pin
```

```
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
```

```
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
```

```
ADCSRA=0x84;
```

```
// SPI initialization
```

```
// SPI disabled
```

```
SPCR=0x00;
```

```
// TWI initialization
```

```
// TWI disabled
```

```
TWCR=0x00;
```

```
// Alphanumeric LCD initialization
```

```
// Connections are specified in the
```

```
// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTB Bit 0
// RD - PORTB Bit 1
// EN - PORTB Bit 2
// D4 - PORTB Bit 3
// D5 - PORTB Bit 4
// D6 - PORTB Bit 5
// D7 - PORTB Bit 6
// Characters/line: 16
lcd_init(16);

lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts("START");
delay_ms(1000);
lcd_clear();

while (1)
{
    check1 :
    menu();
    ke=0;
    check2 :
    baca_sensor();
    jalan();
    if(sensor==0b1111111||sensor==0b0111111||sensor==0b1111110)
    {

        if(meja[ke]=='A' || meja[ke]=='B' || meja[ke]=='C' || meja[ke]=='D')
        {
```

```
berhenti();
for(i=0;i<10;i++)
{
    PORTC.6=1;
    delay_us(900);
    PORTC.6=0;
    delay_ms(20);
}
delay_ms(3000);
for(i=0;i<10;i++)
{
    PORTC.6=1;
    delay_us(1200);
    PORTC.6=0;
    delay_ms(20);
}
maju();
OCR1B=1023;
OCR1A=1023;
delay_ms(1000);
while(sensor==0b1111111||sensor==0b0111111||sensor==0b1111110)
{baca_sensor();jalan();}
}
else
{
    delay_ms(1000);
}
ke++;
}
```

```
if(ke==5)
{
berhenti();
goto check1;
}
goto check2;
}
}
```



**b. Data Perhitungan Error% Dari Pengujian Alat Robot Pengantar Makanan**

1. Data meja a

$$\text{- Error\%} = \frac{21-21}{21} \times 100\% = 0\%$$

2. Data meja b

$$\text{- Error\%} = \frac{21-21}{21} \times 100\% = 0\%$$

3. Data meja c

$$\text{- Error\%} = \frac{21-21}{21} \times 100\% = 0\%$$

4. Data meja d

$$\text{- Error\%} = \frac{21-21}{21} \times 100\% = 0\%$$

5. Data meja a,b

$$\text{- Error\%} = \frac{24.5-24.5}{24.5} \times 100\% = 0\%$$

6. Data meja a,c

$$\text{- Error\%} = \frac{24.5-24.5}{24.5} \times 100\% = 0\%$$

7. Data meja a,d

$$\text{- Error\%} = \frac{24.5-24.5}{24.5} \times 100\% = 0\%$$

8. Data meja b,c

$$\text{- Error\%} = \frac{24.5-24.5}{24.5} \times 100\% = 0\%$$

9. Data meja b,d

$$\text{- Error\%} = \frac{24.5-24.5}{24.5} \times 100\% = 0\%$$

10. Data meja c,d

$$\text{- Error\%} = \frac{24.5-24.5}{24.5} \times 100\% = 0\%$$



11. Data meja a,b,c

$$- \text{Error\%} = \frac{33.5-33.5}{33.5} \times 100\% = 0\%$$

12. Data meja a,b,d

$$- \text{Error\%} = \frac{50.5-50.5}{50.5} \times 100\% = 0\%$$

13. Data meja b,c,d

$$- \text{Error\%} = \frac{33.5-33.5}{33.5} \times 100\% = 0\%$$

14. Data meja a,b,c,d

$$- \text{Error\%} = \frac{30.5-30.5}{30.5} \times 100\% = 0\%$$

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arifianto, D. Winarno, "Bikin Robot itu Gampang", Kawasan Pustaka, Jakarta Selatan.
- Budiharto, Widodo, Interfacing Komputer Dan Mikrokontroler, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Ibnu, Malik, Pengantar Membuat Robot, Gava Media, Yogyakarta. Wasito S, (2004), Vademekum Elektronika, Edisi ke-dua, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Atmel (2010), ATmega16/ATmega16(L)Datasheet, [www.atmel.com/Images/doc2466.pdf](http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf)
- Bejo, Agus (2008), C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroller ATMega 8535, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Bishop, Owen. (2004). Dasar-dasar Elektronika. Jakarta : Erlangga.
- Eko Putra, Agfianto, (2003), Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55, Gava Media, Yogyakarta.
- F.Barrett, Steven dan J.Pack, Daniel. (2007), Atmel AVR Microcontroller Primer: Programming and Interfacing, San Rafael: Morgan & Claypool Publishers.
- Karlen, Mark, Benya, dan James. (2008), Dasar-dasar Desain Penerangan, terjemahan oleh Diana Rumagit, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Malik, Ibnu, M, Juwana, dan Unggul M. (2009), Aneka Proyek Mikrokontroler PIC16F84/A, Jakarta: PT.Elex Media Komputindo
- Malvino. (1995). Prinsip-Prinsip Elektronika. Jakarta : Erlangga.
- Purwaningrum, Netika (2007), Aplikasi Fuzzy Logic untuk Pengendalian Penerangan Ruang Berbasis Mikrokontroler ATMega8535, Semarang: Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Semarang