



**KONTROL KECEPATAN MOTOR *DC* MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLLER DENGAN METODE KOMBINASI
PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE DAN *FUZZY*
*LOGIC CONTROLLER***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

**NAMA : Muhammad Yusuf Avianto
NPM : 15320008**

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI INFORMASI

INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

JAKARTA

FEBRUARI 2019

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Yusuf Avianto

NPM : 15320008

Tanggal : 12 Februari 2019



HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Yusuf Avianto

NPM : 15320008

Mahasiswa : Fisika

Tahun Akademik : 2018/2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan

Tugas Akhir yang berjudul:

Kontrol Kecepatan Motor *DC* Menggunakan Mikrokontroler Dengan Metode Kombinasi *Proportional-Integral-Derivative* dan *Fuzzy Logic Controller*.

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Jakarta, 12 Februari 2019



Muhammad Yusuf Avianto

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Yusuf Avianto

NPM : 15320008

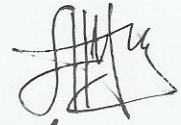
Program Studi : Fisika

Judul Skripsi : Kontrol Kecepatan Motor *DC* Menggunakan Mikrokontroler
Dengan Metode Kombinasi *Proportional-Integral-Derivative*
dan *Fuzzy Logic Controller*

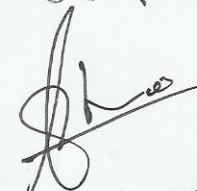
**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima
sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar
Sarjana S.Si pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi
Informasi, Institut Sains dan Teknologi Nasional**

Dewan Penguji

Pembimbing 1 : Drs. Asep Yuyu, M.T

()

Pembimbing 2 : Drs. Endang Iriawan, M.Si

()

Penguji 1 : Prof. Dr. B.E.F. da Silva, Msc, DEA

()

Penguji 2 : Veriah Hadi, S.Si, M.Si

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 12 Februari 2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan proposal tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk melanjutkan penelitian tugas akhir sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Program Studi Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi Informasi Institut Sains Dan Teknologi Nasional. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- a) Drs. Asep Yuyu, MT selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- b) Drs. Endang Iriawan, Msi selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- c) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- d) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 12 Februari 2019

Penulis

Muhammad Yusuf Avianto

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS

AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Institut Sains dan Teknologi Nasional, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Yusuf Avianto

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi Informasi

Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Sains dan Teknologi Nasional **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : “ Kontrol Kecepatan Motor *DC* Menggunakan Mikrokontroler Dengan Metode Kombinasi *Proportional-Integral-Derivative* dan *Fuzzy Logic Controller* “ beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Sains dan Teknologi Nasional menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) *soft copy* dan *hard copy*, merawat, dan mempublikasikan saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 12 Februari 2019

Yang Menyatakan



(Muhammad Yusuf Avianto)

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.1.1. <i>Simulation of PWM Controller Based DC Motor</i>	1
1.1.2. <i>DC Motor Speed Control Using MATLAB</i>	1
1.1.3. <i>PID Controller Based DC Motor Speed Control</i>	2
1.1.3.1. <i>Sistem Kontrol Loop Terbuka</i>	3
1.1.3.2. <i>Sistem Kontrol Loop Tertutup</i>	3
1.1.4. <i>Speed Control of DC Motor Using Fuzzy Logic Controller</i>	4
1.1.5. <i>Parameter Optimization for a Fuzzy Logic Control of a Permanent Magnet Brushless Motor</i>	4
1.1.6. <i>A Modified PID Control with Adaptive Fuzzy Controller Applied to DC Motor</i>	6
1.1.7. <i>A Fast Realization Method of Fuzzy PID Control for DC Motor</i>	7
1.2. Rumusan Masalah.....	9
1.3. Pembatasan Masalah.....	9
1.4. Tujuan.....	9
2. LANDASAN TEORI.....	10
2.1. <i>Microcontroller Arduino</i>	10
2.2. <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	11
2.3. <i>EMF Terinduksi</i>	11
2.4. <i>Sirkuit Ekuivalen dan Torsi Elektromagnetik</i>	14
2.5. <i>Permodelan Elektromekanik</i>	15
2.6. <i>PID Controller</i>	16
2.7. <i>Fuzzy Logic</i>	17
2.8. <i>Fuzzy Control</i>	17
2.9. <i>Fuzzy Sets</i>	17
3. METODE PENELITIAN.....	18
3.1. <i>Tempat Penelitian</i>	18

3.2. Waktu Penelitian.....	18
3.3. Alat.....	18
3.4. Analisis Data.....	19
3.4.1. Analisis Deskriptif.....	19
3.5. Rancang Bangun, Metode, dan Flowchart.....	19
3.5.1. <i>Flowchart Laptop</i>	22
3.5.2. <i>Flowchart Mikrokontroler</i>	24
3.5.3. <i>Flowchart Motor DC</i>	26
3.5.4. <i>Flowchart Sensor Optocoupler</i>	28
3.5.5. <i>Pengelompokan Fuzzy Sets</i>	30
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Rangkaian Kontrol Motor <i>DC</i>	32
4.2. Hasil Metode <i>PID</i> Konvensional.....	35
4.3. Hasil Metode <i>PID</i> Adaptif	40
4.4. Hasil Metode Kombinasi <i>PID</i> dan Fuzzy Logic	43
4.5. Nilai Fuzzifikasi.....	46
4.6. Tabel Hasil Eksperimen.....	47
5. PENUTUP	48
5.1. Kesimpulan.....	48
5.2. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arduino Uno Board.....	6
Gambar 2.2. PWM.....	7
Gambar 2.3. Sirkuit Ekuivalen.....	10
Gambar 2.4. PID.....	16
Gambar 3.1. Rancang Bangun Alat.....	19
Gambar 3.2. Flowchart Proses Keseluruhan.....	20
Gambar 3.3. Flowchart Laptop.....	22
Gambar 3.4. Flowchart Mikrokontroler.....	24
Gambar 3.5. Flowchart Motor DC.....	26
Gambar 3.6. Flowchart Sensor Optocoupler.....	28
Gambar 3.7. Fuzzy Sets.....	30
Gambar 4.1. Rangkaian Kontrol Motor DC.....	32
Gambar 4.2. Skematik Sirkuit.....	33
Gambar 4.3. Grafik PID 1	35
Gambar 4.4. Sampel Kecepatan PID 1	36
Gambar 4.5. Grafik PID 2.....	37
Gambar 4.6. Sampel Kecepatan PID 2.....	38
Gambar 4.7. Grafik PID Adaptif	40
Gambar 4.8. Sampel Kecepatan PID Adaptif.....	41
Gambar 4.9. Grafik Kombinasi PID dan Fuzzy Logic.....	43
Gambar 4.10. Sampel Kecepatan PID Fuzzy Logic.....	44
Gambar 4.11. Tampilan Nilai Fuzzifikasi.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Time Schedule	18
Tabel 4.1. Perbandingan Hasil	47

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1. EMF Terinduksi.....	11
Rumus 2.2. Waktu Konduktor Memotong Garis Fluks	12
Rumus 2.3. Substitusi Persamaan (2.2) dalam (2.1).....	12
Rumus 2.4. EMF Terinduksi Konduktor Paralel	12
Rumus 2.5. Susunan Konduktor	12
Rumus 2.6. EMF Terinduksi Dalam Bentuk Ringkas	12
Rumus 2.7. EMF Terinduksi Konstanta Back EMF	12
Rumus 2.8. Konstanta EMF Terinduksi	12
Rumus 2.9. Medan Fluks.....	13
Rumus 2.10. Substitusi Persamaan (2.9) ke Dalam (2.7).....	13
Rumus 2.11. Induktansi Mutual Khayal.....	13
Rumus 2.12. Substitusi Persamaan (2.10) Dalam Persamaan (2.7).....	13
Rumus 2.13. Tegangan Terminal.....	14
Rumus 2.14.Reduksi Rumus Tegangan.....	14
Rumus 2.15. Persamaan (2.14) Dikali Arus Armature.....	14
Rumus 2.16. Power Gap Udara.....	15
Rumus 2.17. Torsi Elektromagnetik.....	15
Rumus 2.18. Substitusi Persamaan (2.7) ke Dalam (2.17).....	15
Rumus 2.19. Torsi Percepatan.....	15
Rumus 2.20. Sinyal Error Yang Melewati Kontroler.....	16
Rumus 2.21. Fuzzy Sets A.....	17
Rumus 2.22. Penjabaran Fuzzy Sets A.....	17
Rumus 2.23.Fuzzy Sets A Dengan X Tak Terbatas.....	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Source Code Arduino	51
---------------------------------------	----