

ROBOT YANG DAPAT MENYEIMBANGKAN
BADANNYA DENGAN HANYA BERTUMPU
PADA DUA BUAH RODA SEJAJAR YANG
BERADA DI SAMPING BADAN ROBOT

SKRIPSI



No. INDUK	
TGL. TEST	12-07-2007
No. BURU	110
TP. KE	

Oleh :

THOMAS GUNAWAN

5103002016

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK
WIDYA MANDALA
SURABAYA
2007

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Robot Yang Dapat Menyeimbangkan Badannya Dengan Hanya Bertumpu Pada Dua Buah Roda Sejajar Yang Berada di Samping Badan Robot" yang disusun oleh mahasiswa :

- Nama : Thomas Gunawan
- Nomor Pokok : 5103002016
- Tanggal Ujian : 21 Juni 2007

dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum Jurusan Teknik Elektro guna memperoleh gelar Sarjana Teknik bidang Teknik Elektro

Surabaya, 2 Juli 2007

Pembimbing I,



Ferry A.V. Toar, S. T., M.T.
NIK.511.97.0272

Pembimbing II,



Antonius Wibowo, S. T., M. T.
NIK. 511.02.0545

Dewan Penguji,

Ketua,



Ir. Rasional Sitepu, MEng
NIK. 511.89.0154

Sekretaris,



Ferry A.V. Toar, S. T., M.T.
NIK.511.97.0272

Anggota,



Hendro Gunawan, S.T., M.T.
NIK. 511.02.0541

Anggota,



Ir. A.F. Lumbantobing, MT
NIK. 511.87.0130

Mengetahui dan menyetujui

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Rasional Sitepu, MEng
NIK. 511.89.0154

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. A.F. Lumbantobing, MT
NIK. 511.87.0130



ABSTRAK

Skripsi ini membahas bagaimana merancang sebuah *mobile robot* yang dapat berdiri dengan hanya bertumpu pada dua buah roda saja. Konsep dari *balancing robot* beroda dua ini adalah menggerakkan roda robot ke arah badan robot yang akan jatuh. Fungsi dari robot ini adalah sebagai *entertainment mobile robot*. *Balancing robot* ini berbasis mikrokontroler AVR dengan sensor inframerah pengukur jarak yang berfungsi untuk mendeteksi kemiringan badan robot terhadap lantai. Robot ini menggunakan dua buah motor DC sebagai tenaga penggerakannya. Terdapat pula sebuah LCD yang digunakan untuk memonitor data yang diproses oleh mikrokontroler. Agar dapat menggerakkan dua buah motor DC maka digunakanlah *driver* motor DC menggunakan empat buah MOSFET pada konfigurasi *H-bridge*.

Sistem robot ini dikontrol sepenuhnya oleh mikrokontroler ATMEGA16L. Mula-mula mikrokontroler akan membaca jarak antara sensor dengan lantai. Hasil pembacaan sensor jarak kemudian diproses oleh mikrokontroler. Mikrokontroler merespon dengan membangkitkan gelombang PWM untuk menggerakkan motor DC dengan kecepatan tertentu ke arah badan robot yang akan jatuh. Pengontrolan kecepatan motor DC pada *balancing robot* ini menggunakan kontroler PD. Dengan kontroler PD diharapkan dapat mereduksi terjadinya selisih antara sinyal aktual dengan sinyal *setting*.

Robot ini hanya dapat berdiri seimbang ± 5 detik saja. Hal ini disebabkan karena nilai *setpoint* / nilai jarak yang dijadikan acuan titik keseimbangan robot tidak sama dengan titik keseimbangan robot yang sebenarnya. Terjadinya selisih titik keseimbangan robot yang sebenarnya dengan nilai *setpoint* yang ditetapkan menyebabkan sistem menjadi tidak stabil. Diharapkan Skripsi ini dapat dikembangkan lebih lanjut sehingga robot dapat berdiri dengan seimbang selama mungkin.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas segala bantuan, bimbingan, saran dan dukungan yang telah diberikan dalam menyusun Skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ferry A.V. Toar, S.T, M.T. dan Antonius Wibowo, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk kepada penulis dalam Skripsi ini
2. Drs. Peter R. Angka, M.T. selaku dosen wali yang telah membimbing dan mengarahkan penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh mata kuliah di Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Ir. A.F.L. Tobing selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
4. Ir. Rasional Sitepu, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
5. Mami yang selalu memberikan semangat, dorongan dan doa.
6. Teman-teman yang telah memberikan inspirasi dan motivasi bagi penulis dalam pengerjaan Skripsi ini (Sisca, Guska, Andrik, Hendri, Even, Toni, Andrew)

7. Rekan-rekan mahasiswa khususnya mahasiswa Teknik Elektro dan semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu kelancaran perancangan, pembuatan dan penulisan Skripsi ini hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis mohon maaf jika terdapat hal-hal yang kurang berkenan. Dan penulis mengharapkan agar Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang memerlukan.

Surabaya, 5 Juni 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	xi
Bab I Pendahuluan	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Tujuan	1
1.3. Perumusan masalah	2
1.4. Batasan masalah	2
1.5. Metodologi perancangan	3
1.6. Sistematika penulisan	4
Bab II Teori Penunjang	6
2.1. Mikrokontroler ATMEGA16L	6
2.1.1. Konfigurasi IC ATMEGA16L	7
2.1.2. Organisasi memori	10
2.1.2.1. Memori program	10
2.1.2.2. Memori data (SRAM)	12
2.1.3. Interupsi	13
2.1.4. ADC	16
2.2. <i>Driver</i> Motor	17
2.2.1. Pengaturan kecepatan motor DC	17
2.2.2. <i>Pulse Width Modulation</i>	19
2.3. Sensor Inframerah Pengukur Jarak GP2D12	22
2.4. Sensor Percepatan ADXL202	26
2.4.1. Teori operasi	26
2.4.2. Proses decoding sensor ADXL202	30

2.5. <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	30
2.6. Motor DC.....	31
2.7. Kontroler PID.....	34
2.7.1. Kontroler Proporsional.....	35
2.7.2. Kontroler Integral.....	37
2.7.3. Kontroler Diferensial.....	38
2.7.4. Kontroler PID.....	39
Bab III Perancangan dan Pembuatan Alat.....	42
3.1. Garis Besar Sistem <i>Balancing Robot</i>	42
3.2. Perancangan perangkat keras.....	44
3.2.1. Sistem Mikrokontroler AVR ATMEGA16L.....	44
3.2.2. Sensor <i>Balancing Robot</i>	49
3.2.3. Sistem Penggerak Robot.....	59
3.2.4. <i>Power Supply</i>	62
3.2.5. Konstruksi <i>Balancing Robot</i>	63
3.3. Perancangan Perangkat Lunak.....	67
BAB IV Pengujian Alat.....	78
4.1. Pengujian sensor robot.....	78
4.2. Pengujian <i>driver</i> motor.....	80
4.3. Pengujian kontroler sistem <i>balancing robot</i>	87
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	92
5.1. Kesimpulan.....	92
5.2. Saran.....	93
Daftar Pustaka.....	94

Lampiran 1. Skema Lengkap Rangkaian

Lampiran 2. *Listing* Program

Lampiran 3. *Datasheet* ATMEGA16L

Lampiran 4. *Datasheet* SHARP GP2D12

Lampiran 5. *Datasheet* ADXL202

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Konfigurasi <i>pin</i> ATMEGA16L.....	7
Gambar 2.2. Peta memori program	11
Gambar 2.3. Peta memori data SRAM	13
Gambar 2.4. <i>Bit-bit</i> pada <i>register</i> GICR	15
Gambar 2.5. <i>Bit-bit</i> pada <i>register</i> TIMSK.....	16
Gambar 2.6. <i>Bit-bit</i> pada <i>register</i> ADMUX.....	16
Gambar 2.7. <i>Bit-bit</i> pada <i>register</i> ADCSRA.....	16
Gambar 2.8. Rangkaian <i>driver</i> motor	17
Gambar 2.9. Grafik kecepatan motor terhadap waktu dan tegangan suplai	18
Gambar 2.10. Sinyal <i>PWM</i>	19
Gambar 2.11. Sinyal <i>PWM</i> dan arus jangkar	21
Gambar 2.12. Sinyal arus yang melewati motor DC	22
Gambar 2.13. Sensor inframerah pengukur jarak dan konfigurasi <i>pinnya</i>	23
Gambar 2.14. Diagram blok sensor SHARP GP2D12	23
Gambar 2.15. Grafik respon sensor jarak	24
Gambar 2.16. Metode pengukuran jarak yang dilakukan oleh sensor	25
Gambar 2.17. Diagram blok fungsional ADXL202	26
Gambar 2.18. Sinyal output ADXL202	28
Gambar 2.19. IC ADXL202 dengan sumbu arah percepatannya	27
Gambar 2.20. Posisi sensor dan percepatan yang dialami tiap sumbu	28
Gambar 2.21. Rangkaian ADXL202	29
Gambar 2.22. Dimensi LCD 2 x 16.....	30
Gambar 2.23. Bagian-bagian dari motor DC.....	32
Gambar 2.24. Arah perputaran <i>coil</i> pada motor DC.....	32
Gambar 2.25. Motor <i>DC</i> dan <i>gearbox</i>	34
Gambar 2.26. <i>Proportional band</i> dari kontroler proporsional	36
Gambar 2.27. Diagram blok kontroler PID analog	39
Gambar 2.28. Hubungan dalam fungsi waktu antara sinyal keluaran dengan masukan untuk kontroler PID	40

Gambar 3.26. Diagram alir program kontroler <i>PID</i> (A).....	73
Gambar 3.26. Diagram alir program kontroler <i>PID</i> (B).....	74
Gambar 3.27. Letak titik keseimbangan robot.....	75
Gambar 4.1. Hubungan antara jarak sensor terhadap lantai dengan sudut.....	78
Gambar 4.2. Output sensor jarak terhadap sudut berdasarkan tabel 4.1.....	80
Gambar 4.3. Grafik PWM terhadap kecepatan putaran motor berdasarkan tabel 4.2.....	81
Gambar 4.4. Grafik PWM terhadap kecepatan putaran motor berdasarkan tabel 4.3.....	84
Gambar 4.5. Grafik PWM terhadap kecepatan putaran motor berdasarkan tabel 4.4.....	86
Gambar 4.6. Grafik sistem dengan nilai K_p kecil.....	88
Gambar 4.7. Grafik sistem dengan nilai K_p besar.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Vektor interupsi dan <i>reset</i>	14
Tabel 2.2. Fungsi <i>pin-pin Liquid Crystal Display (LCD)</i>	31
Tabel 2.3. Pengaruh tiap-tiap komponen pembentuk persamaan PID.....	41
Tabel 4.1. Pengukuran sudut terhadap jarak.....	79
Tabel 4.2. Pengukuran PWM, putaran motor dan volt untuk PWM mode 9-bit dengan frekuensi sebesar 7,83 KHz.....	82
Tabel 4.3. Pengukuran PWM, putaran motor dan volt untuk PWM mode 9-bit dengan frekuensi sebesar 978 Hz.....	83
Tabel 4.4. Pengukuran PWM, putaran motor dan volt untuk PWM mode 9-bit dengan frekuensi sebesar 122 Hz.....	85
Tabel 4.5. Nilai Kp dan lama robot berdiri.....	89
Tabel 4.6. Nilai Kd dan lama robot berdiri dengan nilai Kp sebesar 25.....	90
Tabel 4.7. Pengujian perbandingan lamanya robot berdiri dengan penambahan prosedur penggeseran nilai setpoint.....	91