

**PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR DC
DENGAN KONTROL PID
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8535**



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Diajukan Oleh :

KHOIRUL ANWAR

D400050039

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

2011

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “Pengendalian Kecepatan Motor DC dengan Kontrol PID Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535” ini diajukan oleh :

Nama : Khoirul Anwar

NIM : D400050039

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana jenjang pendidikan Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Telah diperiksa dan disetujui pada :

hari :

tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Ratnasari Nur Rohmah, ST, MT

Ir. Abdul Basith, MT

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “Pengendalian Kecepatan Motor DC dengan Kontrol PID Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535” telah dipertahankan dan dipertanggung jawabkan di depan Dewan Penguji Tugas Akhir.

Hari :

Tanggal :

Dosen Penguji :

1. Ratnasari Nur Rohmah, ST, MT (.....)
2. Ir. Abdul Basith, MT (.....)
3. Muhammad Kusban, ST, MT (.....)
4. Dedy Ari Prasetya, ST (.....)

Mengetahui,

Dekan

Ketua

Fakultas Teknik

Jurusan Teknik Elektro

Ir. Agus Riyanto, MT

Ir. Jatmiko, MT

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil' alamin, segala puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah Taala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya yang tiada terhitung kepada kita. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Rasulullah Muhammad Sholallahu Alaihi Wasalam yang senantiasa kita nantikan syafaat beliau di hari akhir nanti.

Penelitian tentang pengendalian motor DC dengan PID berbasis mikorkontroler ATmega 8535 ini Penulis harapkan dapat menambah wawasan tentang dunia pengendalian yang selama ini terus mengalami perkembangan. Semoga penelitian ini sekaligus dapat dikembangkan secara berkelanjutan guna menghasilkan produk nyata yang dapat dirasakan manfaatnya oleh masyarakat.

Penelitian Tugas Akhir ini masih tergolong sederhana dan Penulis masih merasa banyak kekurangan di dalamnya. Hal tersebut menyadarkan Penulis bahwa kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan untuk menyempurnakan kekurangan yang ada.

Keberhasilan Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak atas segala bantuan baik dukungan moral maupun material. Perkenankan Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Agus Riyanto, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

2. Ir. Jatmiko, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Ratnasari Nur Rohmah, ST, MT, selaku pembimbing I atas bimbingan, ilmu, saran, dan waktu yang diluangkan yang bermanfaat bagi Penulis.
4. Ir. Abdul Basith, MT, selaku pembimbing II atas bimbingan, ilmu, saran, dan waktu yang diluangkan yang bermanfaat bagi Penulis.
5. Bapak-bapak dosen selaku dewan penguji dalam Tugas Akhir ini.
6. Heru Supriyono, ST, MSc, selaku Pembimbing Akademik.
7. Joko Supriyadi selaku laboran Laboratorium Teknik Elektro atas kepercayaan yang diberikan kepada Penulis.
8. Seluruh Bapak/Ibu dosen yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada Penulis selama ini.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surakarta, Februari 2011

Penulis

MOTTO

“Katakanlah : “Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?” Sesungguhnya orang-orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran.” (QS. Az Zumar : 9)

“Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kalian dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat.” (QS. Al Mujadilah : 11)

“Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu kamu berharap”. (QS. Alam Nasyrah : 6-8)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini ku persembahkan kepada :

1. Ibunda dan Ayahanda serta kakanda-kakanda tercinta atas doa, kasih sayang, pengorbanan, semangat, dan keikhlasan.
2. Keluarga besar ku yang tersayang khususnya Bulik Markhamah atas dukungan dan semangat yang telah diberikan.
3. Rekan-rekan di Jurusan Teknik Elektro, IMM Teknik, Mentoring Teknik, Asisten Laboratorium Elektro yang ku cinta atas *support* selama ini.
4. Semua pihak yang telah membantu atas terselesaikannya Tugas Akhir ini.

DAFTAR KONTRIBUSI

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dalam mengerjakan tugas akhir Pengendalian Kecepatan Motor DC dengan Kontrol PID Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535, saya menyatakan bahwa :

1. Judul tugas akhir ini merupakan usulan saya pribadi.
2. Saya membuat sendiri rancangan kendali PID berdasarkan teori perancangan pengendalian PID.
3. Rangkaian mekanik dibuatkan oleh Bapak Widodo.
4. Rangkaian elektronik saya buat sendiri dan dikembangkan berdasarkan *data sheet* dan buku-buku elektronika.
5. Perancangan *software* saya buat sendiri dan dikembangkan berdasarkan buku-buku dan teks tentang pemrograman.
6. Motor DC saya pinjam dari salah satu tugas akhir mahasiswa Teknik Elektro.
7. Saya menggunakan perangkat jadi Universal ISP Downloader sebagai alat untuk memasukkan program ke mikrokontroler.
8. Saya kerjakan sendiri pengambilan dan pengolahan data.
9. Saya mengerjakan tugas akhir ini di rumah.
10. Multimeter digital dan tachometer digital saya pinjam dari Laboratorium Teknik Elektro UMS.

Demikian daftar kontribusi ini saya buat dengan sejujur-jujurnya. Saya bertanggung jawab atas isi dan kebenaran daftar di atas.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Sukoharjo, Maret 2011

Dosen Pembimbing

Penulis

Ratnasari Nur Rohmah, ST, MT

Khoirul Anwar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR KONTRIBUSI	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAKSI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5

BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Sistem Kendali	7
2.2 Kendali <i>PID</i>	9
2.2.1 Kendali <i>Proportional</i>	11
2.2.2 Kendali <i>Integral</i>	12
2.2.3 Kendali <i>Derivative</i>	14
2.3 Metode Perancangan <i>PID</i>	16
2.4 Mikrokontroler ATmega 8535	17
2.4.1 Fitur ATmega 8535	18
2.4.2 Konfigurasi dan Fungsi Pin ATmega 8535	19
2.4.3 Peta Memori	20
2.5 <i>Digital to Analog Converter</i>	21
2.6 <i>Liquid Cristal Diplay</i>	22
2.7 Motor <i>DC</i>	23
2.8 Matlab	27
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Waktu dan Tempat	29
3.2 Peralatan Utama dan Pendukung	29
3.3 Alur Penelitian	30
3.4 Perancangan	32
3.4.1 Prinsip Kerja	32
3.4.2 Perangkat Keras	35
3.4.2.1 Catu Daya	36

3.4.2.2 Hubungan Port Mikrokontroler ATmega 8535	37
3.4.2.3 Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 8535	38
3.4.2.4 Sistem DAC 0808	38
3.4.2.5 Sensor <i>Optocoupler</i>	39
3.4.2.6 <i>Keypad</i>	41
3.4.2.7 <i>Liquid Cristal Display</i>	42
3.4.2.8 <i>Driver Motor DC</i>	43
3.4.2.9 Motor <i>DC</i>	43
3.4.3 Konstantan Kendali <i>PID</i>	47
3.4.3.1 Fungsi Alih Motor <i>DC</i>	47
3.4.3.2 Konstanta <i>PID</i>	48
3.4.4 Perangkat Lunak	51
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	55
4.1 Pengujian Sistem	55
4.1.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya	55
4.1.2 Pengujian Rangkaian <i>DAC</i> dan Kecepatan Motor	56
4.1.3 Pengujian Program Pengukuran Kecepatan	57
4.2 Pengujian Kinerja Kendali <i>PID</i>	59
4.2.1 Pengujian Kecepatan Motor <i>DC</i> Terkontrol	59
4.2.2 Tahapan Pengujian Kinerja Kendali <i>PID</i>	61
4.2.3 Pengujian Kecepatan Motor <i>DC</i> Tanpa Beban	62
4.2.4 Pengujian Kecepatan Motor <i>DC</i> dengan Beban	66
4.2.4.1 Pengaruh Gesekan Silinder dengan Roda	66

4.2.4.2 Pengaruh Gesekan Silinder dengan Papan	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Respon <i>PID</i> Terhadap Perubahan Nilai Penguatan	15
Tabel 2.2. Penentuan Parameter <i>PID</i> dengan Metode Osilasi	17
Tabel 4.1. Pengujian Tegangan Catu	56
Tabel 4.2. Pengujian Masukan <i>DAC</i> dan Kecepatan Motor <i>DC</i>	57
Tabel 4.3. Pengujian Pengukuran Kecepatan Putar	58
Tabel 4.4. Pengujian Kecepatan Motor <i>DC</i>	59
Tabel 4.5. Pengujian Konstanta <i>PID</i> pada Kecepatan 700 rpm	62
Tabel 4.6. Pengujian Konstanta <i>PID</i> pada Kecepatan 1400 rpm	62
Tabel 4.7. Pengujian Konstanta <i>PID</i> pada Kecepatan 2100 rpm	63
Tabel 4.8. Pengujian pada Beban 3,3 kg	67
Tabel 4.9. Pengujian pada Beban 4,8 kg	67
Tabel 4.10. Pengujian pada Beban 6,4 kg	68
Tabel 4.11. Pengujian pada Beban 3,3 kg	69
Tabel 4.12. Pengujian pada Beban 4,8 kg	69
Tabel 4.13. Pengujian pada Beban 6,4 kg	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Blok Diagram Sistem Kendali <i>Open Loop</i>	8
Gambar 2.2. Blok Diagram Sistem Kendali <i>Close Loop</i>	9
Gambar 2.3. Blok Diagram Kendali <i>PID</i>	10
Gambar 2.4. Blok Diagram Kendali <i>Proportional</i>	12
Gambar 2.5. Blok Diagram Kendali <i>Integral</i>	13
Gambar 2.6. Blok Diagram Kendali <i>Derivative</i>	14
Gambar 2.7. Kurva Respon Osilasi dengan Nilai Tetap	17
Gambar 2.8. Konfigurasi Pin ATmega 8535	19
Gambar 2.9. Peta Meori AVR ATmega 8535	20
Gambar 2.10. Konfigurasi Pin DAC 0808	21
Gambar 2.11. Diagram Motor <i>DC</i> Magnet Permanen	24
Gambar 3.1. Flowchart Alur Penelitian	31
Gambar 3.2. Diagram Blok Perancangan Kendali Sistem	33
Gambar 3.3. Rangkaian Catu Daya 5V	36
Gambar 3.4. Rangkaian Catu Daya 12V dan \pm 15V	36
Gambar 3.5. Rangkaian Catu Daya 12V	36
Gambar 3.6. Hubungan Port Mikrokontroler	38
Gambar 3.7. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler	38

Gambar 3.8. Rangkaian DAC 0808 dan <i>OpAmp</i> LF 353	39
Gambar 3.9. Rangkaian Sensor <i>Optocoupler</i>	40
Gambar 3.10. Sistem Mekanis Sensor	41
Gambar 3.11. Rangkaian <i>keypad</i>	42
Gambar 3.12. Rangkaian <i>LCD</i>	42
Gambar 3.13. Rangkaian <i>Driver</i> Motor <i>DC</i>	43
Gambar 3.14. Motor <i>DC</i>	43
Gambar 3.15. Bagian <i>Gear Box</i>	44
Gambar 3.16. Ilustrasi Bagian <i>Gear Box</i>	44
Gambar 3.17. Step Respon Fungsi Transfer Motor <i>DC</i>	48
Gambar 3.18. Blok Fungsi Kendali <i>PID</i>	49
Gambar 3.19. Nilai Parameter <i>PID</i>	50
Gambar 3.20. Grafik Keluaran Kendali Sistem	50
Gambar 3.21. <i>Flowchart</i> Program Utama	52
Gambar 3.22. <i>Flowchart</i> Program Kontrol <i>PID</i>	52
Gambar 3.23. <i>Flowchart</i> Program Sub Menu	53
Gambar 4.1. Grafik Kinerja Kendali <i>PID</i> kecepatan 700 rpm	64
Gambar 4.2. Grafik Kinerja Kendali <i>PID</i> kecepatan 1400 rpm	64
Gambar 4.3. Grafik Kinerja Kendali <i>PID</i> kecepatan 2100 rpm	65

ABSTRAKSI

Penelitian ini diterapkan untuk optimasi kinerja kendali closed loop guna mengendalikan kecepatan putar motor DC dengan menerapkan metode pengendali PID. Metode PID merupakan salah satu metode kendali closed loop yang terdiri dari gabungan konstanta proporsional, integral, dan derivative. Penelitian ini bermaksud untuk mendapatkan kinerja yang optimal dari pengendalian kecepatan dengan dipengaruhi nilai dan kondisi yang berbeda.

Dalam penelitian ini, digunakan mikrokontroler ATMega 8535 yang berperan sebagai komponen kendali utama PID sekaligus pengendali keseluruhan sistem, sensor optocoupler sebagai sensor untuk pembacaan data masukan kecepatan, motor DC sebagai aktuator. Rangkaian ini menghasilkan 12 pulsa setiap putaran dan pengambilan sampling dilakukan setiap 0,25 detik untuk mendapatkan nilai kecepatan dengan satuan rpm. Bit output mikrokontroler dihubungkan IC DAC 0808 yang mengubah input bit digital menjadi tegangan analog sebagai tegangan suplai ke motor DC. Kecepatan aktual motor DC dari pembacaan sensor secara kontinyu diumpan balik dan dibandingkan dengan nilai set point sehingga error mendekati nol. Penentuan nilai konstanta PID disimulasikan dengan MATLAB dengan mencari fungsi alih motor DC dan mengujinya dengan menambahkan konstanta PID hingga mendapat respon yang mantap.

Pengujian pengendalian kecepatan motor DC dilakukan dengan memasukkan data set point kecepatan, beberapa nilai konstanta PID, kondisi saat tidak dibebani dan saat pemebebanan pada sistem. Parameter yang diamati terdiri atas rise time, settling time, over shoot, time recovery, dan hasil kecepatan yang ditampilkan pada sebuah LCD.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penerapan gabungan dari tiga konstanta PID dengan metode ziegler nichols yaitu $K_p:20$, $K_i: 6$, $K_d:15$ dengan faktor pembagi 10 memberikan respon sistem yang mantap.

Kata kunci : kendali, closed loop, PID, mikrokontroler, motor DC.