

## **REALIZATION OF LINE FOLLOWER ROBOT WITH SIMULATION CAPACITOR CHARGING WITH SOLAR CELLS**

Author :

**Name : Willy Harnawan**

**NRP : 0422046**

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Maranatha  
Christian University,

Jln. Prof. Drg. Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung 40164, Indonesia,  
email: willyharnawan@gmail.com

### **ABSTRACT**

Limitation on the robot in general is a source of energy which will run out when continuous use. Source of energy or the so-called battery needs to be replaced when the battery runs out of energy. This causes frequent battery replacement and energy waste and costs.

In this Final Project has been designed and realized a robot that can fill the capacitor voltage automatically controlled by using micro controller ATMEGA 16. Also used three Hamamatsu optical sensors as the line follower sensors, LDR as the light sensor, and compass sensors.

Algorithm used in robot will perform the task line follower until the battery voltage condition is reduced, then the robot will look for LDR light sensor and perform the capacitor charging process. Furthermore, the compass sensor will instruct the robot to find the original line and continue his duties as a line follower robot.

From the results of tests conducted, the robot can perform automatically charging well at a distance of light source to the line ranges between 0 - 40 cm with a 100% chance of success. The farther the distance from the line light source the smaller the chances of success up to 150 cm distance, where the robot can not get back on track.

**Keywords:** Line Follower, Charging, ATMEGA 16, Solar Cells, Compass Sensor, LDR.

# REALIZATION OF LINE FOLLOWER ROBOT WITH SIMULATION OF CAPACITOR CHARGING USING SOLAR CELLS

Author :

**Name : Willy Harnawan**

**NRP : 0422046**

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Maranatha  
Christian University,

Jln. Prof. Drg. Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung 40164, Indonesia,  
email: willyharnawan@gmail.com

## ABSTRACT

Limitation on the robot in general is a source of energy which will run out when continuous use. Source of energy or the so-called battery needs to be replaced when the battery runs out of energy. This causes frequent battery replacement and energy waste and costs.

In this Final Project has been designed and realized a robot that can charge the capacitor automatically controlled by micro controller ATMEGA 16. Also used three Hamamatsu optical sensors as the line follower sensors, LDR as the light sensor, and compass sensors.

Algorithm used in robot will perform the task line follower until the battery voltage condition is reduced, then the robot will search the light with LDR sensors and perform the capacitor charging process. Furthermore, data from compass sensors will be read by micro controller for instruct the robot to find the original line and continue his duties as a line follower robot.

From the results of tests conducted, the robot can perform automatically charging well at a distance of light source to the line ranges between 0 - 40 cm with a 100% chance of success, range between 50-70 cm has 80% chance of success, 80-90 cm has 60% chance of success, range between 100-130 cm has 40% chance of success, between 140 cm has 20% chance of success, and above 150cm has 0% chance of success. Cause of failure is wrong correction compass sensors when turn around  $180^{\circ}$  so the farther the distance of light source from line cause the smaller chances of success.

**Keywords:** Line Follower, Charging, ATMEGA 16, Solar Cells, Compass Sensors, LDR.

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Identifikasi Masalah .....	1
I.3 Tujuan .....	1
I.4 Pembatasan Masalah .....	2
I.5 Spesifikasi Alat .....	2
I.6 Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
II.1 Definisi Robot .....	4
II.1.1 Keuntungan Penggunaan Robot .....	5
II.1.2 Klasifikasi Robot Berdasarkan Tingkat Kemampuan Melakukan Tugas .....	6
II.1.3 Klasifikasi Robot Berdasarkan Mobilitas .....	6
II.1.4 Sistem Gerak <i>Mobile</i> Robot Beroda .....	7
II.1.4.1 <i>Differential Drive</i> .....	7
II.1.4.2 <i>Tricycle Drive</i> .....	8
II.1.4.3 <i>Synchronous Drive</i> .....	9
II.1.4.4 <i>Holonomic Drive</i> .....	9
II.1.5 Sistem Kontrol Robot .....	10

II.2 Motor DC .....	12
II.3 Pengontrol Mikro .....	14
II.3.1 Pengenalan ATMEL AVR RISC .....	14
II.3.2 Pengontrol Mikro ATmega16 .....	15
II.3.3 Fitur ATmega16 .....	16
II.3.4 Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega16 .....	17
II.3.5 Blok Diagram Arsitektur ATmega16 .....	19
II.3.6 <i>General Purpose Register</i> ATmega16 .....	20
II.3.7 Peta Memori ATmega16 .....	21
II.3.8 Port I/O Mikrokontroler ATmega16 .....	23
II.3.9 <i>Pulse Width Modulation</i> (PWM) .....	24
II.3.10 I2C ( <i>Inter-Integrated Circuit</i> ) .....	26
II.4 <i>H-Bridge Motor Driver</i> L293D .....	30
II.5 <i>Photoreflector</i> Hamamatsu P5587 .....	32
II.5.1 Konfigurasi Pin Hamamatsu P5587 .....	32
II.5.2 Cara Kerja Hamamatsu P5587 .....	33
II.6 Digital Compass CMPS03 .....	34
II.6.1 PWM Interface .....	35
II.6.2 <i>Interface</i> .....	35
II.7 Sel Surya .....	37
II.8 LDR ( <i>Light Dependent Resistor</i> ).. .....	43

### **BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI**

III.1 Perancangan Sistem Robot <i>Line Follower</i> yang Dapat Mengisi Tegangan pada Kapasitor secara Otomatis .....	45
III.1.1 Diagram Blok Sistem Manuver Robot dalam Mengikuti Garis .....	45
III.1.2 Diagram Blok Sistem Manuver Robot dalam Mencari Cahaya.....	46
III.1.3 Diagram Blok Sistem Manuver Robot dalam Mencari Garis.....	46
III.2 Perancangan dan Realisasi Robot <i>Line Follower</i> yang Dapat Mengisi Tegangan pada Kapasitor Secara Otomatis .....	47

III.3	Perancangan dan Realisasi Rangkaian Sensor dan Pengontrol.....	49
III.3.1	Sensor.....	49
III.3.1.1	Sensor Hamamatsu P5587.....	50
III.3.1.2	Sensor Kompas .....	51
III.3.1.3	Sensor Cahaya (LDR).....	51
III.3.2	Pengontrol.....	53
III.3.2.1	Skematik Motor <i>Driver</i> Pengontrol Motor DC Robot.....	53
III.3.2.2	Skematik Pengontrol Berbasis Pengontrol Mikro ATmega16...	55
III.4	Algoritma Pemograman Robot <i>Line Follower</i> yang dapat Mengisi Ulang Tegangan Pada Kapasitor Secara Otomatis .....	58
 <b>BAB IV ANALISA DAN DATA PENGAMATAN</b>		
IV.1	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam .....	63
IV.1.1	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter .....	63
IV.1.2	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berbentuk Huruf S.....	64
IV.1.3	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berbentuk Lingkaran .....	65
IV.2.	Pengujian Sensor Cahaya (LDR) .....	67
IV.3	Pengujian Sel Surya .....	69
IV.4	Pengujian Sensor Kompas .....	73
IV.5	Simulasi Pengujian Proses Pengisian Tegangan Pada Kapasitor secara Otomatis.....	75
IV.5.1	Pengisian Tegangan pada Kapasitor secara Otomatis dengan <i>Track</i> Berbentuk Persegi Panjang .....	76
IV.5.2	Pengisian Tegangan pada Kapasitor secara Otomatis dengan <i>Track</i> Berbentuk Lingkaran.....	79
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
V.1	Kesimpulan .....	82
V.2	Saran .....	83
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		 84

**LAMPIRAN A** FOTO ROBOT *LINE FOLLOWER* DAN *HARDWARE*

**LAMPIRAN B** *LISTING PROGRAM* ATmega16

**LAMPIRAN C** *FLOWCHART*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port B .....	18
Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port C .....	18
Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port D .....	19
Tabel 2.4 Register CMPS03 .....	36
Tabel 3.1 Tabel Kebenaran Sensor Hamamatsu P5587 .....	50
Tabel 3.2 Koneksi Pin L293D dengan Mikrokontroler ATmega16 .....	54
Tabel 3.3(a)Tabel Kebenaran Untuk Motor DC Kiri.....	55
Tabel 3.3(b) Tabel Kebenaran Untuk Motor DC Kanan .....	55
Tabel 4.1 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter.....	63
Tabel 4.2 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berbentuk Huruf S .....	62
Tabel 4.3 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berbentuk Lingkaran .....	66
Tabel 4.4 Pengujian <i>Light Seeker</i> Menggunakan Sumber Lampu 15W dengan Intensitas Cahaya Sumber Sama dengan Intensitas Cahaya Ruangan.....	67
Tabel 4.5 Pengujian <i>Light Seeker</i> Menggunakan Sumber Lampu 100W dengan Intensitas Cahaya Sumber Sama dengan Intensitas Cahaya Ruangan.....	68
Tabel 4.6 Kemampuan Sel Surya dalam Pengisian Tegangan Menggunakan Sumber Lampu 15W dengan Jarak yang Bervariasi .....	70
Tabel 4.7 Kemampuan Sel Surya dalam Pengisian Tegangan Menggunakan Sumber Lampu 25W dengan Jarak yang Bervariasi .....	71
Tabel 4.8 Kemampuan Sel Surya dalam Pengisian Tegangan Menggunakan Sumber Lampu 40W dengan Jarak yang Bervariasi .....	72
Tabel 4.9 Kemampuan Sel Surya dalam Pengisian Tegangan	

Menggunakan Sumber Lampu 60W dengan Jarak yang Bervariasi .....	72
Tabel 4.10 Kemampuan Sel Surya dalam Pengisian Tegangan Menggunakan Sumber Lampu 100W dengan Jarak yang Bervariasi .....	73
Tabel 4.11 Tabel Pengukuran Sudut Arah Mata Angin dengan Menggunakan Sensor CMPS03.....	74
Tabel 4.12 Proses Pengisian Tegangan Pada Kapasitor secara Otomatis dengan Bentuk Garis Berupa Persegi Panjang .....	77
Tabel 4.13 Proses Pengisian Tegangan pada Kapasitor secara Otomatis dengan Bentuk Garis Berupa Lingkaran .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Mobile Robot</i> .....	7
Gambar 2.2 Sistem Gerak <i>Differential Drive</i> .....	8
Gambar 2.3 Sistem Gerak <i>Tricycle Drive</i> .....	8
Gambar 2.4 Sistem Gerak <i>Synchronous Drive</i> .....	9
Gambar 2.5 Penggunaan Roda <i>Omni-Directional</i> .....	10
Gambar 2.6 Sistem Gerak <i>Holonomic Drive</i> .....	10
Gambar 2.7 Kontrol Robot Loop Terbuka .....	11
Gambar 2.8 Kontrol Robot Loop Tertutup .....	11
Gambar 2.9 Cara Kerja Motor DC .....	13
Gambar 2.10 Konfigurasi Pin ATmega16 .....	17
Gambar 2.11 Diagram Blok Arsitektur ATmega16 .....	20
Gambar 2.12 <i>General Purpose Register</i> ATmega16 .....	21
Gambar 2.13 Peta Memori Program ATmega16 .....	22
Gambar 2.14 Peta Memori Data ATmega16 .....	22
Gambar 2.15 Konfigurasi Masukan – Keluaran .....	23
Gambar 2.16 <i>Clear Timer On Compare Match</i> .....	24
Gambar 2.17 <i>Phase and Frequency Correct PWM</i> .....	25
Gambar 2.18 Pemasangan Resistor <i>Pull-Up</i> pada <i>I2C Bus</i> .....	27
Gambar 2.19 Perangkat pada Jalur <i>I2C Bus</i> .....	27
Gambar 2.20 <i>Start-Stop Sequence</i> pada Transmisi <i>I2C</i> .....	28
Gambar 2.21 Kondisi Jalur SDA dan Jalur SCL pada Pengiriman Data..	29
Gambar 2.22 Pengiriman Alamat <i>Slave</i> pada Sebuah <i>Sequence</i> Protokol <i>I2C</i> .....	29
Gambar 2.23 Rangkaian <i>H-Bridge</i> .....	30
Gambar 2.24 Rangkaian <i>H-Bridge</i> Dengan Kondisi Motor Berputar Searah Jarum Jam .....	31
Gambar 2.25 Rangkaian <i>H-Bridge</i> Dengan Kondisi Motor Berputar Berlawanan Arah Jarum Jam... ..	31

Gambar 2.26 Rangkaian Dasar Sensor <i>Photoreflector</i> Hamamatsu P5587.....	32
Gambar 2.27 Cara Kerja Sensor Hamamatsu P5587 .....	33
Gambar 2.28 CMPS03 <i>Digital Compass</i> .....	34
Gambar 2.29 I2C Communication Protocol .....	35
Gambar 2.30 Layer-N. ....	38
Gambar 2.31 Layer P .....	41
Gambar 2.32 Proses Terbentuk-nya Aliran Listrik .....	41
Gambar 2.33 Bentuk Fisik LDR .....	42
Gambar 2.34 Rangkaian Pembagi Tegangan LDR .....	44
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Manuver Robot dalam Mengikuti Garis .....	45
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Manuver Robot dalam Mencari Cahaya.	46
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Manuver Robot dalam Mencari Garis...	47
Gambar 3.4 Dimensi Robot <i>Line Follower</i> yang Dapat Mengisi Tegangan Pada Kapasitor Secara Otomatis .....	48
Gambar 3.5 Posisi Penempatan Sensor-sensor pada Robot <i>Line Follower</i> yang Dapat Mengisi Tegangan Pada Kapasitor Secara Otomatis .....	49
Gambar 3.6 Alokasi Pin CMPS03 .....	51
Gambar 3.7 Rangkaian Pembagi tegangan LDR .....	52
Gambar 3.8 Skematik driver motor L293D .....	54
Gambar 3.9 Skematik Pengontrol Berbasis Pengontrol Mikro ATmega16 .....	57
Gambar 3.10 Diagram Alir Algoritma Pemrograman Pada ATmega16.....	59
Gambar 3.11 Diagram Alir Algoritma <i>Line Seeker</i> .....	60
Gambar 3.12 Diagram Alir Algoritma Pemrograman <i>Light Seeker</i> .....	61
Gambar 3.13 Diagram Alir Algoritma Pemrograman <i>Line Follower</i> .....	62

Gambar 4.1 Pola Gerak Pada Jalur Lurus Hitam Berjarak 1 Meter .....	62
Gambar 4.2 Pola Gerak Pada Jalur Lurus Hitam Berbentuk Huruf S .....	63
Gambar 4.3 Pola Gerak Pada Jalur Lurus Hitam Berbentuk Lingkaran ....	64
Gambar 4.4 Track yang berbentuk persegi panjang.....	74
Gambar 4.5 Line Follower .....	76
Gambar 4.6 Light Seeker .....	76
Gambar 4.7 Charging .....	76
Gambar 4.8 Line Seeker....	77
Gambar 4.9 Track yang berbentuk lingkaran.....	78

