

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN ROBOT LINE FOLLOWER**  
**DENGAN KENDALI PID BERBASIS MIKROKONTROLER**  
**ATMEGA 8535**



**Diajukan untuk Memenuhi Tujuan dan Syarat Guna Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Disusun Oleh :**

**NAMA : AHMAD HARMOKO**

**NIM : D400 050 098**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2011**

## **HALAMAN PERSETUJUAN**

Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Robot Line Follower dengan Kendali PID Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535” ini diajukan oleh :

Nama : Ahmad Harmoko

NIM : D 400 050 098

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana jenjang pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Telah diperiksa dan disetujui pada:

Hari :

Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

( **Fatah Yasin Al Irsyadi, S.T.,M.T.** )

( **Umi Fadlilah, S.T.,M.Eng.** )

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul **“Rancang Bangun Robot Line Follower Dengan Kendali PID Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535”** ini telah disetujui dan disahkan oleh dewan penguji sebagai syarat mendapatkan gelar Strata 1 (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhamamdiyah Surakarta (UMS) pada:

Hari :

Tanggal :

Oleh :

Dewan Penguji:

1. Fatah Yasin Al Irsyadi, S.T.,M.T. (.....)
2. Umi Fadlilah, S.T.,M.Eng. (.....)
3. Dedi Ary Prasetya, S.T. (.....)
4. Muhammad Kusban, S.T.,M.T. (.....)

Mengetahui,

Dekan  
Fakultas Teknik

Ketua Jurusan  
Teknik Elektro

( **Ir. Agus Riyanto, M.T.** )

( **Ir. Jatmiko, M.T.** )

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 25 Juli 2011

Peneliti

Ahmad Harmoko

## MOTTO

- Katakanlah: "Dia-lah Allah, yang Maha Esa -
- Allah adalah Tuhan yang bergantung kepada-Nya segala sesuatu -
- Dia tiada beranak dan tidak pula diperanakkan -
- Dan tidak ada seorangpun yang setara dengan Dia –

[ Qs. Al Ikhlas ]

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

[Qs. Al Baqoroh 153]

“Tidak Ada Sedikitpun Niat Tuhanmu Untuk Mempersulitmu, Semua Yang Dilakukan Tuhan Tiada Lain Untuk Memuliakan hambaNya – Setialah Pada yang Benar -”

[ Mario Teguh ]

“Tuhan tidak suka memberi “mie instant” kepada kita, Dia malah lebih suka memberi Jalan yang agak panjang berliku. Karena Dia tahu, jika kita ikhlas melewatinya kita akan mendapatkan sesuatu. So.., pandai-pandailah melihat skenario yang dimainkan Tuahn untuk kita. Khusnudlon n ber-Sabar lah”

- Keep Me God, Thanks For Everything -

[ Penulis ]

## DAFTAR PERSEMBAHAN

Ini bukan karya terindah, semoga bisa menjadi hadiah bagi yang Terindah:

- ✚ Allah SWT yang telah memberikan kasih sayang-Nya kepada penulis
- ✚ Ayah, Ibu dan kakak penulis yang telah mencurahkan kasih sayang yang tiada henti, memberi dorongan, dan menjaga lewat do'a - do'a kecil sepanjang hari.
- ✚ Almamater Akademikku Universitas Muhamamdiyah Surakarta.
- ✚ Almamater Perjuanganku Ikatan Mahasiswa Muhamamdiyah.
- ✚ Organisasi yang telah melahirkan dan membesarkanku.
- ✚ Teman-teman seperjuangan.
- ✚ Segenap pembaca yang berkenan menikmati karya tulis ini.

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr Wb.

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala karunia dan kasih sayangNya kepada kita semua. Atas kehendak dan izinNya semua dapat terjadi, dan tidak ada satupun yang terjadi melainkan untuk memuliakan manusia. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sebagai pencerah dan *uswah* kehidupan.

Proyek tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Robot Line Follower Dengan Kendali PID Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535” telah selesai dibuat untuk memenuhi dan melengkapi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Perancangan tugas akhir ini tergolong sederhana dan penulis merasa masih banyak kekurangan di dalam pengerjaannya. Pengerjaan tugas akhir ini dibuat dengan maksimal dengan harapan dapat memberikan sumbangsih dalam menambah khasanah keilmuan, semoga dapat berguna bagi penulis secara pribadi maupun para pembaca. Hal ini menyadarkan penulis bahwa kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk menyempurnakan kekurangan yang ada.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini tentu tidak luput dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu dengan segala rasa hormat penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Bambang Setiadji, selaku Rektor UMS,
2. Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik UMS
3. Bapak Ir. Jatmiko, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS
4. Bapak Fatah Yasin Al Irsyadi, S.T.,M.T. selaku Pembimbing I dalam tugas akhir ini .
5. Ibu Umi Fadlilah, S.T.,M.Eng. selaku Pembimbing II dalam tugas akhir ini.
6. Bapak Ibu Dosen selaku Dewan Penguji dalam Tugas Akhir ini.
7. Bapak Dedi Ary Prasetya, S.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Ayah dan Ibu Penulis yang senantiasa memberikan kasih sayangnya.
9. Segenap Karyawan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
10. Teman-teman Teknik Elektro Angkatan 2005.
11. KMTE Robot Research dan semua Pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir ini.

Wassalamu'alaikum Wr Wb.

Surakarta, 2 Agustus

2011

Penulis

( **Ahmad Harmoko** )



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
DAFTAR KONTRIBUSI .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR PERSAMAAN .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xix
ABSTRAKSI .....	xxi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Telaah Penelitian .....	5

2.2.	Sistem Kontrol Robotik .....	6
2.3.	Kontrol PID .....	8
2.3.1.	Kontroler proporsional .....	8
2.3.2.	Kontroler Integral .....	10
2.3.3.	Kontroler Derivative .....	11
2.3.4.	Kontrol PID .....	13
2.3.5.	Kombinasi Kontrol PID Sebagai Kontrol Posisi .....	13
2.4	Prinsip Kerja Line Follower .....	14
2.5.	Mikrokontroler ATmega 8535 .....	16
2.6.	Photodiode .....	18
2.7.	Driver Motor DC L293 .....	21
2.8.	Bahasa C .....	23
2.9.	LCD .....	23
2.10.	PWM .....	24
 <b>BAB III PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN LUNAK</b>		
3.1.	Perancangan Perangkat Keras .....	27
3.1.1.	Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 8535 .....	27
3.1.2.	Sensor Garis .....	29
3.1.3.	Driver Motor DC .....	31
3.1.4.	Rangkaian LCD 16 x 2 .....	34
3.1.5.	Catu Daya .....	36
3.2.	Perancangan Mekanis .....	37
3.3.	Perancangan Perangkat Lunak .....	39

3.3.1. Tuning Kontrol PID .....	41
3.3.1.1 Perhitungan P .....	44
3.3.1.2 Perhitungan D .....	45
3.3.1.3 Perhitungan I .....	46
3.3.2. Perumusan Nilai PWM .....	48
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA</b>	
4.1. Pengujian Elektronis .....	50
4.1.1 Pengujian Sensor Garis .....	50
4.1.2 Pengujian Catu Daya .....	53
4.1.3 Pengujian Rangkaian LCD .....	53
4.1.4 Pengujian Mikrokontroler ATmega 8535 .....	55
4.1.5 Pengujian Driver Motor DC .....	56
4.2. Konversi Nilai ADC .....	57
4.3. Perhitungan Nilai PWM .....	59
4.3.1. Perhitungan Lebar Pulsa PWM .....	59
4.3.2. Perhitungan Waktu PWM .....	62
4.4. Tuning PID .....	64
4.5. Pengujian Nilai PID .....	66
4.6. Pengujian Gerakan .....	71
4.7. Manual Guide .....	75
4.7.1. Operasi Tombol .....	75
4.7.2. Daftar Menu Program .....	77
4.8. Kelemahan dan Kelebihan .....	80

## BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan .....	82
5.2. Saran .....	83

## LAMPIRAN

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1. Persamaan Sinyal Keluaran Kontroler P .....	8
Persamaan 2.2. Persamaan Sinyal Keluaran Kontrol P .....	8
Persamaan 2.3. Persamaan Sinyal Keluaran Kontroler I .....	10
Persamaan 2.4. Persamaan Sinyal Keluaran Kontrol I .....	10
Persamaan 2.5. Persamaan Sinyal Keluaran Kontroler D .....	11
Persamaan 2.6. Persamaan Penurunan Sinyal Keluaran Kontroler D .....	11
Persamaan 2.7. Persamaan Sinyal Keluaran Kontrol D .....	12
Persamaan 2.8. Persamaan Output Kontrol PID .....	13
Persamaan 3.1. Persamaan Nilai Error .....	42
Persamaan 3.2. Persamaan Nilai P .....	45
Persamaan 3.3. Persamaan Nilai P .....	45
Persamaan 3.4. Persamaan Nilai D .....	46
Persamaan 3.5. Persamaan nilai D .....	46
Persamaan 3.6. Persamaan nilai D .....	46
Persamaan 3.7. Persamaan Nilai rate .....	46
Persamaan 3.8. Persamaan Nilai I .....	47
Persamaan 3.8. Persamaan Nilai I .....	47
Persamaan 3.10. Persamaan Nilai PID .....	47
Persamaan 3.11. Persamaan Nilai Lpwm .....	48
Persamaan 3.12 Persamaan Nilai Rpwm .....	48
Persamaan 3.13 Persamaan Nilai PWM rata .....	49

Persamaan 3.14. Persamaan Nilai Interval PWM. ....	49
Persamaan 4.1. Persamaan $T_{tim0}$ .....	63
Persamaan 4.2. Persamaan $T_{pwm}$ .....	63

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Tegangan Photodiode .....	52
<b>Tabel 2.</b> Pengujian Driver Motor .....	56
<b>Tabel 3.</b> Konversi Nilai ADC .....	58
<b>Tabel 4.</b> Nilai PWM Masing-masing Motor .....	60
<b>Tabel 5.</b> Hasil Pengujian Nilai Error Terhadap Waktu .....	67
<b>Tabel 6.</b> Gambaran Diskriptif Pergerakan Robot .....	68
<b>Tabel 7.</b> Pengujian Pada Berbagai Macam Lintasan .....	72

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Lintasan Robot Line Follower .....	3
<b>Gambar 2.1.</b> Sistem Kontrol Kalang Terbuka .....	7
<b>Gambar 2.2.</b> Sistem Kontrol Kalang Tertutup .....	7
<b>Gambar 2.3.</b> Kontrol Proporsional .....	9
<b>Gambar 2.4.</b> Kontrol Integral.....	10
<b>Gambar 2.5.</b> Kontrol Derivatif .....	12
<b>Gambar 2.6.</b> Skema Pin Mikrokontroler ATmega8535 .....	15
<b>Gambar 2.7.</b> Skema Pin Mikrokontroler ATmega8535 .....	16
<b>Gambar 2.8.</b> Simbol Photodiode .....	18
<b>Gambar 2.9.</b> Ilustrasi Mekanisme Sensor Garis .....	19
<b>Gambar 2.10.</b> Sensor Photodiode Terkena Cahaya .....	20
<b>Gambar 2.11.</b> Sensor Photodiode Tidak Terkena Cahaya.....	19
<b>Gambar 2.12.</b> Hubungan Antara Arus Keluaran Photodiode dengan Intensitas Cahaya.....	21
<b>Gambar 2.13.</b> Konfigurasi IC L293.....	22
<b>Gambar 2.14.</b> IC L293 Dilengkapi Dengan Rangkaian Diode .....	22
<b>Gambar 2.15.</b> LCD 16x2 .....	24
<b>Gambar 2.16.</b> Pulsa Dengan Duty Circle 50% .....	25
<b>Gambar 2.17.</b> Pulsa PWM .....	25
<b>Gambar 3.1.</b> Proses Kerja Mikrokontroler ATMega8535.....	27
<b>Gambar 3.2.</b> Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATMega8535 ....	28



<b>Gambar 3.3.</b> Foto Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega8535 .....	29
<b>Gambar 3.4.</b> Rangkaian Sensor Garis .....	30
<b>Gambar 3.5.</b> Foto Sensor Garis.....	31
<b>Gambar 3.6.</b> Rangkain Drvier Motor .....	32
<b>Gambar 3.7.</b> Foto Rangkaian Driver Motor dan Catu Daya.....	33
<b>Gambar 3.8.</b> Skema Diagram L293.....	33
<b>Gambar 3.9.</b> Rangkaian LCD 16 x 2 .....	35
<b>Gambar 3.10.</b> Foto Tampilan LCD 16x 2.....	35
<b>Gambar 3.11.</b> Rangkaian Catu Daya .....	36
<b>Gambar 3.12.</b> Foto Body Robot Line Follower .....	37
<b>Gambar 3.13.</b> Foto Gear box Robot Line Follower .....	38
<b>Gambar 3.14.</b> Ilustrasi Perancangan Mekanis Robot Line Follower .....	39
<b>Gambar 3.15.</b> Flowchart Pergerakan Robot Line Follower.....	40
<b>Gambar 3.16.</b> Plan PID Robot Line Follower.....	41
<b>Gambar 4.1.</b> Aliran Arus Ketika Photodiode Terkena Cahaya.....	51
<b>Gambar 4.2.</b> Aliran Arus Ketika Photodiode Tidak Terkena Cahaya.....	51
<b>Gambar 4.3.</b> Tampilan Tes LCD.....	55
<b>Gambar 4.4.</b> Tampilan Script Perhitungan PWM .....	62
<b>Gambar 4.5.</b> Tampilan Fungsi gerak() .....	65
<b>Gambar 4.6.</b> Grafik PID .....	69
<b>Gambar 4.7.</b> Foto Robot Tampak dari Atas .....	76
<b>Gambar 4.8.</b> Hirarki Menu Program Robot Line Follower .....	78
<b>Gambar 4.9.</b> Tampilan Awal LCD .....	79

<b>Gambar 4.10.</b> Tampilan Menu Kp .....	79
<b>Gambar 4.11.</b> Tampilan Pengaturan Nilai Kp .....	80

## DAFTAR SINGKATAN

ADC	= Analog to Digital Converter
CISC	= Complex Instruction Set Computing
D	= Derivative
DC	= Direct Current
DP	= Density Power
<i>e</i>	= Error
EEPROM	= Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
Elco	= Electrolytic Capacitor
HP	= Hand Phone
I	= Integral
IC	= Integrated Circuit
Kd	= Kontrol Derivative
Ki	= Kontrol Integral
Kp	= Kontrol Proportional
LCD	= Liquid Crystal Display
LED	= Light Emitting Diode
LSB	= Least significant Bit
<i>ms</i>	= mili second
MSB	= Most Significant Bit
P	= Proportional
PID	= Proportional Integral Derivative

PV	= Present Value
PWM	= Pulse Width Modulation
RAM	= Random Access Memory
RISC	= Reduce Instruction Set Computer
ROM	= Read Only Memory
RT	= Rise Time
SP	= Set Poin
ST	= Settling Time
TTL	= Transistor Transistor Logic

## **ABSTRAKSI**

*Robot line follower merupakan suatu bentuk robot dengan kemampuan mengikuti garis pandu. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah robot line follower dengan kendali PID berbasis pada mikrokontroler. Penelitian ini merupakan bentuk penerapan teknik kontrol posisi dalam sistem robotik. Metode PID sendiri merupakan salah satu metode kendali closed loop yang terdiri dari gabungan konstanta proporsional, integral, dan derivative. Secara keseluruhan, ada tiga tahap dalam perancangan robot ini. Pertama, perancangan elektronis yang meliputi perancangan rangkaian sensor, mikrokontroler, driver motor, catu daya dan rangkaian LCD. Kedua, perancangan mekanis, dan Ketiga, adalah perancangan software. Secara umum bentuk dari robot ini mirip sebuah mobil kecil dengan dua buah roda dibelakang. Prinsip kerja dari robot ini adalah berjalan mengikuti garis hitam. Seluruh kerja sistem dikendalikan oleh Mikrokontroler ATmega 8535. Basis penglihatan robot adalah rangkaian sensor garis yang tersusun dari LED-Photodiode, sedangkan gerakan robot ditopang oleh dua buah motor DC. Hasil Komputasi nilai input akan ditampilkan melalui LCD 16x2 serta sumber tegangan berasal dari dua buah batu batry HP yang dirangkai seri. Pergerakan dari robot ini mampu melewati tikungan dengan sudut  $90^0$  dan  $45^0$ . namun, untuk sudut dibawah itu, terkadang robot masih mengalami kesulitan. Karakteristik pergerakan robot ini selain bergantung dari software, juga bergantung dari perancangan mekanis, sehingga adanya friksi mekanis perlu diminimaslisir. Hasil pengujian pada garis lurus sepanjang 1.5 meter menunjukkan bahwa komposisi nilai PID yang dianggap ideal adalah  $K_p: 10$ ,  $K_i: 0$ , dan  $K_d: 50$  dengan faktor pembagi 10.*

*Kata kunci: Mikrokontroler, LED-Photodiode, motor DC.*