

APLIKASI PID PADA SISTEM NAVIGASI ROBOT CERDAS *WALL FOLLOWER*

TUGAS AKHIR

**Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**



Disusun oleh :

AYI BAYYINAH

0952500197

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BUDI LUHUR

2013

LEMBAR PERSETUJUAN

Nama : Ayi Bayyinah
Nim : 0952500197
Judul : Aplikasi PID pada Navigasi Robot Cerdas *Wall Follower*
Disetujui dan telah dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir.

Jakarta, Januari 2013

Dosen Penguji I

(Dr. Ir. Nazori AZ, MT)

Dosen Penguji II

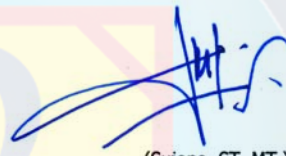
(Rummi Sirait, ST. MT.)

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Ayi Bayyinah
Nim : 0952500197
Judul : Aplikasi PID Pada Sistem Navigasi Robot Cerdas *Wall Follower*

Jakarta, Januari 2013

Dosen Pembimbing



(Sujono, ST. MT.)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Budi Luhur



(Sujono, ST. MT.)

Ketua Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik – Universitas Budi Luhur



(Rummi Sirait, ST. MT.)

ABSTRAK

Di dalam Tugas Akhir ini akan dirancang sebuah robot dengan system navigasi wall follower yang menggunakan pengendali PID (Proportional Integral Derivative). Robot dengan system navigasi wall follower ini berjalan dengan menelusuri dinding yang menggunakan sensor ultrasonic sebagai sensor jarak. Sensor ultrasonic ini digunakan untuk mendeteksi jarak robot terhadap dinding dan hasil pembacaan sensor akan diolah di dalam Mikrokontroler ATmega16 dan ditampilkan pada LCD (Liquid Crystal Display). Di dalam Mikrokontroler ATmega16 akan dibuat pengendali PID yang berupa pengaturan lebar pulsa tegangan atau PWM (Pulse Width Modulation) sebagai keluaran ke motor DC. Pengaturan lebar pulsa tegangan digunakan untuk mengendalikan kecepatan putaran motor. Kecepatan putaran motor akan mempengaruhi posisi robot terhadap dinding agar sesuai dengan yang diinginkan dan robot akan melakukan wall following dengan stabil.

Kata kunci: Wall Follower, PID, PWM, ATmega16

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak.....	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	1
1.3. Batasan Masalah.....	1
1.4. Metode Penelitian.....	1
1.5. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TEORI DASAR.....	3
2.1. Sistem Pengendali PID (<i>Proportional, Integral, Derivative</i>).....	3
2.1.1. Pengendali PID Seri	3
2.1.2. Pengendali PID Paralel	4
2.1.3. Pengendali PID Mix.....	5
2.2. Robot Cerdas <i>Wall Follower</i>	5
2.2.1. <i>Mobile Robot</i>	6
2.3. Mikrokontroler ATmega16	6
2.3.1. Arsitektur Mikrokontroler ATmega16.....	6
2.3.2. Konfigurasi Pin dan Port I/O Mikrokontroler ATmega16	7
2.3.3. <i>Timer/Counter</i>	9
2.3.3.1. <i>Timer/Counter 1</i>	9
2.4. Sensor Jarak dengan Ultrasonik.....	10
2.5. Motor Arus Searah (DC).....	12
2.6. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	13
2.6.1. DDRAM.....	13
2.6.2. CGRAM.....	14
2.6.3. CGROM.....	14
2.7. PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>).....	14
2.7.1. Pengaturan PWM Menggunakan Mikrokontroler ATmega16.....	14
2.7.2. Perhitungan <i>Duty Cycle</i> PWM.....	15
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	18
3.1. Diagram Blok Sistem	18
3.2. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	19
3.2.1. Rancangan Mekanik Robot	19
3.2.1.1. Rancangan Mekanik Robot.....	19
3.2.1.1. Rancangan Lapangan Robot.....	20
3.2.2. Rancangan Rangkaian Elektronik Robot.....	20
3.2.2.1. Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega16 ...	20
3.2.2.2. Rangkaian Sensor Jarak Ultrasonik	22
3.2.2.3. Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC.....	22
3.2.2.4. Rangkaian LCD 4x20	23
3.2.2.5. Rangkaian Tombol <i>Start</i>	24
3.2.2.6. Rangkaian Tombol Parameter PID, Tombol <i>Up</i> , Tombol	
<i>Down</i> , dan Tombol <i>Ok</i>	25
3.3. Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	25
3.3.1. Diagram Alir Program Utama	26

3.3.1.1. Inisialisasi I/O.....	26
3.3.1.2. Inisialisasi LCD.....	27
3.3.2. Diagram Alir Sub Program <i>Read Distance</i>	28
3.3.3. Diagram Alir Sub Program <i>Right Following</i>	29
3.3.4. Diagram Alir Sub Program <i>Left Following</i>	30
3.3.5. Diagram Alir Sub Program <i>Turn Right</i>	31
3.3.6. Diagram Alir Sub Program <i>Turn Left</i>	31
3.3.7. Diagram Alir Sub Program <i>Stop</i>	32
3.3.8. Diagram Alir Sub Program <i>Set Kp</i>	32
3.3.9. Diagram Alir Sub Program <i>Set Ki</i>	33
3.3.10. Diagram Alir Sub Program <i>Set Kd</i>	33
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	34
4.1. Pengujian Sensor Ultrasonik Untuk Pengukuran Jarak.....	34
4.2. Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC.....	36
4.3. Pengujian <i>Tuning</i> PID.....	39
4.4. Pengujian Nilai <i>%Duty Cycle</i> pada Motor	41
4.5. Pengujian Robot Secara Keseluruhan	43
BAB V PENUTUP	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
Lampiran 1. Listing Program	
Lampiran 2. Datasheet	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Blok Umum Pengendali PID	3
Gambar 2.2	Diagram Blok Pengendali PID Seri	4
Gambar 2.3	Diagram Blok PID Paralel	4
Gambar 2.4	Blok Diagram PID MIX	5
Gambar 2.5	Blok Diagram Mikrokontroler ATmega16	7
Gambar 2.6	Struktur Pin ATmega16	7
Gambar 2.7	Register TCCR1A	9
Gambar 2.8	Register TCCR1B	9
Gambar 2.9	Prinsip Pemantulan Gelombang Ultrasonik	10
Gambar 2.10	Sensor Ultrasonik Ping	10
Gambar 2.11	Pulsa Ping Parallax Ultrasonik Range Finder	11
Gambar 2.12	Prinsip Kerja Sensor Ping	12
Gambar 2.13	Motor Arus Searah	12
Gambar 2.14	Struktur Pin LCD Matriks 4x20	13
Gambar 2.15	Sinyal PWM	15
Gambar 2.16	Duty Cycle pada PWM	16
Gambar 2.17	Tegangan Output Motor dengan PWM	16
Gambar 3.1	Diagram Kotak Aplikasi PID pada Robot Cerdas Wall Follower	18
Gambar 3.2	Desain Robot Wall Follower	19
Gambar 3.3	Bentuk dan Ukuran Detail Lapangan	20
Gambar 3.4	Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega16	21
Gambar 3.5	Rangkaian Sensor Ultrasonik Ping	22
Gambar 3.6	Peletakkan Sensor Ultrasonik Ping	22
Gambar 3.7	Rangkaian Driver Motor DC L298	23
Gambar 3.8	Rangkaian LCD 4X20	24
Gambar 3.9	Rangkaian Tombol Start	24
Gambar 3.10	Rangkaian Tombol Parameter PID	25
Gambar 3.11	Diagram Alir Program Utama Robot Wall Follower	26
Gambar 3.12	Diagram Alir Sub Program Read Distance	28
Gambar 3.13	Diagram Alir Sub Program Right Following	29
Gambar 3.14	Diagram Alir Sub Program Left Following	30
Gambar 3.16	Diagram Alir Sub Program Turn Right	31
Gambar 3.17	Diagram Alir Sub Program Turn Left	32
Gambar 3.18	Diagram Alir Sub Program Stop	32
Gambar 3.19	Diagram Alir Sub Program Set Kp	33
Gambar 3.20	Diagram Alir Sub Program Set Ki	33
Gambar 3.21	Diagram Alir Sub Program Set Kd	34
Gambar 4.1	Pengujian Sensor Ultrasonik	35
Gambar 4.2	Pengukuran Tegangan Masukan dan Keluaran Pada Driver Motor DC Dua Arah Putaran	38
Gambar 4.3.	Grafik Sistem Reaksi Pergerakan Robot Dengan Overshoot yang Besar dan Osilasi yang Banyak	39
Gambar 4.4.	Grafik Sistem Reaksi Pergerakan Robot Dengan Overshoot yang Kecil dan Osilasi yang Sedikit	40
Gambar 4.5.	Grafik Sistem Reaksi Pergerakan Robot Dengan Respon Lambat	40
Gambar 4.6.	Grafik Sistem Reaksi Pergerakan Robot Dengan Respon Cepat	40
Gambar 4.7.	Bentuk Sinyal PWM yang Terbentuk	42
Gambar 4.8.	Bentuk Dinding Lurus	43
Gambar 4.9.	Bentuk Dinding Dengan Putaran 90°	44
Gambar 4.10.	Bentuk Dinding Dengan Putaran 180°	44

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2.1</i>	<i>Struktur Pin ATmega16 dan Fungsinya.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabel 2.2</i>	<i>Konfigurasi Port I/O.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabel 2.3</i>	<i>Pin LCD dan Fungsinya.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabel 2.4</i>	<i>Pola Karakter CGROM.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabel 3.1</i>	<i>Daftar Input/Output pada Mikrokontroler ATmega16 dan Pemanfaatannya pada Robot Wall Follower.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabel 3.2</i>	<i>Tabel Kebenaran Driver L298.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabel 3.3</i>	<i>Tabel Kebenaran Rangkaian Tombol Start.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabel 4.1</i>	<i>Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabel 4.2</i>	<i>Hasil Pengujian dan Pengukuran Tegangan Masukan dan Keluaran pada Driver Motor DC.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabel 4.3</i>	<i>Hasil Pengujian Dengan Tuning Kp.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabel 4.4</i>	<i>Hasil Pengujian Dengan Tuning Kp dan Kd.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabel 4.5</i>	<i>Hasil Pengujian Dengan Tuning Kp, Ki dan Kd.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabel 4.6</i>	<i>Hasil Pengujian Teknik Wall Following Dengan Sistem Navigasi Left Following.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabel 4.7</i>	<i>Hasil Pengujian Teknik Wall Following Dengan Sistem Navigasi Right Following.....</i>	<i>43</i>

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'aalamiin. Segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam yang telah memberikan karunia dan kekuatan kepada penulis serta sholawat yang senantiasa tercurahkan kepada Nabiyyunaa Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang merupakan salah satu syarat agar penulis dapat meraih gelar S-1 (Strata Satu) di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini, penulis sangat menyadari bahwa pada hakekatnya penyusunan Tugas Akhir ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang dengan penuh kasih sayang, kesabaran, pengertian dan do'a yang tidak ada henti-hentinya, serta dukungan moril maupun materil selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Ustadzunaa Drs. KH. Muhammad Luthfi Zawawi dan KH. Muhammad Fakhruddin Al-Bantani atas do'a dan pencerahan bathin selama Tugas Akhir ini.
3. Bapak Sujono, ST. MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur sekaligus dosen pembimbing penulis yang dengan sangat sabar dan tanpa rasa bosan memberikan bimbingan, arahan dan kasih sayangnya kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rummi Sirait, ST. MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
5. Bapak Albert Gifson Hutajulu, ST. MT selaku Kepala Laboratorium Teknik Elektro sekaligus Dosen Penasehat Akademik.
6. Ibu Dr. Ir. Wihartini, selaku dosen Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
7. Bapak Dr. Ir. Nazori AZ, selaku dosen Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
8. Bapak Ir. Suroso MT, selaku dosen Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
9. Bapak Akhmad Musafa, ST. MT selaku dosen Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
10. Bapak Indra Riyanto, ST. MT selaku dosen Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
11. Bapak Peby Wahyu P, ST selaku dosen Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
12. Bapak Eka Purwa Laksana, ST selaku dosen Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
13. Bapak Rismawandi, SE selaku Kepala Sekretariat Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur.
14. Team Robot Elektro Squad 99, makasih ilmunya dan semoga bisa lebih dikembangkan lagi kerja sama dan kemampuannya.
15. Teman sepenanggungan, Indra, Dedy, Firman, Seto, Nita, Gunawan makasih banget buat semuanya.
16. Para junior, Ade Alamsyah, Sholeh, Toro, Tole, Ade O maksih banyak atas bantuannya.

Penulis telah berusaha dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya, namun penulis juga menyadari adanya kekurangan dalam penulisan ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Budi Luhur.

Jakarta, Januari 2013

Penulis

DAFTAR PUSTAKA

1. Bejo, Agus. "C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C Dalam Mikrokontroler ATmega16". Graha Ilmu, Yogyakarta 2008
2. Agus Mulyanto, Rikendry. Sistem Kontrol Pergerakan Robot Beroda Pemadam Api. STMIK Teknokrat Lampung.
<http://journal.uii.ac.id/index.php/Snati/article/download/1762/1542>.
3. Deddy Susilo, Rony Abdityo Nugroho. *Wall Following Algorithm*. Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga.
<http://stefanusdeddy.files.wordpress.com/2010/11/microsoft-word-wall-following-sds.pdf>.
4. Akhmad Hendriawan, Reesa Akbar. Penyelesaian Jalur Terpendek dengan menggunakan Algoritma *Maze Mapping* Pada *Line Maze*. Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya.
[http://repo.eepis-its.edu/41/3/Penyelesaian Jalur Terpendek dengan menggunakan Algoritma Maze Mapping Pada Line Maze.pdf](http://repo.eepis-its.edu/41/3/Penyelesaian%20Jalur%20Terpendek%20dengan%20menggunakan%20Algoritma%20Maze%20Mapping%20Pada%20Line%20Maze.pdf).
5. Andrianto, Heri, "Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 menggunakan bahasa C (CodeVision AVR)". Informatika, Bandung 2008.
6. Albert Paul Malvino, Ph.D, "Prinsip-prinsip Elektronika", edisi Kedua, Erlangga, 1999.
7. Pitowarno, Endra, "Robotika Desain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan". Andi Offset, Yogyakarta, 2006.
8. Lingga, Wardhana, "Belajar Sendiri Mikrokontroler Seri ATmega8535", Andi, Yogyakarta, 2006.
9. Lathifah Listyanah. Robotika.
http://latifahlistyalina-fst09.web.unair.ac.id/artikel_detail-45782-Umum-ROBOTIKA.html.
10. _____. 2011. Realisasi Kontrol PID (Proporsional Integral Derivative) Ke Dalam Bahasa Pemrograman Bahasa C.
<http://electrocontrol.wordpress.com/2011/04/18/realisasi-kontrol-pid-proporsional-integral-derivatif-kedalam-bahasa-pemrograman-bahasa-c/>.
11. Winoto, Ardi. "Mikrokontroler Atmega8/16/8535 dan Pemrogramannya dengan bahasa C pada WinAVR ". Informatika, Bandung 2008.