

## PERANCANGAN PROTOTIPE ROBOT PENGANTAR MAKANAN DI RESTORAN CEPAT SAJI BERBASIS MIKROKONTROLER

### DESIGN OF FOOD DELIVERY ROBOT PROTOTYPE IN FAST FOOD RESTAURANT BASED ON MICROCONTROLLER

Himawan Setiadi<sup>1</sup>, Dr. Erwin Susanto, S.T., M.T.<sup>2</sup>, Ramdhan Nigraha S.Pd., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[himawans.adi2588@gmail.com](mailto:himawans.adi2588@gmail.com), <sup>2</sup>[erwinelektro@telkomuniversity.ac.id](mailto:erwinelektro@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[ramdhan1305@gmail.com](mailto:ramdhan1305@gmail.com)

#### Abstrak

Perkembangan teknologi mampu membantu manusia untuk menciptakan sebuah alat yang mampu bekerja mandiri hanya dengan perintah manusia. Dewasa ini kita dapat melihat bagaimana berkembangnya restoran cepat saji yang ramai dikunjungi oleh konsumen setiap hari. Ramainya konsumen harus ditunjang dengan pelayanan dari pengelola restoran tersebut.

Pada tugas akhir ini dirancang prototipe robot beroda pengantar makanan. Prototipe robot pengantar makanan ini berbasis mikrokontroler ATMegal6 yang mendeteksi garis dari sensor yang berupa rangkaian LED dan photodiode. Prinsip kerja dari alat ini, ketika tombol keypad yang ada di alat ditekan maka alat tersebut mendeteksi garis melalui sensornya sambil menggerakkan roda alat ke meja pelanggan yang dituju. Setelah sampai di meja pelanggan kemudian pelanggan mengambil makanan yang ada di alat tersebut dan menekan tombol #. Setelah itu alat tersebut kembali ke dapur restoran untuk menunggu pengantaran makanan yang selanjutnya.

Hasil yang diharapkan dari tugas akhir ini yaitu prototipe robot beroda yang akan mengantarkan makanan dari dapur ke meja pelanggan di restoran.

**Kata Kunci :** mikrokontroler, line follower, restoran, prototipe robot

#### Abstract

The development of technology is capable to help people to create a tool that is able to work independently with just a human command. Today we can see how the development of fast-food restaurants are visited by consumer every day. Hectic consumer should be supported with service from the restaurant manager.

In this final project would design of food delivery robot prototype. Food delivery robot prototype is based on ATMegal6 microcontroller that detects the line by LED and photodiode sensor. The principle of this robot prototype is as follows, when the keypad on the robot prototype is pushed, the robot detects a line through the sensor wheel while moving the robot to a destination customer table. After the robot arrives in the customer table then customer takes food on the robot and pushing # button. After that the robot prototype go back to the kitchen of the restaurant to wait for the next food delivery.

The expected result of this final project is a prototype that could deliver food from the kitchen to the table of customer in restaurant.

**Keyword :** microcontroller, line follower, restaurant, robot prototype

#### 1. Pendahuluan

Dewasa ini perkembangan restoran cepat saji sangat pesat. Dimana-mana mudah ditemui restoran cepat saji. Kita dapat melihat bagaimana berkembangnya restoran cepat saji yang ramai dikunjungi oleh konsumen setiap hari. Ramainya konsumen harus ditunjang dengan pelayanan yang maksimal dari pengelola restoran tersebut. Pada restoran-restoran ada beberapa diantaranya ingin membuat perbedaan tertentu atau membuat restoran menjadi unik yaitu salah satunya dengan berinovasi adanya prototipe robot berodapengantar makanan yang biasanya mengikuti rel/garis yang lurus tidak memiliki cabang sehingga tidak mengantarkan makanan ke setiap meja pelanggan.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis ingin merancang sebuah prototipe beroda yang mampu mengantarkan makanan ke setiap meja pelanggan yang mana prototipe robot tersebut akan mengikuti garis hitam yang memiliki cabang dan setelah prototipe robot beroda tersebut sampai ke meja pelanggan maka prototipe robot beroda tersebut akan kembali ke dapur untuk mengantarkan makanan ke meja yang lain. Prototipe robot beroda ini akan sangat membantu dalam hal melayani khususnya mengantarkan makanan ke setiap meja pelanggan. Prototipe robot beroda ini berjalan mengikuti garis/rel yang sudah disediakan ke masing-masing meja yang ada.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu *chip*. Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan *ROM (Read-Only Memory)*, *RAM (Random Access Memory)*, beberapa port *input* maupun *output*, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, *ADC (Analog to Digital converter)*, *DAC (Digital to Analog Converter)*, serial komunikasi. [1]

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam *chip* yang sama dengan prosesornya (*in chip*). [1]

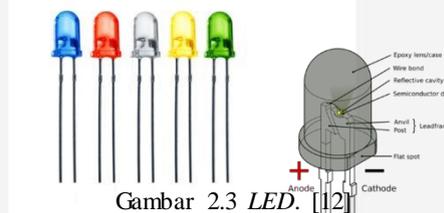


Gambar 2.1 Mikrokontroler ATmega16. [11]

### 2.2 LED

*LED (Light Emitting Diode)* merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. *LED* merupakan produk temuan lain setelah dioda. Strukturnya sama dengan dioda, tetapi ditemukan belakangan bahwa elektron yang menerjang sambungan p-n juga melepaskan energi panas dan energi cahaya. Karakteristik *LED* sama dengan karakteristik dioda penyearah. Bedanya jika dioda membuang energi dalam bentuk panas, sedangkan *LED* membuang energi dalam bentuk cahaya. [4]

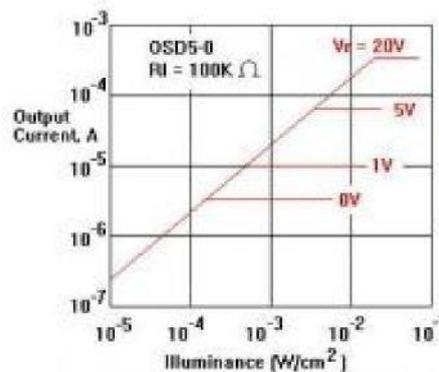
Keuntungan menggunakan *LED* adalah struktur solid, ukurannya kecil, masa pakai tahan lama dan tidak terpengaruh oleh *on/off* pensaklaran, mudah dipakai dan mudah didapat. Karena tahan lama dan tidak terpengaruh oleh *on/off* pensaklaran, maka *LED* banyak digunakan sebagai *display* atau indikator baik itu pada audio atau mesin-mesin kontrol. [4]



Gambar 2.3 LED. [12]

### 2.3 Photodiode

*Photodiode* adalah salah satu jenis sensor yang peka terhadap cahaya (*photodetector*). *Photodiode* akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Hubungan antara *output* sensor *photodiode* dengan intensitas cahaya yang diterimanya membentuk suatu fungsi yang linear. *Output* sensor *photodiode* berupa arus listrik yang sangat kecil yang mana akan diubah menjadi tegangan listrik oleh resistornya. Hubungan antara *output* sensor *photodiode* dengan intensitas cahaya ditunjukkan pada Gambar 2.6. [9]



Gambar 2.6 Hubungan intensitas cahaya dengan arus *photodiode*. [9]

## 2.4 Keypad 3X4

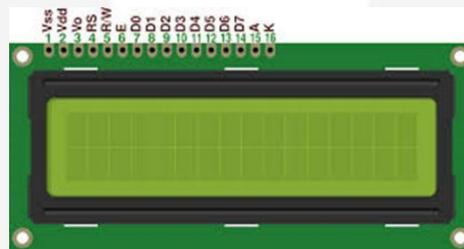
*Keypad* ini biasanya digunakan untuk berbagai aplikasi yang mengharuskan penggunaan tombol sebagai *input* numerik maupun abjad. Ketujuh pin tersebut adalah 3 pin untuk kolom dan 4 pin untuk baris. Untuk mengakses *keypad* ini tidak seperti *push button* biasa. Dengan menggunakan mikrokontroler hal ini sangat mudah dilakukan. [10]



Gambar 2.7 Keypad 3X4. [10]

## 2.5 LCD (Liquid Crystal Display)

Modul *LCD (Liquid Crystal Display)* adalah salah satu alat yang digunakan sebagai tampilan. Pada dasarnya sistem pengaturan *LCD* memiliki standar yang sama walaupun sangat banyak macamnya baik ditinjau dari perusahaan pembuat maupun dari ukurannya. Keunggulan *LCD* adalah hanya menarik arus listrik yang kecil (beberapa mikroampere), sehingga alat atau sistem menjadi portabel karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari. *LCD* merupakan modul *dot-matrix* tampilan kristal cair. *LCD* dengan tampilan 16x2 dengan konsumsi daya rendah. [4]



Gambar 2.9 LCD 16x2. [13]

## 2.6 Motor Arus Searah (DC)

Pada prinsipnya suatu mesin listrik dapat berlaku sebagai motor maupun sebagai generator. Perbedaannya terletak dalam konversi daya. Generator adalah suatu mesin listrik yang mengubah daya masuk mekanik menjadi daya keluar listrik, sedangkan motor mengubah daya masuk listrik menjadi daya keluar mekanik. [3]

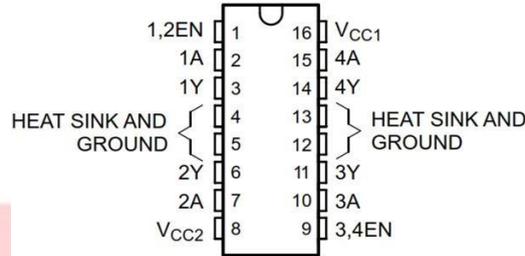
Konstruksi dasar motor *DC* terbagi menjadi dua bagian pokok, yaitu bagian yang berputar atau bergerak disebut rotor dan bagian yang diam disebut stator. Pada bagian stator terdapat sikat dan kumparan medan. Kumparan medan berfungsi sebagai pembangkit fluksi magnetik atau berupa magnet permanen. Sedangkan pada rotor terdapat kumparan jangkar yang berfungsi sebagai konduktor untuk dialiri arus agar memperoleh gaya gerak yang dikehendaki. [3]



Gambar 2.10 Motor DC. [14]

2.7 Driver Motor L293D

Perangkat IC L293D didesain untuk arus sampai 600 mA pada tegangan 4,5 V sampai 36 V. Output pada IC L293D yaitu arus listrik sebesar 600 mA setiap pin dan maksimum output arus listriknya yaitu 1,2 A. Aplikasi dari IC L293D ini dapat digunakan untuk driver relay, motor DC dan motor stepper. Driver IC L293D disini digunakan sebagai pengendalian dan pengaturan pada motor DC. [6]

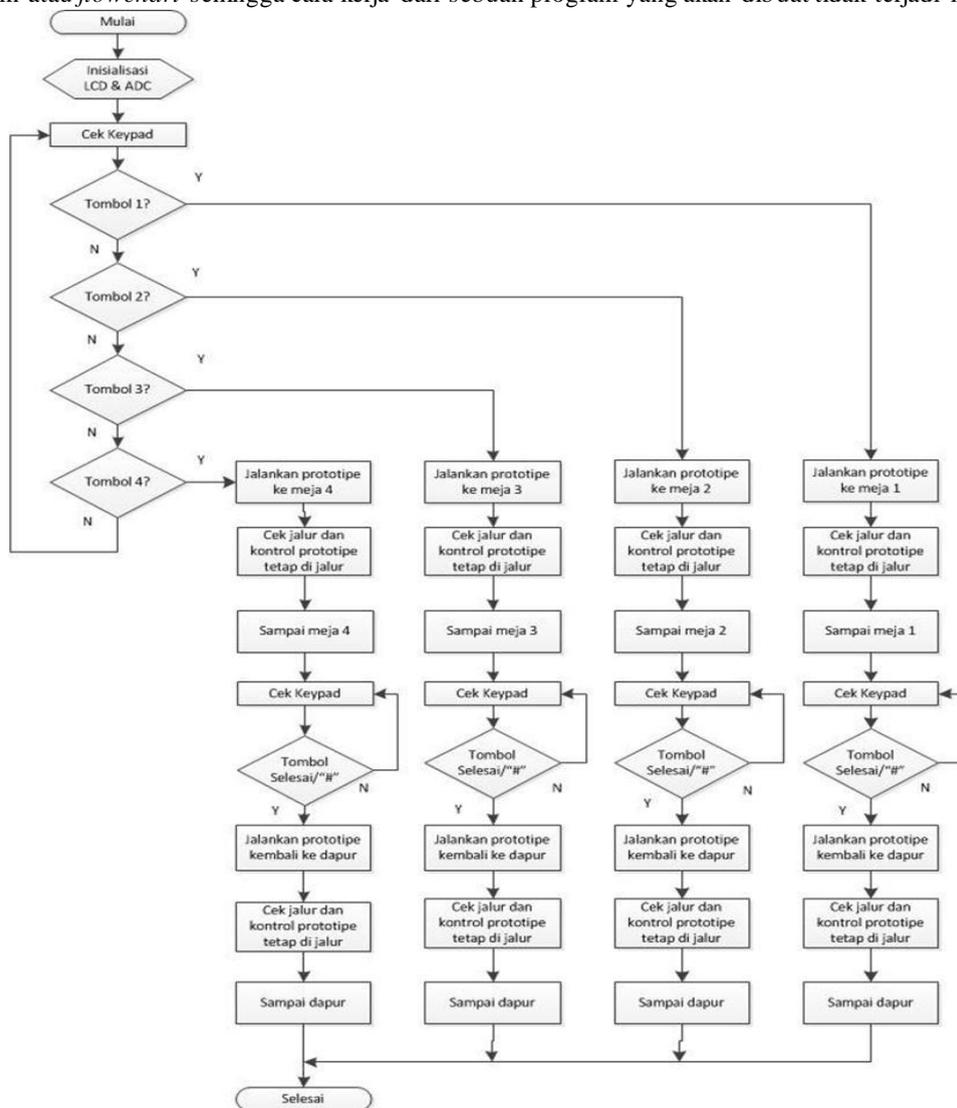


Gambar 2.11 Konfigurasi Pin IC L293D. [6]

3. Perancangan

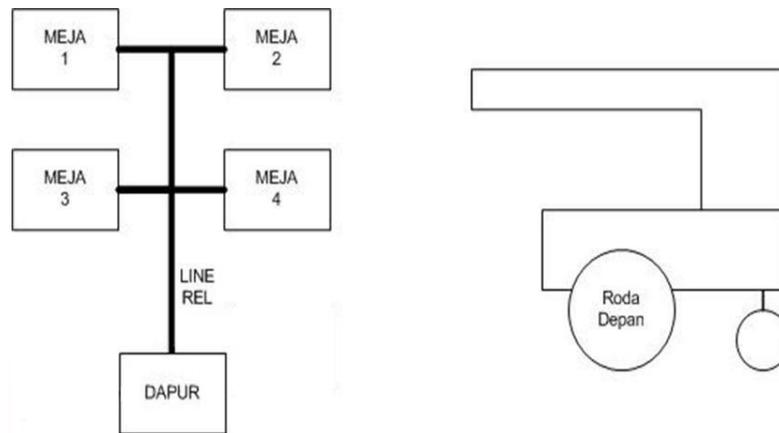
3.1 Flowchart Perancangan Alat

Secara umum perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler ATmega16 dimulai dari pembuatan alur program atau flowchart sehingga cara kerja dari sebuah program yang akan dibuat tidak terjadi kesulitan.



Gambar 3.3 Flowchart

### 3.2 Cara Kerja Sistem



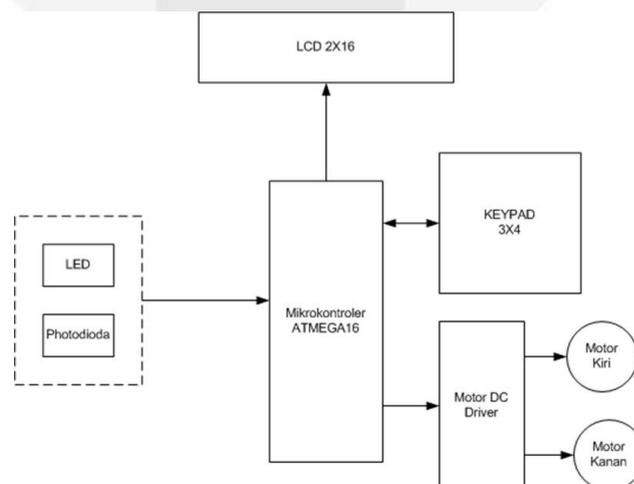
Gambar 3.1 Cara kerja sistem dan ilustrasi prototipe beroda.

*LED* dan *photodiode* digunakan untuk mendeteksi garis sebagai jalan bagi prototipe beroda untuk melakukan pengantaran. Jika makanan siap dan ingin diantarkan, maka koki di dapur akan menekan tombol pada *keypad* nomor meja yang dituju seperti nomor “1”, “2”, “3” atau “4”. Maka prototipe robot beroda akan berjalan mengikuti rel menuju meja yang dituju. Apabila prototipe robot beroda sudah sampai pada meja maka prototipe robot beroda akan diam menunggu pelanggan selesai mengambil makanan dan menekan tombol “selesai” atau “#”, kemudian prototipe robot beroda akan kembali lagi ke posisi di dapur.

### 3.3 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Blok rancangan perangkat keras prototipe beroda pengantar makanan pada Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.3. Perancangan perangkat keras meliputi mikrokontroler sebagai pengendali, unit *I/O*, dan perancangan *display*. Penjelasan dari masing-masing blok sistem pengantar makanan pada Gambar 3.3 adalah sebagai berikut:

1. Sensor *Photodiode* merupakan sensor yang akan mendeteksi pantulan cahaya yang dipancarkan *LED* pada jalur yang akan dilewati. Keluaran sensor ini kemudian dimasukkan kedalam *ADC* mikrokontroler untuk kemudian diproses apakah hasil prosesnya merupakan data jalur atau bukan.
2. *LCD (Liquid Crystal Display)* berfungsi sebagai media tampilan selama proses pengendalian berlangsung.
3. *Driver motor DC* adalah rangkaian yang digunakan untuk mengatur putaran motor *DC* yang digunakan sebagai penggerak prototipe robot beroda untuk melakukan pengantaran makanan.
4. Rangkaian *input keypad* berfungsi mengambil data tombol yang ditekan yaitu data nomor meja berapa yang akan dilakukan prototipe robot beroda untuk melakukan pengantaran makanan tersebut.
5. Mikrokontroler AVR *ATMega16* yang berfungsi sebagai pusat pengendalian pada sistem pengantar makanan ini.



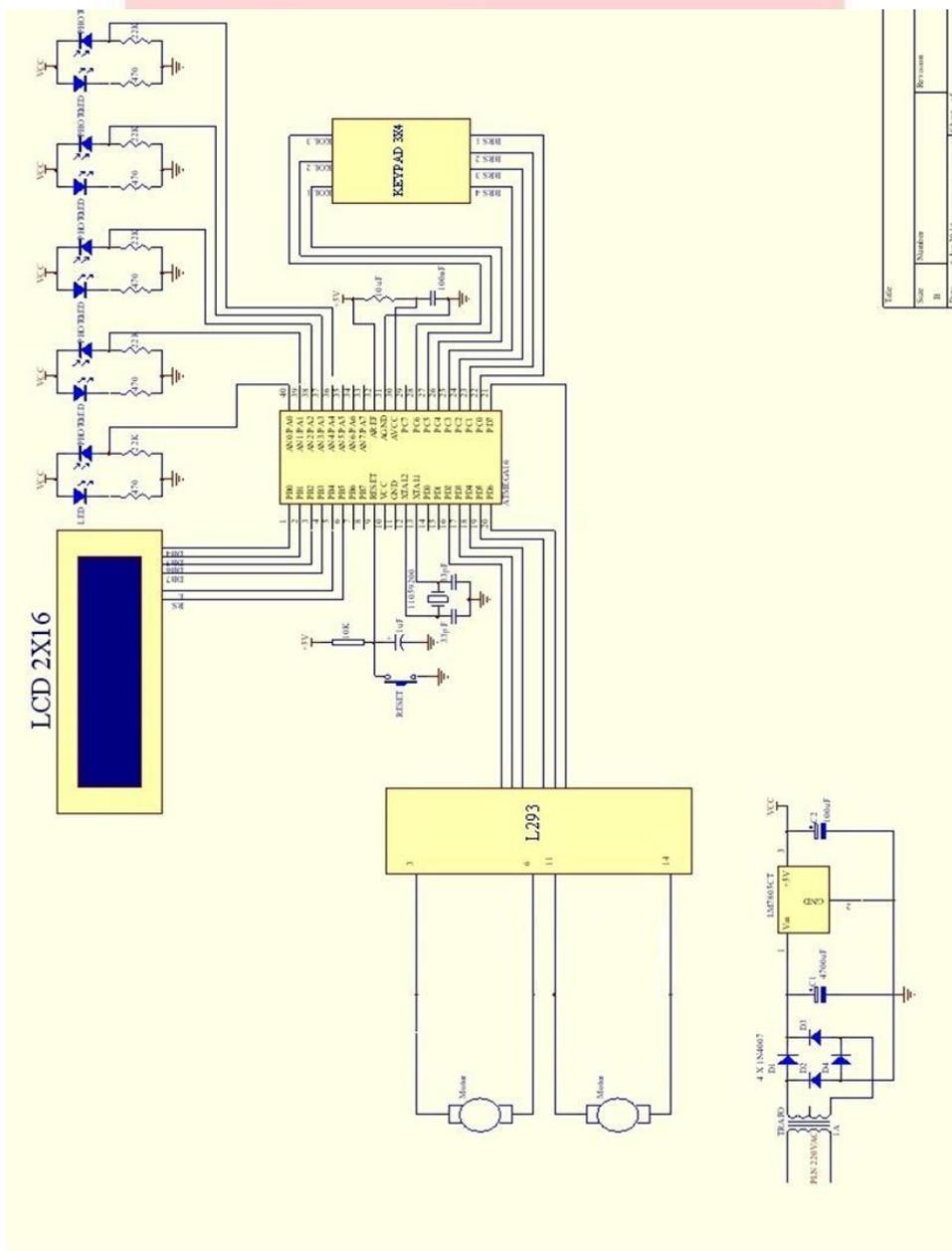
Gambar 3.3 Perancangan perangkat keras.

### 3.4 Rangkaian Sistem Minimum ATmega 16

Sistem mikrokontroler digunakan sebagai unit kendali utama yang didalamnya berisi program untuk mengendalikan proses pengaturan motor DC, termasuk tampilan LCD, input keypad dan input sensor. Secara umum, alokasi penggunaan port pada rangkaian ATmega 16 dilihat pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.4.

Tabel 3.1 Penggunaan port pada ATmega16.

PORT ATMEGA16	Fungsi
PORTA	Input sensor
PORTB	LCD
PORTD	Driver motor DC
PORTC	Keypad



Gambar 3.4 Alokasi port pada sistem minimum mikrokontroler.

#### 4. Pengukuran dan Pengujian Alat

##### 4.1 Pengukuran *Output* Catu Daya

Besar tegangan yang digunakan yaitu 5 volt dan ini digunakan sebagai sumber tegangan pada modul mikrokontroler ATmega 16, Sensor Garis, IC L293D, dan Motor DC. Pengukuran bagian regulator dilakukan pada komponen LM 7805 pada *input* dan *output*nya.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran *Output Power Supply*.

Komponen	Hasil Pengukuran	
	<i>Input</i>	<i>Output</i>
LM7805	15 Volt	5 Volt

##### 4.2 Pengukuran Sensor Garis

Pengukuran sensor dimaksudkan untuk melihat berapa besaran tegangan apabila *photodiode* mendapatkan pantulan cahaya dengan tidak mendapatkan pantulan. Hal ini diperlukan untuk menentukan garis apakah sensor menemukan garis hitam atau putih. Pada pengukuran tersebut sensor garis berada pada jarak 1 cm dengan lantai.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Sensor.

Sensor	Garis Hitam (Volt)	Putih (Volt)
1	0,57	1,15
2	1,02	2,53
3	0,80	2,30
4	1,01	2,60
5	0,67	1,91

##### 4.3 Pengujian Modul Mikrokontroler

Pengujian mikrokontroler ini hanya ingin melihat apakah rangkaian *oscillator* dan resetnya bekerja dengan baik atau tidak serta mikrokontroler dalam keadaan baik atau tidak. Untuk pengujiannya dilakukan dengan 1 buah LED yang dihubungkan dengan port A dari mikrokontroler, kemudian dibuat sebuah rutin kecil yang akan menghidup/matikan LED tersebut secara bergantian.

```
Set PortA.0 'nyalakan LED
Waitms 1000 'tunda sebentar
Reset PortA.0 'matikan kembali LED
```

##### 4.4 Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pengujian pada LCD dilakukan dengan menulis *listing* program berikut untuk kemudian dimasukkan kedalam mikrokontroler.

```
Lcd " MONITOR "
lowerline
Lcd "ROBOT MAKANAN"
```

Listing diatas ditulis pada program utama, sehingga muncul tulisan dalam tanda petik tersebut pada LCD. Pada baris pertama bertuliskan "MONITOR" dan kemudian pada baris kedua bertuliskan "ROBOT MAKANAN", sehingga LCD dapat berfungsi dengan baik.

##### 4.5 Pengujian Keypad.

Pengujian keypad dilakukan dengan menekan setiap tombol yang ada pada keypad dan menampilkan data yang dihasilkannya ke LCD. Setiap tombol pada keypad menghasilkan kode yang berbeda-beda sehingga dapat disimpulkan bahwa keypad dapat berfungsi dengan baik. Pengujian modul ini dilakukan dengan memberikan logika *High* pada kolom 1, kolom 2 dan kolom 3 secara bergantian. Kemudian *output* dapat dilihat pada jalur baris 1, baris 2, baris 3 dan baris 4.

Tabel 4.3 Pengujian Modul *Keypad*.

Kol 1	Kol 2	Kol 3	Baris 1	Baris 2	Baris 3	Baris 4	Tombol
1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	4
1	0	0	0	0	1	0	7
1	0	0	0	0	0	1	#
0	1	0	1	0	0	0	2
0	1	0	0	1	0	0	5
0	1	0	0	0	1	0	8
0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	3
0	0	1	0	1	0	0	6
0	0	1	0	0	1	0	9
0	0	1	0	0	0	1	*

Jika dilihat hasil dari pengujian di atas, maka modul *keypad* tersebut sudah bekerja sempurna sesuai dengan yang diharapkan.

#### 4.6 Pengujian Sensor Garis

Pengujian sensor dimaksudkan menguji apakah sensor sudah bekerja seperti yang diharapkan atau tidak. Pengujian dilakukan langsung terhadap garis hitam.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor.

Sensor	Garis Hitam	Putih
1	Aktif	Tidak Aktif
2	Aktif	Tidak Aktif
3	Aktif	Tidak Aktif
4	Aktif	Tidak Aktif
5	Aktif	Tidak Aktif

#### 4.7 Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah semuanya dilakukan pengujian baik hardware dan softwrenya, maka sekarang keseluruhan sistem tersebut akan dijalankan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Letakkan prototipe robot beroda pada posisi garis dapur.
2. Hidupkan *power supply*.
3. Masukkan nomor meja yang dituju, maka prototipe robot beroda akan bergerak menuju meja yang dituju.
4. Apabila prototipe beroda sudah sampai dan untuk menyuruh prototipe robot beroda kembali ke dapur, tekan tombol "#", maka prototipe robot akan kembali ke posisi dapur.

Tabel 4.5 Pengujian Prototipe Robot Pengantar Makanan Tanpa Beban.

Uji Coba	Berhasil(o) / Gagal(x)				Waktu Sampai Meja (menit:detik)				Waktu Kembali ke Dapur (menit:detik)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	O	O	O	O	0:41	0:47	1:08	0:59	1:42	1:40	1:51	1:58
2	O	X	O	X	0:47	0:39	1:06	1:22	1:42	1:43	1:53	1:59
3	X	O	X	O	0:54	0:48	1:14	1:10	1:43	1:43	2:05	2:14
4	O	O	O	X	0:49	0:49	1:16	1:08	1:41	1:41	2:03	2:01
5	O	O	O	O	0:51	0:49	1:08	1:08	1:38	1:51	2:02	2:01
6	O	X	O	X	0:47	0:40	1:02	1:06	1:41	1:42	1:59	2:20
7	X	O	O	O	0:48	0:49	1:06	1:06	1:42	1:39	1:59	1:59
8	O	X	X	X	0:50	0:50	1:05	1:05	1:40	1:42	2:13	1:58
9	O	O	O	O	0:49	0:50	1:08	1:06	1:38	1:39	1:55	1:53

10	X	O	O	O	0:59	0:47	1:05	1:04	1:44	1:38	1:56	2:03
----	---	---	---	---	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabel 4.6 Pengujian Prototipe Robot Pengantar Makanan dengan Beban 1kg.

Uji Coba	Berhasil(o) / Gagal(x)				Waktu Sampai Meja (menit:detik)				Waktu Kembali ke Dapur (menit:detik)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	O	O	X	O	0:50	0:49	1:18	1:12	1:45	1:36	2:10	2:05
2	X	O	X	X	0:50	0:48	1:10	1:06	1:51	1:40	1:55	2:10
3	O	O	O	O	0:50	0:48	1:18	1:08	1:44	1:41	2:06	2:05
4	O	X	O	O	0:54	0:47	1:03	1:08	1:51	1:48	2:07	2:19
5	X	O	X	O	0:52	0:50	1:06	1:12	1:41	1:40	2:08	2:19
6	O	O	O	O	0:52	0:50	1:10	1:08	1:45	1:43	2:04	2:20
7	O	O	O	X	0:54	0:51	1:14	1:05	1:46	1:41	2:25	2:15
8	X	O	O	O	0:50	0:46	1:08	1:15	1:46	1:47	2:04	2:00
9	O	O	X	O	0:51	0:51	1:09	1:11	1:45	1:40	2:07	2:07
10	O	O	O	O	0:53	0:51	1:10	1:05	1:44	1:46	2:14	2:01

Pada tabel 4.5 dan 4.6 di atas menunjukkan bahwa terdapat 10 pengujian pada prototipe robot beroda pengantar makanan. Pengujian tersebut dikatakan berhasil (O) jika prototipe robot pengantar makanan tidak keluar jalur sedangkan gagal (X) jika prototipe robot beroda pengantar makanan keluar jalur pengantaran.

Waktu prototipe robot beroda untuk sampai ke meja pelanggan dan waktunya untuk kembali ke dapur dinyatakan dalam menit:detik. Dari 10 pengujian tersebut ada yang berhasil dan ada yang gagal. Kegagalan tersebut dikarenakan terkadang prototipe robot beroda tidak sesuai pada posisi yang diharapkan ketika berputar balik dan terjadi kesalahan pada deteksi jalur sensor *photodiode*. Solusi dari kegagalan tersebut yaitu prototipe robot beroda lebih diperbaiki program untuk tetap lurus stabil dalam jalur. Solusi lainnya untuk kegagalan karena kesalahan deteksi jalur yaitu dengan program untuk kalibrasi penempatan sensornya agar sensornya lebih akurat mendeteksi jalur.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Tujuan utama dari penulisan tugas akhir yaitu untuk memperoleh implementasi sistem prototipe robot pengantar makanan. Dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis mendapatkan beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Dari hasil pengujian jika dibandingkan antara pengujian tanpa beban dan pengujian dengan beban 1kg maka prototipe robot beroda lebih lambat sedikit waktu sampainya apabila ditambah beban.
2. Penggunaan line sebagai base dari alur perjalanan prototipe robot beroda dapat membantu pergerakan prototipe robot beroda.
3. Penggunaan keypad sebagai *input* data nomor meja serta *LCD* sebagai *display* informasi cukup membuat aplikasi ini semakin interaktif.

### 5.2 Saran

Berikut adalah saran-saran penulis untuk siapa saja yang ingin merevisi dan mengembangkan sistem ini:

1. Sebaiknya menggunakan motor *DC gear* yang memiliki putaran lebih cepat agar pelayanan bisa dilakukan lebih cepat lagi.
2. Sistem ini bisa dikembangkan lagi dengan menambahkan sensor yang lebih akurat agar pergerakan prototipe robot beroda lebih baik lagi.
3. Penempatan posisi sensor pada prototipe robot beroda dapat diletakkan pada posisi yang lebih baik agar segala kemungkinan pergerakan prototipenya bisa diantisipasi.

**Daftar Pustaka:**

- [1] Budiharto Widodo, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega16*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2008.
- [2] Heryanto, M. Ary dan Wisnu Adi P, *Pemrograman Bahasa C Untuk Mikrokontroler AT MEGA 8535*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.
- [3] Wardhana L, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- [4] Afrie Setiawan, *20 Aplikasi Mikrokontroler ATmega8535 dan ATmega16 Menggunakan Bascom AVR*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2010.
- [5] ATMEL, *8-bit AVR Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash*, Atmega16 Data Sheet.
- [6] Texas Instrument, *L293x Quadruple Half-H Drivers*, Driver L293D Data Sheet.
- [7] *Liquid Crystal Display Module M1632 : User Manual*, Seiko Instrument Inc., Japan, 1987.
- [8] <http://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-e-mitting-diode-cara-kerja>.
- [9] <http://rahman-arif-rahman.blogs.pot.co.id/2010/09/definisi-photo-dioda-dan-led.html>.
- [10] <http://embedtronix.blogs.pot.co.id/2010/11/interfacing-matrix-keypad-dengan.html>.
- [11] <http://www.electronicshobby.com/AVR-Microcontrollers/ATmega-16-id-540995.html>.
- [12] <http://diwo.bq.com/en/programming-an-led-using-bitbloq-i>.
- [13] [lib.unnes.ac.id](http://lib.unnes.ac.id).
- [14] [http://www.mind.ils.tu.edu/curriculum/medical\\_robotics/motors.php](http://www.mind.ils.tu.edu/curriculum/medical_robotics/motors.php).