



**DESAIN PEMBUATAN *PROTOTYPE* SISTEM PENGATURAN
KECEPATAN MOTOR DC PENGUAT TERPISAH BERBASIS
MIKROKONTROLER DENGAN LOGIKA FUZZY**

SKRIPSI

Oleh

**Mohtar Tri Efendi
NIM 101910201102**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**DESAIN PEMBUATAN *PROTOTYPE* SISTEM PENGATURAN
KECEPATAN MOTOR DC PENGUAT TERPISAH BERBASIS
MIKROKONTROLER DENGAN LOGIKA FUZZY**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Mohtar Tri Efendi
NIM 101910201102**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan yang ku raih sebelum menuju kesuksesan selanjutnya dalam hidup ku. Tenaga dan pikiran telah ku korbankan selama 4 tahun. Untuk itu saya ingin mempersembahkan karya ini kepada:

Ayahanda Said, Ibunda Misnatun, Kakakku Eko Yuli Awati dan Pipit Dwi Lestari terima kasih atas doa, dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya;

Teman dan sahabatku sebagai tempat berbagi suka dan duka yang tidak akan terlupakan Karena ga ada kalian aku tidak akan seperti ini;

Temen-temen elektro Alih Program dan bersama kalian sungguh merupakan kenangan terindah yang tak akan pernah terlupakan. Terima kasih teman atas cinta, kasih sayang, persaudaraan yang begitu indah dan kalian adalah selalu yang terbaik bagiku;

Buat semua teman-teman Jurusan Elektro angkatan 2008, 2009, 2010 dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang ikut membantu dalam skripsi ini;

Guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidik dengan penuh kesabaran;

Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun. dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan, dan hati agar kamu bersyukur (menggunakannya sesuai petunjuk Ilahi untuk memperoleh pengetahuan)”
(QS Al-Nahl [16]: 78)

“Ilmu itu ada dua macam, ilmu di dalam dada, itulah yang bermanfaat, dan ilmu sekadar di ujung lidah, maka itu akan menjadi saksi yang memberatkan manusia”
(Sabda Rasulullah)

“Dua keinginan yang tidak pernah puas, keinginan menuntut ilmu dan keinginan menuntut harta”
(Sabda Rasulullah)

*“Keberhasilan datangnya dari diri kita sendiri selain dari Allah
Maka raihlah keberhasilan itu dengan usaha keras dan do'a”*

*“Do'a dan dukungan orang tua memberikan motivasi tersendiri
buat kita untuk mencapai semua cita-cita kita”*

*“Pergunakanlah waktu sebaik mungkin dan Kerjakanlah
apa yang bisa kamu kerjakan hari ini
Karena waktu sangat berharga tidak dapat diulang kembali”*
(Mohtar Tri Efendi)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohtar Tri efendi

NIM : 101910201102

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: **Desain Pembuatan *Prototype* Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC Penguat Terpisah Berbasis Mikrokontroler Dengan Logika Fuzzy** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Februari 2015

Yang menyatakan,

Mohtar Tri Efendi
NIM. 101910201102

SKRIPSI

DESAIN PEMBUATAN *PROTOTYPE* SISTEM PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC PENGUAT TERPISAH BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN LOGIKA FUZZY

Oleh

Mohtar Tri Efendi
NIM. 101910201102

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Sri Kaloko, ST., MT.
Dosen Pembimbing Anggota : H.R.B. Moch. Gozali, ST., MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Desain Pembuatan *Prototype* Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC Penguat Terpisah Berbasis Mikrokontroler Dengan Logika Fuzzy” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

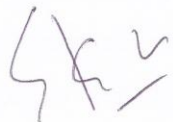
Hari : Rabu

Tanggal : 18 Februari 2015

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

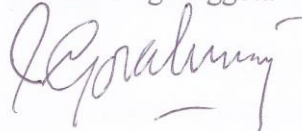
Menyetujui,

Pembimbing Utama



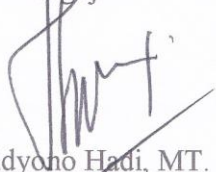
Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T.,M.T.
NIP. 19710402 200312 1 001

Pembimbing Anggota



H. R. B. Moch. Gozali, ST., MT.
NIP. 19690608 199903 1 002

Penguji I



Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP. 19610414 198902 1 001

Penguji II



Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT.
NIP. 19800610 200501 1 003

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP. 19610414 198902 1 001

Desain Pembuatan *Prototype* Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC Penguat Terpisah Berbasis Mikrokontroler Dengan Logika Fuzzy

Mohtar Tri Efendi

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Dalam skripsi ini dibuat teknik pengendalian kecepatan putaran motor DC dengan logika fuzzy dan pencatudayaan motor DC dengan PWM (*Pulse Width Modulation*). Logika fuzzy merupakan salah satu metode kecerdasan buatan yang menghubungkan bahasa dan kemampuan berfikir manusia. Logika fuzzy memungkinkan pembuatan sistem kendali tanpa pemodelan plant yang rumit akan tetapi menghasilkan output yang baik. *Input setting point* diberikan melalui potensiometer yang diatur otomatis oleh motor servo kemudian diproses dalam mikrokontroler dan hasil keluaran berupa putaran motor DC. Fungsi keanggotaan berbentuk segitiga dengan E (error kecepatan yaitu selisih *setting point* dengan kecepatan pada sensor) dan ΔE (perubahan selisih *error* kecepatan) sedangkan outputnya berupa sinyal PWM untuk membangkitkan putaran motor DC. Analisa hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengaturan kecepatan menggunakan fuzzy lebih baik dalam menjaga *setting point* pada pembebanan yang bervariasi dari pada sistem tanpa menggunakan fuzzy.

Kata kunci: *motor dc, mikrokontroller, logika fuzzy, PWM.*

***Design Of Separately Excited DC Motor Prototype Speed Control System Based
Microcontroller Using Fuzzy Logic Method***

Mohtar Tri Efendi

*Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Jember University*

ABSTRACT

This paper present a control speed dc motor using microcontroller with fuzzy logic method within PWM (Pulse Width Modulation) as a supply. Fuzzy logic is one of the methods of artificial intelligence that connects the language and the ability of human thinking. Fuzzy logic method is a control system without the use of complex modeling plant and give response output better. Potentiometer used as a setting point (input) to control rotation at processed into microcontroller, an expected rotation motor DC as a output. Triangular as an input membership function with E (speed error is the difference setting point with the speed on the sensor) and ΔE (vary speed of error) and the output in the form of a PWM signal to generate DC motor rotation. Analysis the test results indicate that the speed control system using fuzzy is better in maintaining the setting point at varying load rather than system without fuzzy.

Key words: motor DC, microcontroller, fuzzy logic method, PWM.

RINGKASAN

Desain Pembuatan *Prototype* Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC Penguat Terpisah Berbasis Mikrokontroler Dengan Logika Fuzzy; Mohtar Tri Efendi; 101910201102; 2015: 66 halaman; Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Motor DC (*Direct Current*) pada saat ini adalah salah satu komponen penting yang banyak digunakan pada peralatan elektronika. Contohnya digunakan pada DVD player, laptop, printer sampai pada robotika. Perkembangan teknologi elektronika terus dikembangkan dengan dibuat perangkat pengendali dengan ukuran yang kecil akan tetapi memiliki kemampuan kontrol cepat, akurat dan canggih yaitu salah satunya menggunakan mikrokontroler. Melalui mikrokontrol ini kita dapat membuat atau merancang sebuah pengendali untuk macam-macam kebutuhan, misalnya untuk pengendalian kecepatan motor DC.

Salah satu teknik pembangkitan sinyal untuk motor DC adalah dengan PWM (*Pulse Width Modulation*). Teknik ini adalah sebuah teknik yang kuat untuk melakukan kontrol terhadap sirkuit analog dengan menggunakan *output digital* dari sebuah prosesor. PWM diaplikasikan dalam banyak variasi aplikasi, dari pengukuran dan komunikasi sampai kontrol daya dan konversi.

Beberapa penelitian sebelumnya mengangkat tema yang sama misalnya: “Analisis Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Logika Fuzzy” yang lebih banyak membahas simulasi logika fuzzy tidak dijelaskan tentang pengendalian kecepatan motor berbasis mikrokontroler. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengatur kecepatan motor DC melalui PWM dan meningkatkan kinerja motor DC dalam menjaga *set point* agar kecepatannya tetap stabil ketika terjadi gangguan (beban).

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah *subhanahu wa ta'ala* yang dengan rahmat dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai utusan-Nya yang terakhir.

Skripsi yang berjudul “**Desain Pembuatan *Prototype* Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC Penguat Terpisah Berbasis Mikrokontroler Dengan Logika Fuzzy**” merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember. Penulis memperoleh bimbingan dan saran saran dari berbagai pihak, oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dr. Tri wahyu, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Dr. Bambang Sri Kaloko, ST., MT selaku dosen pembimbing utama dan H. R. B. Moch. Gozali, ST., MT selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan laporan skripsi ini;
4. Ir. Widyono Hadi, MT dan Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT selaku tim penguji dalam sidang skripsi terima kasih telah meluangkan waktu dan memberikan masukan masukan berharga bagi penulis untuk menyempurnakan skripsi ini;
5. Ayahanda Said, ibunda Misnatun, kedua kakakku Eko yulawati dan Pipit Dwi Lestari terima kasih atas doa, dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya;

6. Teman-teman Alih Program dan seluruh angkatan di Program Studi Teknik Elektro yang telah membantu meluangkan pikiran dan tenaga demi terselesaikannya laporan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro, kritik dan saran diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Jember, Februari 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Motor DC	5
2.1.1 Pengaturan Kecepatan Putaran Motor DC	9
2.2 Logika Fuzzy	11
2.2.1 Sistem Fuzzy	12
2.2.2 Tahap pemodelan dalam Fuzzy Logic	13
2.2.3 Notasi Himpunan Fuzzy	13
2.2.4 Fungsi Keanggotaan (<i>Membership Function</i>).....	14
2.2.5 Langkah Pengembangan Kendali Fuzzy	15
2.2.6 Pengendali Logika Fuzzy.....	16

2.2.7 Kelebihan Dan Kekurangan Kendali Fuzzy.....	20
2.3 (PWM) <i>Pulse Width Modulation</i>	20
2.4 Rangkaian Driver Motor DC	23
2.5 Mikrokontrol AVR ATmega 8535	24
2.5.1 Port Sebagai Input/Output Digital	25
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tahap Perancangan	27
3.1.1 Perancangan Blok Pengendali Kecepatan Motor DC	27
3.2 Blok Diagram	28
3.3 Prinsip kerja Diagram	29
3.4 Perancangan <i>Hardware</i>	30
3.4.1 Perancangan Rangkaian <i>Power Supply</i>	30
3.4.2 Rangkaian Sistem Minimum.....	31
3.4.3 Rangkaian <i>Driver Motor</i>	32
3.4.4 Perancangan Masukan Kecepatan Referensi (<i>Set Point</i>)	32
3.4.5 Perancangan Sensor <i>Encoder</i>	33
3.5 Perancangan <i>Software</i>	35
3.5.1 Perancangan Pembaca Masukan <i>Set Point</i> Melalui Potensiometer	35
3.5.2 Perancangan Modul Pencacah Pulsa Encoder	35
3.6 Perancangan Logika Fuzzy	36
3.6.1 Fuzzifikasi.....	36
3.6.2 Inferensi Fuzzy.....	39
3.6.3 Defuzzifikasi	39
3.7 Pengendalian Logika Fuzzy	41
3.8 Metode Pengambilan Kesimpulan	41
3.9 <i>Flowchart</i>	42
3.9.1 <i>Flowchart</i> Program	41
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengujian Rangkaian <i>Encoder</i>	45
4.2 Pengujian Pulsa PWM Dari Mikrokontroler	46
4.3 Pengujian Pulsa PWM Dari <i>Driver Motor</i>	46
4.4 Pengujian Masukan <i>Set Point</i>	47

4.5 Pengujian Tegangan Keluaran <i>Driver</i> Terhadap Masukan PWM	46
4.6 Pengujian Kecepatan Motor Terhadap Masukan PWM	48
4.7 Hasil Pengambilan Data	48
4.7.1 Pengambilan Data Manual Alat	48
4.7.2 Pengambilan Data Tanpa Fuzzy	50
4.7.3 Pengambilan Data Dengan Fuzzy	52
BAB 5 PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor DC Seri	5
Gambar 2.2 Model Motor DC	6
Gambar 2.3 Rangkaian Ekuivalen Motor DC Penguat Terpisah.....	7
Gambar 2.4 Karakteristik Torsi dan Kecepatan Motor DC Penguat Terpisah	8
Gambar 2.5 Interaksi Motor DC dan Beban Mekanik.....	9
Gambar 2.6 Bentuk-Bentuk Umum Fungsi Keanggotaan.....	14
Gambar 2.7 Sistem Fuzzy.....	15
Gambar 2.8 Diagram Blok Pengembangan Kendali Fuzzy.....	15
Gambar 2.9 Evaluasi Aturan.....	17
Gambar 2.10 Metode Max	18
Gambar 2.11 Metode <i>Centroid</i>	18
Gambar 2.12 Metode Mean of Maximum	19
Gambar 2.13 Bentuk Sinyal PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	21
Gambar 2.14 Sinusoidal- <i>Pulse Width Modulation</i>	22
Gambar 2.15 Pembangkitan Sinyal PWM.....	23
Gambar 2.16 Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC	24
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Pengendali Kecepatan Motor DC.....	27
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC	28
Gambar 3.3 Rangkaian Catu Daya Minimum Sistem	31
Gambar 3.4 Rangkaian Catu Daya Motor DC.....	31
Gambar 3.5 Rangkaian Driver Motor	32
Gambar 3.6 Skema Masukan <i>Set Point</i> Melalui Potensiometer	33
Gambar 3.7 Rangkaian Sensor <i>Encoder</i>	33
Gambar 3.8 Phototransistor Interrupter H21A3	34
Gambar 3.9 Bentuk Fungsi Keanggotaan E dan CE Berupa Segitiga.....	37
Gambar 3.10 Fungsi keanggotaan <i>Error</i>	38
Gambar 3.11 Fungsi keanggotaan Δ <i>Error</i>	38
Gambar 3.12 <i>Output</i> Putaran Motor Servo	40
Gambar 3.13 Struktur kontrol logika fuzzy.....	41

Gambar 3.14 <i>Flowchart</i> Program	43
Gambar 3.15 Rangkaian Keseluruhan Alat	44
Gambar 4.1 Pengujian Pulsa <i>Encoder</i>	45
Gambar 4.2 Pengujian Pulsa PWM Dari Mikrokontroler	46
Gambar 4.3 Pengujian Pulsa PWM Dari <i>Driver</i> Motor	46
Gambar 4.4 Grafik Tegangan Keluaran <i>Driver</i> Terhadap Masukan PWM.....	47
Gambar 4.5 Grafik Kecepatan Motor DC Terhadap Masukan PWM	48
Gambar 4.6 Pengujian Pemberian Beban	50
Gambar 4.7 Kecepatan Motor DC Tanpa Fuzzy Terhadap Perubahan Beban ...	51
Gambar 4.8 Kecepatan Motor DC Dengan Fuzzy Terhadap Perubahan Beban.	53
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Tanpa Fuzzy dan Menggunakan Fuzzy	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konfigurasi pin port ATmega 8535	26
Tabel 3.1 Register pada TCCR Timer 0	36
Tabel 3.2 Rule Fuzzy	39
Tabel 3.3 Register Pada TCCR1A.....	42
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Data	49
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Data Tanpa Fuzzy	50
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Data Dengan Fuzzy	52