

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sistem Pengendali Perlambatan Kecepatan Motor Pada Robot *Line Follower* Dengan Sensor Ultrasonik” yang telah diterapkan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik dari jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Sayapun menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak, penyelesaian skripsi ini tidak mungkin bisa terwujud. Pada kesempatan ini saya menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang telah diberikan,
- Rasulullah Muhammad SAW, semoga shalawat serta salam selalu tercurah kepada beliau,
- Orang tua tercinta, Ibu Erma Karyawati yang senantiasa memberi kasih sayang, dukungan, dan doa yang tiada akhir,
- Kakek dan Nenek, Madkur dan Fadillah yang selalu memberi dukungan moral yang tidak kenal lelah,
- Paman dan Bibi, Eko Dwi Kuryanto dan Sri Mubarokah yang selalu memberi nasihat yang tiada hentinya,
- Bapak Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Ir. Purwanto, MT selaku KKDK Teknik Kontrol sekaligus dosen pembimbing 1 yang telah memberikan waktu, pengarahan, motivasi, keikhlasan, dan kesabaran dalam membimbing,
- Bapak Ir. Bambang Siswoyo, MT sebagai Dosen pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, saran dan kritik yang telah diberikan,

- Bapak Eka Maulana, ST., MT., M.Eng sebagai Dosen proyek robot *line follower* atas segala wawasan, saran, dan bimbingan yang diberikan.
- Staff Recording Jurusan Teknik Elektro,
- Teman-teman Ampere angkatan 2009,
- Anggota tim sukses sepejuangan dalam skripsi Ebay, Yudi, Imam, dan Bambang terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan,
- Praja, Zila, Bosje, Gopar, Semigol, Rido, Rokim, Ade, Cheny, Arga, Pepi, Iksan, Suryo, Terri, Rafi, Pakde, Sopir, Temmy, Andik, Taufiq, Rio, Ari yang telah menjadi sahabat yang baik dan selalu memotivasi,
- Tim Robot UB Jurusan Teknik Elektro atas segala bantuan alat, bahan dan masukan-masukannya yang telah di berikan,
- Teman – teman kos terutama Udin, Fian, Dani ,dan Faris atas kontribusinya,
- Ruangn Efm, Laboratorium Bengkel, dan Laboratorium DISPRO (desain dan prorotipe) yang selama ini telah menyediakan tempat dalam mengerjakan skripsi ini,
- Semua pihak yang telah memberikan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini,

Sekiranya Allah SWT mencatat amalan ikhlas kami dan semua pihak yang turut membantu sehingga skripsi ini terselesaikan. Saya menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, karena keterbatasan ilmu dan kendala-kendala lain yang terjadi selama pengerjaannya. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut. Allahumma Amin.

Malang, 20 Juni 2014

Penulis

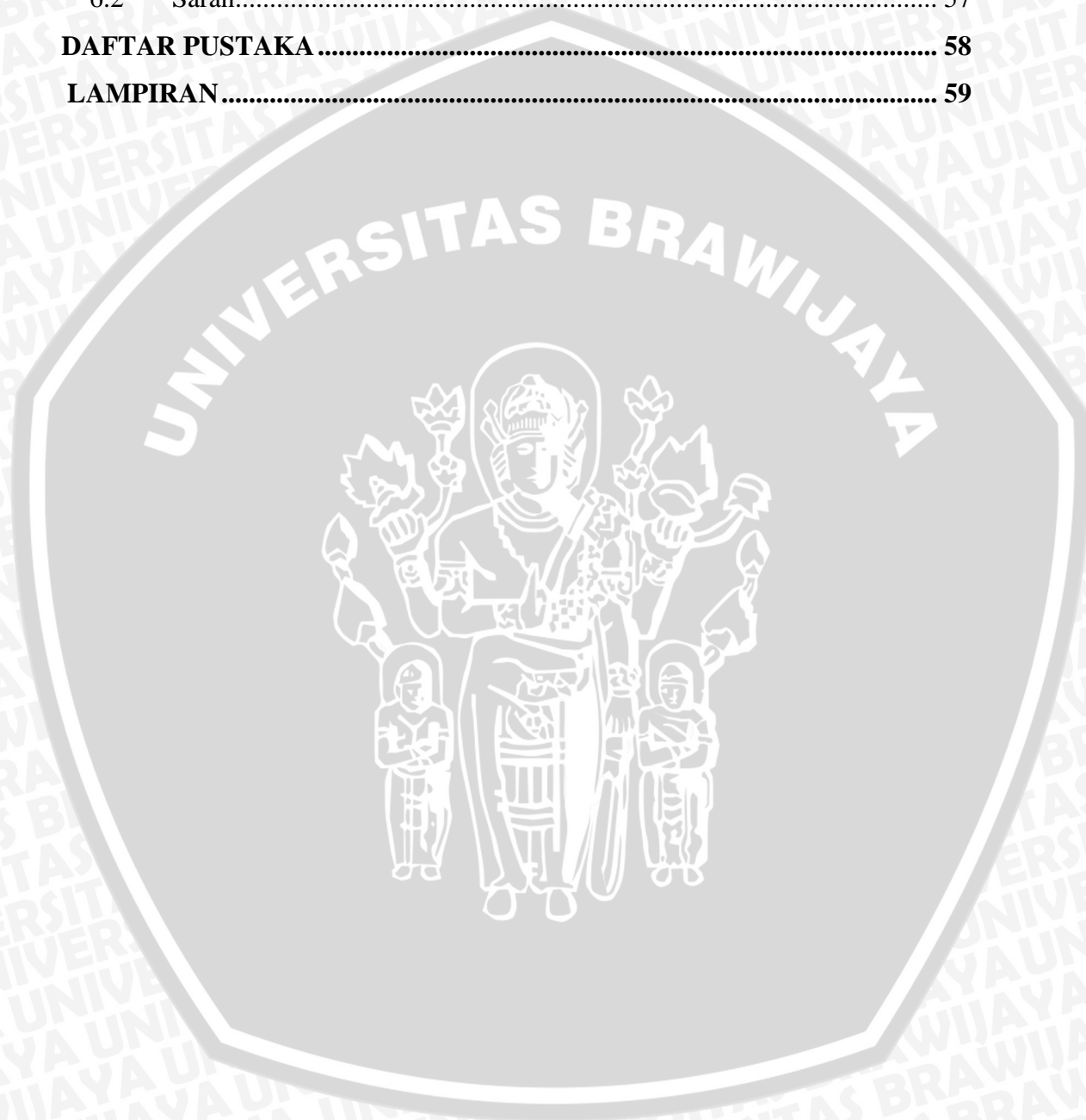
**DAFTAR ISI**

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK... ..</b>	<b>ix</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Sensor.....	5
2.1.1 Sensor Cahaya.....	5
2.1.2 Sensor Ultrasonik.....	6
2.2 Motor DC .....	8
2.2.1 Prinsip Kerja Motor DC.....	8
2.4 Mikrokontroler ATmega16.....	10
2.4 Mikrokontroler ATmega8.....	12
2.5 Kontroler.....	15
2.5.1 Kontroler Proporsional.....	16
2.5.2 Kontroler Integral.....	17
2.5.3 Kontroler Diferensial .....	17
2.5.4 Kontroler Proporsional Integral Diferensial (PID) .....	18
2.5.5 Metode Kontroler Proporsional Integral Diferensial (PID) .....	19
2.6 PWM(Pulse Width Modulation).....	22
2.7 Program CodeVision AVR .....	23
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Studi literatur.....	26
3.2 Penentuan Spesifikasi Alat.....	26



3.3	Perancangan dan Perealisasi-an Alat.....	27
3.3.1	Perancangan Perangkat Keras dan Realisasi Tiap Blok.....	27
3.3.2	Perancangan dan Penyusunan Perangkat Lunak.....	27
3.4	Pengujian Alat.....	27
3.4.1	Pengujian Tiap Blok.....	27
3.4.2	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	28
3.5	Pengambilan Kesimpulan .....	28
<b>PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....</b>		<b>29</b>
4.1	Blok Diagram Sistem .....	29
4.2	Prinsip Kerja Alat.....	30
4.3	Perancangan Perangkat Keras .....	30
4.3.1	Perancangan Mekanik Robot .....	30
4.3.2	Perancangan Catu Daya Sistem .....	33
4.3.3	Perancangan Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega 16 .....	33
4.3.4	Perancangan Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega 8.....	35
4.3.5	Perancangan Sensor Ultrasonik.....	36
4.4	Perancangan Kontroler Proporsional Integral Deferen-sial (PID) .....	37
4.4.1	Variabel Masukan dan Variabel Keluaran .....	37
4.4.2	<i>Tuning</i> Eksperimen .....	37
4.4.3	Perancangan Kontroler PID.....	39
4.5	Perancangan Perangkat Lunak.....	42
<b>PENGUJIAN DAN ANALISIS.....</b>		<b>43</b>
5.1	Pengujian Data Sensor Ultrasonik (PING)).....	43
5.1.1	Peralatan Pengujian .....	43
5.1.2	Prosedur Pengujian .....	44
5.1.3	Hasil Pengujian .....	44
5.2	Pengujian Kecepatan Motor.....	45
5.2.1	Peralatan Pengujian .....	45
5.2.2	Prosedur Pengujian .....	45
5.2.3	Hasil Pengujian .....	46
5.3	Pengujian Keseluruhan .....	47
5.3.1	Pengujian Robot Terhadap Penghalang pada Jarak 200 cm .....	47

5.3.2	Pengujian Robot Terhadap Penghalang pada Jarak 250 cm .....	50
5.3.3	Pengujian Robot Terhadap Penghalang pada Jarak 300 cm .....	53
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>57</b>
6.1	Kesimpulan .....	57
6.2	Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>59</b>



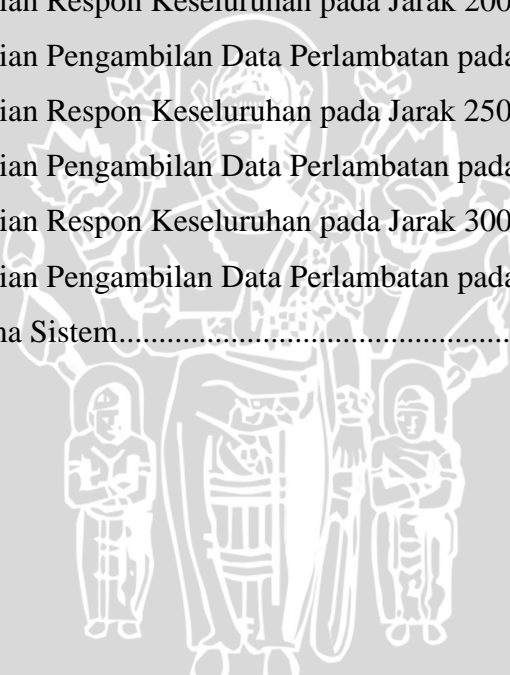
## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Cahaya pantulan sensor cahaya sedikit.....	5
<b>Gambar 2.2</b> Cahaya pantulan sensor cahaya banyak.....	6
<b>Gambar 2.3</b> Sensor jarak ultrasonik (PING)) (Parallax., 2008) .....	6
<b>Gambar 2.4</b> Diagram waktu sensor PING (Parallax., 2008) .....	7
<b>Gambar 2.5</b> Prinsip kerja sensor PING (Parallax., 2008).....	8
<b>Gambar 2.6</b> Cara kerja motor DC (Kilian., 1996).....	9
<b>Gambar 2.7</b> Konfigurasi Pin Atmega 16 (Atmel., 2010).....	11
<b>Gambar 2.8</b> Konfigurasi Pin ATmega8 (Atmel., 2010) .....	14
<b>Gambar 2.9</b> Diagram Blok Kontroler Proporsional (Ogata., 1997) .....	16
<b>Gambar 2.10</b> Diagram Blok Kontroler Integral (Ogata K., 1997) .....	17
<b>Gambar 2.11</b> Diagram Blok Kontroler Diferensial (Ogata K., 1997) .....	18
<b>Gambar 2.12</b> Diagram Blok Kontroler PID (Ogata K., 1997) .....	18
<b>Gambar 2.13</b> Kurva Respon Unit Step Menunjukkan 25% Maximum Overshoot (Ogata K., 1997) .....	19
<b>Gambar 2.14</b> Respon Plant Terhadap Masukan Berupa Unit Step (Ogata K., 1997).....	19
<b>Gambar 2.15</b> Kurva yang Berbentuk S (Ogata K., 1997).....	20
<b>Gambar 2.16</b> Sistem Loop Tertutup dengan Kontroler Proporsional (Ogata K., 1997).....	21
<b>Gambar 2.17</b> Osilasi Berkesinambungan dengan Periode $P_{cr}$ (Ogata k., 1997). 22	22
<b>Gambar 2.18</b> Gelombang kotak yang memiliki $y_{max}$ , $y_{min}$ dan $D$ (Heri., 2008). . 23	23
<b>Gambar 4.1</b> Blok Diagram Sistem.....	29
<b>Gambar 4.2</b> Rancangan Desain Mekanik Robot (Perancangan, 2014) .....	32
<b>Gambar 4.3</b> Prespektif Tampak Samping dan Tampak Depan .....	32
<b>Gambar 4.4</b> Robot <i>Line Follower</i> .....	32
<b>Gambar 4.5</b> Rangkaian Catu Daya 5V .....	33
<b>Gambar 4.6</b> Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega16 .....	34
<b>Gambar 4.7</b> Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler Atmega8.....	35
<b>Gambar 4.8</b> Sensor PING)) .....	36
<b>Gambar 4.9</b> Osilasi Berkesinambungan dengan Periode $P_{cr}$ .....	37

<b>Gambar 4.10</b> Perancangan Sistem Berdasarkan Aturan Ziegler-Nichols Metode ke Dua.....	38
<b>Gambar 4.11</b> Respon Motor dengan $Kcr = 25$ .....	39
<b>Gambar 4.12</b> Respon Motor dengan $Kcr = 35$ .....	39
<b>Gambar 4.13</b> Respon Motor dengan $Kcr = 50$ .....	40
<b>Gambar 4.14</b> Respon Sistem dengan $Kp$ , $Ki$ , dan $Kd$ Berdasarkan Ziegler-Nichols .....	41
<b>Gambar 4.15</b> Diagram Alir Sensor PING)).....	42
<b>Gambar 5.1</b> Diagram Blok Pengujian Data Sensor Ultrasonik PING)).....	43
<b>Gambar 5.2</b> Grafik Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik.....	44
<b>Gambar 5.3</b> Diagram Blok Pengujian Kecepatan Putaran Motor .....	45
<b>Gambar 5.4</b> Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Putaran Motor .....	46
<b>Gambar 5.5</b> Grafik Hasil Pengujian Respon Keseluruhan pada jarak 200 cm....	48
<b>Gambar 5.6</b> Grafik Hasil Pengujian Pengambilan Data Perlambatan pada jarak 200cm .....	50
<b>Gambar 5.7</b> Grafik Hasil Pengujian Respon Keseluruhan pada Jarak 250 cm ...	51
<b>Gambar 5.8</b> Grafik Hasil Pengujian Pengambilan Data Perlambatan pada jarak 250cm .....	53
<b>Gambar 5.9</b> Grafik Hasil Pengujian Respon Keseluruhan pada jarak 300 cm....	54
<b>Gambar 5.10</b> Grafik Hasil Pengujian Pengambilan Data Perlambatan pada jarak 300cm .....	56

**DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b> Aturan Penalaran Ziegler-Nichols Berdasarkan Respon Unit Step dari Plan (Ogata K., 1997) .....	21
<b>Tabel 2.2</b> Aturan Dasar Ziegler-Nichols Berdasarkan <i>Critical Gain</i> Kcr dan <i>Critical Period</i> Pcr (Ogata K., 1997) .....	22
<b>Tabel 4.1</b> Dasar Ziegler-Nichols Berdasarkan <i>Critical Gain</i> Kcr dan <i>Critical Period</i> Pcr .....	40
<b>Tabel 5.1</b> Tabel Hasil Pengujian Sensor PING)) .....	44
<b>Tabel 5.2</b> Hasil Pengujian Kecepatan Putaran Motor .....	46
<b>Tabel 5.3</b> Hasil Pengujian Respon Keseluruhan pada Jarak 200 cm .....	47
<b>Tabel 5.4</b> Hasil Pengujian Pengambilan Data Perlambatan pada jarak 200 cm... ..	49
<b>Tabel 5.5</b> Hasil Pengujian Respon Keseluruhan pada Jarak 250 cm .....	50
<b>Tabel 5.6</b> Hasil Pengujian Pengambilan Data Perlambatan pada jarak 250 cm... ..	52
<b>Tabel 5.7</b> Hasil Pengujian Respon Keseluruhan pada Jarak 300 cm .....	53
<b>Tabel 5.8</b> Hasil Pengujian Pengambilan Data Perlambatan pada jarak 300 cm... ..	55
<b>Tabel 5.9</b> Data Performa Sistem.....	56





## ABSTRAK

Deaz Achmedo Giovanni Setyanoveka, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2014, *Sistem Pengendali perlambatan Kecepatan Motor pada Robot Line Follower dengan Sensor Ultrasonik*, Dosen Pembimbing: Ir. Purwanto, MT., dan Ir. Bambang Siswoyo, MT.,

*Abstrak* - Pada skripsi ini dilakukan pengendalian dalam memberhentikan gerakan robot pada jarak 100 cm dari penghalang dengan menggunakan mikrokontroler ATmega16 menggunakan parameter dari kontroler Proporsional Integral Derferensial (PID). Dengan menggunakan sistem Pulse Widht Modulation (PWM) maka dapat dilakukan pemberhentian dengan cara memberikan pengereman secara otomatis pada motor DC sebagai penggerak. Besaran harga keluaran pada algoritma PID inilah yang dijadikan acuan dalam pembangkit PWM, sehingga terjadi pengereman kecepatan motor DC yang dapat berhenti tepat pada jarak 100 cm antara robot dengan objek penghalang. Piranti yang digunakan sebagai pengukur jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik.

Pemograman dilakukan menggunakan software CodeVisionAVR. Pada skripsi ini, dicari harga kombinasi dari variabel PID yaitu  $K_p, K_i, K_d$  dengan metode osilasi Ziegler-nichols. Metode ini dipilih karena dapat mempersingkat waktu pencarian parameter karena menggunakan rumus-rumus yang sederhana dan proses trial and error hanya pada pencarian parameter  $K_p$ . Hasil parameter kontroler PID diperoleh nilai  $K_p=15$ ,  $K_i=21,429$ ,  $K_d=2,625$ . Dengan diperolehnya nilai  $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$  tersebut sistem dapat berjalan dengan baik karena ketika kendaraan tidak menemukan adanya penghalang, motor berjalan dengan kecepatan yang telah ditentukan. Namun ketika terdapat penghalang, robot akan berhenti pada jarak 100 cm dan jarak tersebut akan selalu dipertahankan sehingga jarak antara robot dan penghalang tetap 100 cm.

**Kata kunci** : Sensor ultrasonik (PING)), Motor DC, *Tuning* Eksperimen, kontroler PID.

