

REALISASI ROBOT LINE FOLLOWER UNTUK GALELOBOT 2009

Disusun oleh :

Nama : Albert Adryanto

NRP : 0522056

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,
Jln. Prof. Drg. Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung 40164, Indonesia,

email : einstein.mechatronics@yahoo.ca

albert_einstein_5587@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kemajuan teknologi telah meningkatkan kualitas hidup manusia. Salah satu hasilnya adalah robot. Keberadaan robot telah banyak membantu manusia untuk meringankan pekerjaan. Salah satu bentuk robot yang paling populer adalah robot beroda.

Tugas Akhir ini merealisasikan sebuah robot pengikut jalur hitam untuk mengikuti Kompetisi GALELOBOT 2009. Robot pengikut jalur hitam ini merupakan robot yang bergerak otonom yang mempunyai misi mengikuti suatu garis pandu yang telah ditentukan. Dalam perancangan dan implementasinya, masalah-masalah yang harus dipecahkan adalah sistem penglihatan robot, arsitektur perangkat keras yang menyangkut perangkat elektronik maupun mekanik, dan organisasi perangkat lunak untuk basis pengetahuan dan pengendalian. Tujuan Tugas Akhir ini adalah merancang dan merealisasikan suatu robot yang mampu mengikuti jalur hitam pada Kompetisi GALELOBOT 2009 dengan menggunakan mikrokontroler ATmega16 dan sensor optik Hamamatsu P5587. Sistem mekanik robot mengadopsi sistem manuver pada mobil tank.

Hasilnya memperlihatkan bahwa robot mampu mengikuti jalur hitam pada lapangan Kompetisi GALELOBOT 2009 yang sudah dimodifikasi dari posisi *START* sampai posisi *FINISH* dengan persentase keberhasilan sebesar 80% dan rata-rata kelajuan sebesar 5.24 cm/s.

Kata Kunci : Pengikut Jalur Hitam, mikrokontroler ATmega16, sensor optik Hamamatsu P5587, Kompetisi GALELOBOT 2009.

**REALIZATION OF THE LINE FOLLOWER ROBOT FOR GALELOBOT
2009**

Composed by :

Name : Albert Adryanto

NRP : 0522056

Electrical Engineering Faculty, Maranatha Christian University,
Jln. Prof. Drg. Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung 40164, Indonesia,

email : einstein.mechatronics@yahoo.ca

albert_einstein_5587@yahoo.co.id

ABSTRACT

The development of technology has increased human life quality. One of the result is a robot. The existance of robot has helped human to do their work and make it easier to do. One of the most popular form of robot is wheel robot.

In this Final Project is to realizing a black line follower robot for GALELOBOT Competition 2009. Black line follower robot is one of autonomous mobile robot that has mission following outonoumosly the guided line. In its design and implementation, problems that should be solve are system robot vision, architecture of hardware including electronics and mechanics, and organization of software for knowledge base and control. The goal of this Final Project is to design and realize a black line follower robot for GALELOBOT Competition 2009 by using ATmega16 microcontroller and Hamamatsu P5587 optic sensor. The mechanical system of the robot adopts maneuverability system of mobile tank.

The result shows that robot can follow the black line in GALELOBOT Competition 2009 field that has been modified with percentage of success 80% with average velocity 5.24 cm/s.

Keywords : Black Line Follower, ATmega16 microcontroller, Hamamatsu P5587
optic sensor, GALELOBOT Competition 2009.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	2
I.3 Tujuan	2
I.4 Pembatasan Masalah	2
I.5 Metodologi Penelitian	3
I.6 Spesifikasi Alat	3
I.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1 Teori Robotika	5
II.1.1 Sejarah dan Perkembangan Robot	5
II.1.2 <i>Mobile Robot</i>	8
II.1.3 Mekanika	8
II.1.4 Komponen Dasar Untuk Merancang Dan Merealisasikan Robot	9
II.1.5 Derajat Kebebasan (<i>Degree of Freedom</i>)	10
II.1.6 Klasifikasi Robot Berdasarkan Konstruksi Robot	11
II.1.7 Jenis Robot Beroda (<i>Wheel Robot</i>) Berdasarkan Sistem Gerak	14
II.1.8 Keuntungan Penggunaan Robot	17

II.1.9	Klasifikasi Robot Berdasarkan Tingkat Kemampuan Melakukan Tugas	18
II.1.10	Klasifikasi Robot Berdasarkan Mobilitas	19
II.1.11	Klasifikasi Robot Berdasarkan Metode Kontrol	20
II.1.12	Sistem Kontrol Robot	21
II.2	GALELOBOT 2009	22
II.2.1	Lapangan Kompetisi GALELOBOT 2009	23
II.3	Mikrokontroler	29
II.3.1	Pengenalan ATMEL AVR RISC	29
II.3.2	Mikrokontroler ATmega16	30
II.3.3	Fitur ATmega16	30
II.3.4	Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega16.....	31
II.3.5	Diagram Blok Arsitektur ATmega16	34
II.3.6	<i>General Purpose Register</i> ATmega16	36
II.3.7	Peta Memori ATmega16	36
II.3.8	Port I/O Mikrokontroler ATmega16	38
II.3.9	<i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	39
II.4	<i>H-Bridge Motor Driver</i> L298N	41
II.5	<i>Photoreflector</i> Hamamatsu P5587	43
II.5.1	Fitur Hamamatsu P5587	44
II.5.2	Konfigurasi Pin Hamamatsu P5587	44
II.5.3	Cara Kerja Hamamatsu P5587	45
II.6	<i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	46
II.7	Motor DC	48
II.7.1	Konstruksi Motor DC	49
II.7.1.1	Stator Motor DC	49
II.7.1.2	Rotor atau Jangkar (<i>Armature</i>) Motor DC	49
II.7.1.3	Komutator (<i>Commutator</i>)	50
II.7.1.4	Sikat (<i>Brush</i>)	51
II.7.1.5	Cincin Belah (<i>Slip Rings</i>)	51
II.7.2	Prinsip Kerja Motor DC	53

II.7.3 Karakteristik Motor DC	55
 BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	
III.1 Perancangan Sistem Robot <i>Line Follower</i>	57
III.2 Perancangan dan Realisasi Robot <i>Line Follower</i>	58
III.2.1 Struktur Dasar	59
III.2.2 <i>Full Structure</i>	62
III.3 Perancangan dan Realisasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	65
III.3.1 Realisasi <i>Hardware</i> ATmega16	65
III.3.1.1 Rangkaian <i>Clock Generator</i>	65
III.3.1.2 Rangkaian <i>Reset</i>	66
III.3.1.3 Rangkaian <i>Interface</i> ke I/O	66
III.3.2 Realisasi Rangkaian <i>Motor Driver</i> L298N	68
III.3.3 Realisasi Rangkaian Sensor Hamamatsu P5587	71
III.3.4 Realisasi Rangkaian <i>Regulator Power Supply</i>	73
III.4 Diagram Alir Robot <i>Line Follower</i>	74
 BAB IV ANALISA DAN DATA PENGAMATAN	
IV.1 Pengujian Sensor Hamamatsu P5587	76
IV.2 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam	78
IV.2.1 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berjarak 1 Meter	
Tanpa Diberi Gangguan	78
IV.2.2 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berjarak 1 Meter	
Dengan Lebar Jalur 5 mm	80
IV.2.3 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berjarak 1 Meter	
Dengan Lebar Jalur 55 mm	80
IV.2.4 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus Berjarak 1 Meter	81
IV.2.4.1 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus –	
Jarak Celah 5 cm	82
IV.2.4.2 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus –	
Jarak Celah 10 cm	83

IV.2.4.3	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 15 cm	84
IV.2.4.4	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 20 cm	85
IV.2.4.5	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 25 cm	86
IV.2.5	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berjarak 1 Meter Dengan Diberi Gangguan Berupa Dorongan Berulang	87
IV.2.6	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berjarak 1 Meter Dengan Posisi Awal Membentuk Sudut Tertentu	88
IV.2.7	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berliku Melingkar	90
IV.2.8	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berliku Patah	91
IV.2.8.1	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Bersudut Lancip - 65°	91
IV.2.8.2	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Bersudut Siku - 90°	92
IV.2.8.3	Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Bersudut Tumpul - 135°	93
IV.3	Pengujian Robot Pada Lapangan Kompetisi GALELOBOT 2009	94
IV.3.1	Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>START</i> Sampai Posisi <i>Check Point 1</i>	95
IV.3.2	Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>Check Point 1</i> Sampai Posisi <i>Check Point 2</i>	97
IV.3.3	Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>Check Point 2</i> Sampai Posisi <i>Check Point 3</i>	99
IV.3.4	Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>Check Point 3</i> Sampai Posisi <i>Finish</i>	101
IV.3.5	Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Pada <i>MOUNTAIN</i> (Tanjakan – Turunan)	103

IV.3.6 Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>START</i> Sampai Posisi <i>FINISH</i>	105
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	107
V.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN A FOTO ROBOT <i>LINE FOLLOWER</i> DAN <i>HARDWARE</i>	
LAMPIRAN B <i>LISTING PROGRAM</i> ATmega16	
LAMPIRAN C DATASHEET	
LAMPIRAN D FLOWCHART	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port B	33
Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port C	33
Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port D	34
Tabel 2.4 Konfigurasi Pin Out LCD	47
Tabel 3.1 Koneksi Pin L298N Dengan Mikrokontroler ATmega16	69
Tabel 3.2 (a) Tabel Kebenaran Untuk Motor DC Kiri	70
Tabel 3.2 (b) Tabel Kebenaran Untuk Motor DC Kanan	70
Tabel 3.3 Konfigurasi Pin L298N	71
Tabel 3.4 Tabel Kebenaran Sensor Hamamatsu P5587	72
Tabel 4.1 Tegangan Keluaran (V_o) dari Sensor Hamamatsu P5587 Pada Bidang Warna Mengkilap	77
Tabel 4.2 Tegangan Keluaran (V_o) dari Sensor Hamamatsu P5587 Pada Bidang Warna Pekat	77
Tabel 4.3 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter Tanpa Diberi Gangguan	79
Tabel 4.4 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter Dengan Lebar Jalur 5 mm	80
Tabel 4.5 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter Dengan Lebar Jalur 55 mm	81
Tabel 4.6 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 5 cm	82
Tabel 4.7 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 10 cm	83
Tabel 4.8 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 15 cm	84
Tabel 4.9 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 20 cm	85

Tabel 4.10 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 25 cm	86
Tabel 4.11 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter Dengan Diberi Gangguan Berupa Dorongan Berulang	87
Tabel 4.12 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter Dengan Posisi Awal Membentuk Sudut Tertentu	89
Tabel 4.13 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Berliku Melingkar	90
Tabel 4.14 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Bersudut Lancip – 65°	92
Tabel 4.15 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Bersudut Siku – 90°	93
Tabel 4.16 Pengujian Robot Pada Jalur Hitam Bersudut Tumpul – 135°	94
Tabel 4.17 Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>START</i> Sampai Posisi <i>Check Point 1</i>	95
Tabel 4.18 Pengujian Robot Pada Lintasan <i>START</i> – <i>Check Point 1</i>	96
Tabel 4.19 Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>Check Point 1</i> Sampai Posisi <i>Check Point 2</i>	97
Tabel 4.20 Pengujian Robot Pada Lintasan <i>Check Point 1</i> – <i>Check Point 2</i>	98
Tabel 4.21 Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>Check Point 2</i> Sampai Posisi <i>Check Point 3</i>	99
Tabel 4.22 Pengujian Robot Pada Lintasan <i>Check Point 2</i> – <i>Check Point 3</i>	100
Tabel 4.23 Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>Check Point 3</i> Sampai Posisi <i>FINISH</i>	101
Tabel 4.24 Pengujian Robot Pada Lintasan <i>Check Point 3</i> – <i>FINISH</i>	102
Tabel 4.25 Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Pada <i>MOUNTAIN</i>	103
Tabel 4.26 Pengujian Robot Pada Lintasan <i>MOUNTAIN</i>	104
Tabel 4.27 Pengujian Robot Melintasi Jalur Hitam Dari Posisi <i>START</i> Sampai Posisi <i>FINISH</i>	106
Tabel 4.28 Pengujian Robot Pada Lintasan <i>START</i> - <i>FINISH</i>	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pola Jalur Hitam Pada Kompetisi GALELOBOT 2009	2
Gambar 2.1 Robot ASIMO dari Honda	7
Gambar 2.2 Robot AIBO dari Sony	7
Gambar 2.3 Gabungan Fungsi dari Komponen Dasar	9
Gambar 2.4 Contoh Robot Dengan 6 Derajat Kebebasan	11
Gambar 2.5 <i>Differential Drive</i>	14
Gambar 2.6 <i>Tricycle Drive</i>	15
Gambar 2.7 <i>Synchronous Drive</i>	15
Gambar 2.8 Penggunaan Roda <i>Omni-Directional</i>	16
Gambar 2.9 <i>Holonomic Drive</i>	16
Gambar 2.10 Kontrol Robot <i>Open Loop</i>	21
Gambar 2.11 Kontrol Robot <i>Closed Loop</i>	21
Gambar 2.12 Lapangan Kompetisi GALELOBOT 2009	24
Gambar 2.13 <i>Intersection</i>	24
Gambar 2.14 <i>Junction 1</i>	25
Gambar 2.15 <i>Junction 2</i>	25
Gambar 2.16 <i>1st Circle</i>	25
Gambar 2.17 <i>2nd Circle</i>	26
Gambar 2.18 <i>3rd Circle</i>	26
Gambar 2.19 <i>4th Circle</i>	27
Gambar 2.20 <i>Mountain</i>	27
Gambar 2.21 Sudut Tanjakan / Turunan 15°	27
Gambar 2.22 <i>START - FINISH</i>	28
Gambar 2.23 Lapangan Modifikasi	28
Gambar 2.24 Konfigurasi Pin ATmega16	32
Gambar 2.25 Diagram Blok Arsitektur ATmega16	35
Gambar 2.26 <i>General Purpose Register</i> ATmega16	36
Gambar 2.27 Peta Memori Program ATmega16	37

Gambar 2.28 Peta Memori Data ATmega16	37
Gambar 2.29 Konfigurasi Masukan - Keluaran	38
Gambar 2.30 <i>Clear Time On Compare Match</i>	39
Gambar 2.31 <i>Phase and Frequency Correct PWM</i>	40
Gambar 2.32 Rangkaian <i>H-Bridge</i>	41
Gambar 2.33 Rangkaian <i>H-Bridge</i> Dengan Kondisi Motor Berputar Searah Jarum Jam	42
Gambar 2.34 Rangkaian <i>H-Bridge</i> Dengan Kondisi Motor Berputar Berlawanan Arah Jarum Jam	42
Gambar 2.35 Sensor Photorelector Hamamatsu P5587	43
Gambar 2.36 Dimensi dari Sensor Hamamatsu P5587	43
Gambar 2.37 Rangkaian Dasar Sensor Photorelector Hamamatsu P5587	44
Gambar 2.38 Cara Kerja Sensor Hamamatsu P5587	45
Gambar 2.39 Bentuk Fisik LCD 16x2	46
Gambar 2.40 Konstruksi Dasar Motor DC dan Arus yang Bekerja	48
Gambar 2.41 Konstruksi Motor Stator Motor DC	49
Gambar 2.42 Rotor atau Jangkar Motor DC	50
Gambar 2.43 Komutator	50
Gambar 2.44 <i>Brush</i>	51
Gambar 2.45 <i>Slip Rings</i> Pada Motor DC	51
Gambar 2.46 Bagian-bagian Motor DC Secara Lengkap	52
Gambar 2.47 Bentuk Fisik Motor DC Beserta Dimensinya	52
Gambar 2.48 Aturan Tangan Kanan	53
Gambar 2.49 Bentuk Kumparan yang Berputar	54
Gambar 2.50 Prinsip Kerja Motor DC	54
Gambar 2.51 Perubahan Garis Gaya Medan Magnet	55
Gambar 2.52 Grafik Torsi dan Kecepatan	55
Gambar 2.53 Grafik Daya Motor DC	56

Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Robot <i>Line Follower</i>	57
Gambar 3.2 <i>Basic Structure</i> dari Robot <i>Johny 5 – Lynxmotion</i>	58
Gambar 3.3 <i>Design</i> Tampak Atas	60
Gambar 3.4 <i>Design</i> Tampak Bawah	60
Gambar 3.5 <i>Design</i> Tampak Samping Kiri.....	61
Gambar 3.6 <i>Design</i> Tampak Samping Kanan.....	61
Gambar 3.7 <i>Design</i> Tampak Depan.....	61
Gambar 3.8 <i>Design</i> Tampak Belakang	62
Gambar 3.9 Posisi Sensor Hamamatsu P5587	62
Gambar 3.10 Tampak Atas	63
Gambar 3.11 Tampak Samping	63
Gambar 3.12 Tampak Depan	64
Gambar 3.13 Tampak Belakang	64
Gambar 3.14 Rangkaian <i>Clock generator</i>	66
Gambar 3.15 Rangkaian <i>Reset</i>	66
Gambar 3.16 Rangkaian Skematik Mikrokontroler ATmega16	68
Gambar 3.17 Rangkaian Skematik <i>Motor Driver</i> L298N	69
Gambar 3.18 Rangkaian Skematik Sensor Hamamatsu P5587	71
Gambar 3.19 Rangkaian Skematik <i>Regulator Power Supply</i>	73
Gambar 3.20 Diagram Alir dari Robot <i>Line Follower</i>	75
Gambar 4.1 Variasi Warna Untuk Sensor Hamamatsu P5587	76
Gambar 4.2 Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter	79
Gambar 4.3 Pola Gerak Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter Tanpa Diberi Gangguan	79
Gambar 4.4 Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 5 cm	82
Gambar 4.5 Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 10 cm	83
Gambar 4.6 Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 15 cm	84
Gambar 4.7 Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 20 cm	85
Gambar 4.8 Jalur Hitam Putus – Jarak Celah 25 cm	86

Gambar 4.9 Pola Gerak Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter	
Dengan Diberi Gangguan Berupa Dorongan Berulang	88
Gambar 4.10 Posisi Awal Robot Membentuk Sudut -45°	88
Gambar 4.11 Pola Gerak Pada Jalur Hitam Lurus Berjarak 1 Meter	
Dengan Posisi Awal Membentuk Sudut -45°	89
Gambar 4.12 Jalur Hitam Berliku Melingkar	90
Gambar 4.13 Pola Gerak Pada Jalur Hitam Berliku Melingkar	91
Gambar 4.14 Jalur Hitam Bersudut Lancip – 65°	91
Gambar 4.15 Jalur Hitam Bersudut Siku – 90°	92
Gambar 4.16 Pola Gerak Pada Jalur Hitam Bersudut Siku – 90°	93
Gambar 4.17 Jalur Hitam Bersudut Tumpul – 135°	94
Gambar 4.18 Jalur <i>START</i> dengan <i>Check Point 1</i>	95
Gambar 4.19 Pola Gerak Pada Jalur Hitam Dari Posisi	
<i>START</i> Sampai Posisi <i>Check Point 1</i>	96
Gambar 4.20 Jalur <i>Check Point 1</i> Dengan <i>Check Point 2</i>	97
Gambar 4.21 Pola Gerak Pada Jalur Hitam Dari Posisi	
<i>Check Point 1</i> Sampai Posisi <i>Check Point 2</i>	98
Gambar 4.22 Jalur <i>Check Point 2</i> Dengan <i>Check Point 3</i>	99
Gambar 4.23 Pola Gerak Pada Jalur Hitam Dari Posisi	
<i>Check Point 2</i> Sampai Posisi <i>Check Point 3</i>	100
Gambar 4.24 Jalur <i>Check Point 3</i> Dengan <i>FINISH</i>	101
Gambar 4.25 Pola Gerak Pada Jalur Hitam Dari Posisi	
<i>Check Point 3</i> Sampai Posisi <i>FINISH</i>	102
Gambar 4.26 Jalur Hitam Pada <i>MOUNTAIN</i>	103
Gambar 4.27 Pola Gerak Pada Jalur Hitam <i>MOUNTAIN</i>	104
Gambar 4.28 Jalur Hitam <i>START</i> – <i>FINISH</i>	105