

**ANALISIS PENGENDALI KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC
DENGAN METODA LOGIKA FUZZY
BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA8535**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro
Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh
ALI HAMZAH
74073 . 2006

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2011**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Pengendali Kecepatan Putaran Motor DC dengan
Metoda Logika *Fuzzy* Berbasis Mikrokontroller ATmega8535
Nama : ALI HAMZAH
BP/Nim : 2006 / 74073
Jurusan : Teknik Elektro
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2011

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Drs. Ahyanuardi, MT
NIP. 19590105 198503 1 002

Mukhlidi Muskhir, S.Pd., M.Kom
NIP. 19730908 200501 1 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro FT UNP

Drs. Aswardi, MT
NIP. 19590221 198501 1 014

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Didepan Tim Penguji Tugas Akhir
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

**Judul : Analisis Pengendali Kecepatan Putaran Motor DC dengan
Metoda Logika *Fuzzy* Berbasis Mikrokontroller ATmega8535**
Nama : ALI HAMZAH
BP/Nim : 2006 / 74073
Jurusan : Teknik Elektro
Prodi : Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2011

Tim Penguji :

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Drs. Ahyanuardi, MT	_____
Sekretaris	: Mukhlidi Muskhir, S.Pd., M.Kom	_____
Anggota	: Drs. Amirin Supriyatno, M.Pd	_____
Anggota	: Drs. Ta'ali, M.T	_____
Anggota	: Oriza Candra, S.T., M.T	_____

DAFTAR ISI

	Hal
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6

BAB II KAJIAN TEORI

A. Sistem Kendali	7
1. Sistem kendali <i>loop</i> terbuka dan <i>loop</i> tertutup	7
2. Spesifikasi kontrol Sistem Kendali	9
B. Motor DC Penguat Terpisah	10
C. Logika Fuzzy	14
1. Fuzzifikasi	18
2. Evaluasi Rule	22
3. Defuzzifikasi	24
D. Mikrokontroler Atmega8535	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Blok Pengendali Kecepatan Motor DC	33
---	----

B. Perancangan Perangkat Keras	35
1. Perancangan Sistem Mesin DC	35
2. Perancangan Catudaya	37
3. Perancangan Rangkaian Mikrokontroller	37
4. Perancangan Masukan <i>Set Point</i>	38
5. Perancangan Rangkaian <i>DC to DC Converter</i>	39
6. Perancangan <i>Driver</i> Motor	40
7. Perancangan Perubahan Beban	40
C. Perancangan Perangkat Lunak	41
1. Inialisasi Port Input dan Output	41
2. Masukan <i>Analog Digital Converter</i> (ADC)	42
3. Perancangan Pengendali Logika <i>Fuzzy</i>	43

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Spesifikasi Alat	48
B. Pengujian Catudaya	48
C. Pengujian Rangkaian Mikrokontroller	50
D. Pengujian <i>DC to DC Converter</i>	51
E. Pengujian <i>Analog to Digital Converter</i> (ADC)	53
F. Pengujian <i>Driver</i> Motor	54
G. Pengujian Perubahan Beban	56
H. Pengujian Pemograman Fuzzy	56
I. Pengujian Rangkaian Keseluruhan	63

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	74
B. Saran	74

DAFTAR PUSTAKA	75
-----------------------------	----

LAMPIRAN	77
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
2.1. Diagram Blok Sistem Kendali Secara Umum	7
2.2. Diagram Sistem Kendali Kecepatan Secara <i>Loop</i> Terbuka	8
2.3. Diagram Sistem Kendali Kecepatan Secara <i>Loop</i> Tertutup	8
2.4. Kinerja sistem kendali dalam domain waktu	9
2.5. Rangkaian Ekuivalen Motor DC Penguat Terpisah	11
2.6. Kurva Karakteristik Motor	14
2.7. Istilah dalam <i>Fuzzy Logic</i>	16
2.8. Struktur Dasar Kendali <i>Fuzzy Logic</i>	18
2.9. Representasi Kurva Segitiga	19
2.10. Representasi Kurva Trapesium	20
2.11. Metode Max-Min	24
2.12. Diagram Proses Defuzzifikasi	26
2.13. Konfigurasi Kaki IC ATmega8535	28
3.1. Diagram Blok Sistem Pengendali Kecepatan Motor DC	33
3.2. Diagram Blok Sistem Pengendali Kecepatan Motor DC Menggunakan ATmega8535	34
3.3. Rangkaian Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC	36
3.4. Rangkaian Catudaya	37
3.5. Rangkaian Mikrokontroller ATmega8535	38
3.6. Skema Masukan <i>Set Point</i> Melalui Potensiometer	39
3.7. Rangkaian <i>DC to DC Converter</i>	39
3.8. Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC	40
3.9. <i>Flowchart</i> Program Kendali	41
3.10 Fungsi Keanggotaan untuk Input <i>Error</i> dan <i>Delta Error</i> Kecepatan	44
3.11. Fungsi Keanggotaan untuk Output Perubahan Tegangan	45
4.1 Nilai Program Hasil <i>Fuzzifikasi</i>	58
4.2 Nilai Program Hasil <i>Evaluasi Rule</i>	61
4.1 Nilai Program Hasil <i>Defuzzifikasi</i>	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
2.1. Fungsi-fungsi Alternatif Port B	29
2.2. Fungsi-fungsi Alternatif Port D	31
3.1. Inialisasi Port Input dan Output	42
3.2. Batas-batas Fungsi Keanggotaan <i>Error</i> (e) dan <i>Delta Error</i> (de) Kecepatan Motor	44
3.3 Basis Aturan dengan 5 Fungsi Keanggotaan	46
4.1. Pengukuran Catudaya	49
4.2 Pengujian <i>DC to DC Converter</i>	51
4.3 Pengujian Masukan Set Point	53
4.4 Pengujian <i>Driver</i> Motor	55
4.5 Pengujian Perubahan Beban	56
4.6 Pengujian Rangkaian Keseluruhan	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1. Surat Tugas	77
2. Permohonan Pengambilan Data	78
3. Bagian Hardware	79
4. <i>List</i> Pemograman <i>Fuzzy</i>	80
5. <i>Datasheet</i> Mikrokontroller ATmega8535	85
6. <i>Datasheet</i> Optocoupler MOC3020	90
7. <i>Dataheet</i> SCR 2N4441	95

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Motor listrik banyak dipakai pada industri yang memerlukan kestabilan putaran saat pembebanan. Motor listrik yang sering digunakan dalam sistem kontrol industri adalah motor DC dibandingkan dengan motor AC. Kecepatan kerja motor DC mudah dikendalikan dalam suatu rentang kecepatan yang lebar. Karena motor arus searah mempunyai karakteristik kopel-kecepatan yang menguntungkan dibandingkan dengan motor lainnya (Zuhal, 1991:152). Disamping itu torsi awalnya besar, namun kelemahannya adalah kecepatannya akan berubah bila terjadi perubahan beban. Untuk itu diperlukan pengontrolan kecepatan untuk mempertahankan kecepatan motor DC agar konstan walaupun terjadi perubahan beban.

Berbagai bentuk pengontrolan motor DC yaitu dengan pengontrolan manual, semi-otomatis dan otomatis. Pada pengontrolan manual, kontrol kecepatan yang dilakukan pada saat terjadi perubahan beban dengan cara langsung mengatur parameter-parameternya menggunakan operator. Seperti mengatur tegangan *input* jangkar. Untuk pengontrolan secara semi-otomatis, kontrol kecepatan dapat dilakukan dengan cara mengganti peranan operator dengan komponen lain yang bekerja sesuai dengan fungsi operator seperti menggunakan transistor, thyristor, dc chopper dan lain-lain.

Pada pengontrolan secara otomatis, pengontrolan dilakukan dengan menambahkan perangkat tambahan lainnya seperti mikrokontroller, PLC (*Programmable Logic Controller*), DSP (*Digital Signal Processor*) dan lain-lain. Untuk mengendalikan pengontrolan ini dilakukan dengan sistem kendali seperti logika *fuzzy*, *Proporsional-Integral* (PI), *Proporsional-Derivatif* (PD), *Proporsional-Integral-Derivatif* (PID). Dengan pengontrolan secara otomatis ini maka kualitas hasil pengendalian dapat lebih baik dibandingkan dengan metoda sebelumnya.

Dalam penelitian ini proses otomatisasi menggunakan mikrokontroler ATmega8535. Mikrokontroler ini termasuk mikrokontroler AVR buatan Atmel. Keunggulannya dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya yaitu memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Compute*) dimana mikrokontroler ini membutuhkan 12 siklus *clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi. Selain itu mikrokontroler AVR memiliki fitur lengkap seperti ADC internal, EEPROM internal, timer / counter, watchdog timer, PWM, port I/O, komunikasi serial, komparator dan lain-lain (Andrianto, Heri, 2008:2).

Sebelum adanya teori logika *fuzzy*, sistem kendali yang digunakan baik kendali *Proporsional-Integral* (PI), *Proporsional-Derivatif* (PD), *Proporsional-Integral-Derivatif* (PID) selalu memerlukan suatu pernyataan yang tepat secara numeris atau matematis untuk menghubungkan input dengan output dalam suatu sistem. *Plant* modern lebih kompleks, yaitu mempunyai *multi input*

dan *multi output* menjadikan sistem suatu kendali harus cermat dan teliti yang mendekati *set point* yang dibutuhkan.

Fuzzy Logic Controller (FLC) sangat menjanjikan dalam pengaturan kecepatan motor. Logika *fuzzy* semenjak ditemukan oleh Lotfi A Zadeh sampai sekarang telah berkembang pesat, hingga dikenal dalam sistem kendali dengan kendali *fuzzy* (*Fuzzy Logic Control*). Sistem *fuzzy* akan memberikan solusi yang paling baik. Hal ini sebagaimana yang dikemukakan oleh Lotfi A Zadeh: “ Pada hampir semua kasus kita dapat menghasilkan suatu produk tanpa menggunakan logika *fuzzy*, namun menggunakan *fuzzy* akan lebih cepat dan lebih murah ” (Kusumadewi, 2002:3). Logika *fuzzy* menawarkan logika alternatif yang berbeda dengan logika konvensional (Logika Boolean). Sekarang kendali *fuzzy* telah menjadi logika yang menawarkan kepada kendali cerdas yang dapat mempertimbangkan kondisi secara mudah.

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk pengaturan kecepatan motor DC menggunakan mikrokontroler dengan metoda logika *fuzzy*. Namun penelitian yang dilakukan masih bersifat simulasi baik dengan program simulasi maupun dengan motor DC berdaya kecil. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Syukhri dengan judul penelitian “Kendali Putaran Motor DC dengan Logika *Fuzzy*”. Sehingga hasil penelitian belum mendekati aplikasinya di industri yang menggunakan motor berdaya besar.

Dari uraian di atas maka penulis mencoba mengangkatnya dalam tugas akhir ini dengan judul **Analisis Pengendali Kecepatan Putaran Motor DC dengan Metoda Logika *Fuzzy* Berbasis Mikrokontroler ATmega8535.**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, masalah yang dihadapi adalah peningkatan kinerja motor berupa kemampuan menjaga kecepatan agar tetap pada *set point* ketika terjadi perubahan beban serta kecepatan sistem dalam mengejar *set point* yang diaplikasikan pada motor DC berdaya besar. Kemampuan menjaga kecepatan agar tetap sesuai dengan *set point* ketika terjadi perubahan beban maupun kemampuan sistem untuk mengejar kecepatan agar mencapai *set point* ketika motor mulai berjalan menjadi faktor yang sangat penting sebagai ukuran kinerja pengendali kecepatan motor. Oleh karena itu banyak penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja motor tersebut.

Logika *fuzzy* merupakan salah satu jenis sistem cerdas yang konsep kerjanya menghubungkan linguistik (seperti agak, cukup dan sangat) dan kemampuan berfikir manusia sehingga representasi dari suatu besaran tidak dalam bentuk *boolean* (ya/tidak) tetapi berupa nilai-nilai antara besaran-besaran yang didefinisikan. Pada implementasi logika *fuzzy* untuk mengontrol sebuah *plant*, *plant* tidak perlu dimodelkan seperti pada cara konvensional yang rumit sehingga implementasi sistem kendali lebih sederhana. Untuk menjaga agar kecepatan tetap pada *set point* digunakan metoda kendali dengan menggunakan logika *fuzzy* sehingga kerumitan seperti pada metode konvensional dapat dihindari.

C. Batasan Masalah

Agar pokok permasalahan dalam penelitian ini lebih terarah, penulis mengambil ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut:

1. Sejauh mana pengaruh *fuzzy logic controller* terhadap respon kendali kecepatan motor apabila terjadi perubahan beban
2. Parameter pengendalian menggunakan dua input yaitu *error* dan *delta error* putaran motor terhadap *set point*, serta satu output yaitu *delta* tegangan
3. Pemograman *fuzzy logic* menggunakan program CodeVision AVR.

D. Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dari penelitian ini yakni :

1. Bagaimana mengatur kecepatan putaran motor DC pada *set point* yang ditetapkan terhadap perubahan beban
2. Bagaimana mengembangkan aturan logika *fuzzy* dalam proses pengaturan kecepatan motor DC terhadap respon perubahan beban.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengatur kecepatan putaran motor DC pada *set point* yang ditetapkan terhadap perubahan beban
2. Mengembangkan aturan logika *fuzzy* dalam proses pengaturan kecepatan motor DC terhadap respon perubahan beban.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Memberikan alternatif pengaturan kecepatan motor DC dengan kendali logika *fuzzy*
2. Meningkatkan performa pengaturan putaran motor DC, dengan memberikan sistem kendali logika *fuzzy* pada pemograman mikrokontroler
3. Mengarahkan pengguna untuk menggunakan mikrokontroler untuk mengatur kecepatan motor
4. Pengendali ini dapat diterapkan untuk beban yang besar bagi keperluan industri.