

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN MOTOR SERVO DC DENGAN KOMPUTER PC

SKRIPSI



Oleh :

NAMA : ROMULUS BRAMONO

NRP : 5103096057

NIRM : 96.7.003.31073.44934

No. INDUK	0444 /02
TGL TERIMA	30 Jan '02
B. I	
U. H	FTE
No. BUKU	FT-e Bra P-1
K/P/KE	1 (SATU)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2001

**PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN
MOTOR SERVO DC DENGAN KOMPUTER PC**

SKRIPSI

**DIAJUKAN KEPADA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA**



**UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK
BIDANG TEKNIK ELEKTRO**

OLEH:

**NAMA : ROMULUS BRAMONO
NRP : 5103096029
NIRM : 96.7.003.31073.44934**

MEI' 2001

LEMBAR PENGESAHAN

Ujian Skripsi bagi mahasiswa tersebut di bawah ini :

N A M A : **ROMULUS BRAMONO**

N R P : **5103096057**

NIRM : **96.7.003.31073.44934**

Telah diselenggarakan pada :

Tanggal : **10 MEI 2001**

Karenanya yang bersangkutan dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **SARJANA TEKNIK** di bidang **TEKNIK ELEKTRO**.

di Surabaya, 10 MEI 2001



[Signature]
Ir. I. Satyoadi
Pembimbing

[Signature]

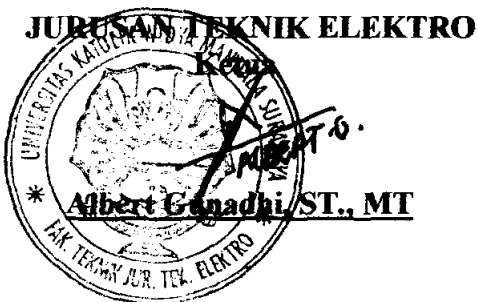
Widya Andyardja W, ST., MT

Anggota

[Signature]
ALBERT-G.

Albert Gunadhi, ST., MT

Anggota



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat bimbingan dan rahmatnya maka skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini diberikan agar dapat memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Elektro.

Skripsi dengan judul :

“ PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN MOTOR SERVO DC DENGAN KOMPUTER PC “

dibuat berdasarkan teori-teori yang sudah diperoleh pada saat dibangku kuliah dan ditunjang dengan berbagai macam sarana serta buku literatur penunjang.

Dalam pembuatan dan penulisannya, skripsi ini dapat diwujudkan berkat bantuan serta dorongan baik itu berupa material maupun moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. I. Satyoadi, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, nasehat serta saran-saran sampai terwujudnya alat ini.
2. Ir. R. Soemarno, B.Sc., selaku Dosen Wali dan Kepala Laboratorium Dasar Konversi Energi, atas peminjaman fasilitas yang ada.
3. Widya Andyardja, ST., MT., atas kesediaanya meluangkan waktu untuk memberikan saran dan masukan kepada penulis.
4. Bapak Tikto, yang telah banyak membantu kelancaran proses pembuatan tugas akhir ini.

5. Andrew Juwono, ST., yang telah banyak membantu baik berupa saran, semangat maupun artikel-artikel yang sangat berarti bagi penulis.
6. Ayah dan Bunda atas do'a dan jerih payah menyediakan dana selama kuliah, buat kakakku : mBak Lilin, dr. Rogatus, Yovita SE., adikku : dr. Revokata, dan tak terlupakan si kecil Elfrida terima kasih atas do'a, dorongan semangat dan uang jajannya.
7. Buat semua sahabatku : Fancy, Anton, Yusman, Daniel, Yenck, Dhimas, Ucup, Moel, Raymond, Tupen, Yudi dan Itong "terima kasih alat ukurnya", terima kasih atas dorongan semangat, ide-ide, saran dan leluconnya.
8. Buat teman kostku : Ir. Slamet, Tri Utoyo ST., Pak De dan Eri terimakasih atas suasana yang diberikan dan semangat tentunya.
9. Buat Vera dan keluarga terima kasih atas bantuannya
10. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak, yang telah membantu kelancaran pembuatan dan penulisan skripsi ini.

Dalam proses pembuatan Skripsi ini, penulis merasa masih belum sempurna banyak kekurangan-kekurangan yang ada, oleh karena itu demi pengembangan alat ini selanjutnya diperlukan kritik dan saran yang membangun, terutama bagi industri yang menggunakan aplikasi motor DC.

Akhir kata penulis berharap agar Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, serta dapat dikembangkan guna menambah wawasan ilmu pengetahuan yang sudah kita miliki.

Surabaya, 10 Mei 2001

Penulis.

ABSTRAK

Skripsi ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan suatu sistem pengendalian digital untuk mengendalikan arah perputaran, kecepatan dan pengereman dinamik. Pengendali digital tersebut diwujudkan dengan menggunakan komputer PC sebagai media pemberi nilai *set point*, penerima data *feedback* dan sebagai pengolah data yang melakukan prose penghitungan dan perbandingan.

Elemen-elemen yang membentuk sistem pengendalian motor servo DC ini adalah modul kendali yaitu komputer PC, modul DAC, modul driver meliputi pembangkit PWM dan *actuator* berupa *H-bridge 4 kuadran*, modul *feedback* yang berupa pengukur arus jangkar dan pengukur kecepatan putaran motor, dan modul ADC.

Perencanaan dan perancangan dimulai dengan pengukuran karakteristik motor DC untuk mengetahui respon tegangan referensi terhadap kecepatan yang dihasilkan, pengukuran keadaan fisik motor berupa pengukuran resistansi jangkar (R_a) dan induktansi jangkar (L_a), melihat model matematik motor servo DC untuk mengetahui persamaan *transfer function* pemodelannya, dan kemudian mengintegrasikan menjadi suatu sistem pengendali motor.

Dalam pelaksanaan pembuatan sistem dapat diketahui bahwa motor servo DC memiliki daerah kerja optimal terhadap adanya pembebanan, pengereman dinamik dan perubahan arah putar.

Pada akhirnya Sistem Pengendalian Motor Servo DC diuji dengan memberikan inputan berupa perubahan arah, adanya gangguan pembebanan dan pengereman dinamik. Pengukuran dan pengujian alat memberikan data-data yang kemudian dikembalikan ke simulasi Coda untuk melihat respon frekuensi yang dihasilkan, kemudian dibandingkan dengan respon yang dihasilkan tanpa adanya sistem pengendalian apakah *rise time*, *overshoot*, *error* dan *settling time* –nya lebih baik.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pembatasan Masalah	1
1.3. Sistematika Pembahasan	3
BAB II. DASAR TEORI	5
2.1. Motor Servo DC	5
2.1.1. Konstruksi Dan Rangkaian Ekuivalen	6
2.1.2. Karakteristik Motor Servo DC	8
2.1.2.1. Karakteristik Mekanik	9
2.1.2.2. Karakteristik Pengendali	11
2.1.3. Fungsi Alih Motor Servo DC	12
2.2. Sistem Pengaturan Digital	15

2.2.1. Konfigurasi Sistem Kontrol Digital	15
2.2.2. Sistem Waktu Diskrit	16
2.2.2.1. Sampling	16
2.2.2.2. Kuantisasi	18
2.2.2.3. Transformasi Z	20
2.2.3. Karakteristik Sistem Kontrol	21
2.2.3.1. Stabil	21
2.3. Konverter Arus Searah	23
2.3.1. Operasi H-Bridge 4 Quadran	24
2.3.2. Analisa Kerja	26
2.4. PWM (Pulse Width Modulation)	27

BAB III. PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM PENGATURAN

MOTOR	30
3.1. Gambaran Umum	30
3.2. Hardware	30
3.2.1. Komputer PC	30
3.2.2. Modul Interface PPI 8255	32
3.2.3. Modul ADC	35
3.2.4. Modul DAC	36
3.2.4.1. Pengkonversi Level Tegangan	38
3.2.5. Pembangkit Sinyal PWM	40
3.2.6. Driver Motor	41

3.2.7. Modul Feedback	43
3.2.7.1. Pengukur Arus Jangkar	43
3.2.7.2. Pengukur Putaran Motor	44
3.3. Perangkat Lunak	46
3.3.1. Inisialisasi	46
3.3.2. Penerima dan pengiriman data	47
3.3.3. Pengolahan data	50
BAB IV. PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT	51
4.1. Pendahuluan	51
4.2. Pengujian Awal Motor Servo DC	51
4.3. Pengukuran Modul PWM	55
4.4. Pengukuran ADC dan DAC	56
4.5. Pengukuran rangkaian driver H-Bridge 4 Quadran	56
4.6. Pengukuran dan pengujian sistem pengendali	57
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1. Kesimpulan	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Sistem Pengendali Motor	2
Gambar 2.1. Konstruksi Dasar Motor Servo DC	6
Gambar 2.2. Rangkaian Pengganti Motor Servo DC	7
Gambar 2.3. Grafik Korelasi Torsi Dengan Kecepatan	10
Gambar 2.4. Kurva Karakteristik Pengendalian	11
Gambar 2.5. Model Dalam Kondisi Berbeban	12
Gambar 2.6. Diagram Blok Sistem	13
Gambar 2.7. Penyederhanaan Diagram Blok Sistem Motor DC	14
Gambar 2.8. Blok Diagram Sistem Konfigurasi Kontrol Digital	16
Gambar 2.9. Proses Sampling	18
Gambar 2.10. Konverter Sinyal Analog Ke Digital	19
Gambar 2.11. Pulsa Width Modulation	28
Gambar 3.1. Skema Setting Control Word	34
Gambar 3.2. Rangkaian ADC 0808	35
Gambar 3.3. Rangkaian Pembangkit Pulsa 750 kHz	36
Gambar 3.4. Rangkaian DAC 0808	37
Gambar 3.5. Rangkaian Span and Zero	39
Gambar 3.6. Rangkaian Pembangkit PWM	40
Gambar 3.7. Rangkaian Driver H-Bridge 4 Quadran	42
Gambar 3.8. Rangkaian Pengukur Arus Jangkar	43
Gambar 3.9. Rangkaian Penghitung Putaran Motor	46

Gambar Grafik

Gambar 4.1.	Korelasi Kecepatan Putaran RPM terhadap Arus Jangkar.....	53
Gambar 4.2.	Hubungan V_{ref} Terhadap Kecepatan Putaran Motor Servo DC....	53
Gambar 4.3.	Duty-cycle Terhadap Kecepatan Putaran Motor	54
Gambar 4.4.	Arus Jangkar Terhadap Duty-cycle	55
Gambar 4.5.	Hubungan Antara V controller Pembangkit PWM dan Dutycycle Yang Dihasilkan	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Waktu Aktif Saklar	25
Tabel 3.1. Peta Alamat Terminal Input-Output	31
Tabel 3.2. Operasi Dasar 8255	33
Tabel 3.3. Nilai Konversi	39
Tabel 4.1. Pengukuran Awal karakteristik Motor Servo DC	52
Tabel 4.2. Data Pengukuran Awal Motor Servo DC dengan PWM	54
Tabel 4.3. Tabel $V_{controller}$ Pembangkit PWM Terhadap Kenaikan Dutycycle ..	55