

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur bagi Allah SWT, karena atas segala rahmat, hidayah, serta petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**DESAIN DAN IMPLEMENTASI PENGENDALI KURSI RODA MENGGUNAKAN SINYAL EEG BERBASIS MIKROKONTROLLER**” dengan sebaik-baiknya. Adapaun tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada program Sarjana Teknik Elektro Universitas Telkom, Bandung.

Selama pengerjaan tugas akhir berlangsung, penulis banyak mendapatkan manfaat dan pembelajaran dalam kegiatan penelitian dan penulisan tugas akhir. Penulis juga mendapatkan berbagai pengalaman yang dapat memberikan pengembangan diri bagi penulis.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Semoga Allah membalas kebaikan semuanya dengan yang lebih baik. Penulis memohon maaf sedalam-dalamnya jika mendapati hal yang kurang berkenan pada penulis. Oleh sebab itu, penulis dengan lapang dada menerima segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya dan menjadi suatu kebaikan bagi pembaca dan penulis khususnya, serta bagi dunia pendidikan pada umumnya.

Bandung, September 2014

Mochamad Iman Arzak

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan selama menempuh kuliah di Universitas Telkom, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan baik moril maupun spiritual dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan serta partisipasi dari berbagai pihak yang telah membantu untuk menyelesaikan laporan ini, diantaranya :

1. Orang tua tercinta, Bapak Abdul Rojak dan Ibu Siti Fasikha atas doa, cinta serta segala motivasinya sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
2. Adik-adik penulis Muhammad Nur Khauzin dan Muhammad Sukron Nasyit atas doa dan semangatnya.
3. Bapak Unang Sunarya sebagai pembimbing I atas bimbingan, saran dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak Sugondo Hadiyoso sebagai pembimbing II atas bimbingan, saran dan masukannya yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Keluarga besar *Electronics and Intelligence Robotic Research Group (EIRRG)*, Mas Endang, Bung Rudy, Mas Sum, Bung Edy, Mas Danu, Bang Bedz, Mas Mbod, Mas Candra, Mas Andre, Mas Dian, Mas Wahyu, Mas Adam, Mas Alung, Mas Budi, Mas Bona, Mas Bima, Mas Dewa, Mas Khoirul, Ka Del, Mbak kiki, dan Kakak Mamat. Juga pada teman-teman seperjuangan Milfan, Hapis dan Haki(teman seperjuangan di Roobics Family) , Azis, Agung, Herjun, Harcol, Abid, Fadil, Tio, Pandu, Kusum, Milfan, Gilang, Sobirin. Dan juga adik-adik penerus EIRRG Yosi, Aziz, Jordon, Donny, Yodha, Cici, Jack, Yusmen, Eca, Sari dkk. Serta teman-teman lainnya yang telah memberikan keakraban, keceriaan, dukungan motivasi, ilmu dan juga pengalaman.
6. Seluruh teman-teman Jurusan Teknik Elektro dan khususnya kepada Teknik Elektro 2010 yang telah memberikan arti nilai solidaritas dan kebersamaan.
7. Seluruh penguji sidang yang telah memberikan nilai yang membanggakan bagi penulis.
8. Seluruh civitas akademika Fakultas Elektro atas segala bantuannya dan pihak-pihak lain yang turut terlibat langsung ataupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACK</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xiv</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	<b>5</b>
2.1 Electroensefalogram .....	5
2.1.1 Gelombang Otak pada EEG.....	5
2.2 Kursi Roda .....	6
2.3 Mindwave Neurosky .....	7
2.4 STM32discovery.....	8
2.5 Motor DC .....	10
2.6 Driver Motor .....	10
2.7 PID .....	11
2.7.1 Kontrol tipe-P (Proporsional) .....	11
2.7.2 Kontrol tipe-PI (Proporsional Integral).....	11
2.7.3 Kontrol PD (Proporsional Derivatif) .....	11
2.7.4 Kontrol PID (Proporsional Integral Derivatif).....	12

2.9	Sistem Kontrol Fuzzy Logic .....	12
2.9.1	Fuzzyfication .....	13
2.9.2	Inference .....	14
2.9.3	Deffuzzyfication .....	14
2.9.4	Membership Function .....	15
<b>BAB III PERANCANGAN .....</b>		<b>18</b>
3.1	Perancangan Sistem .....	18
3.2	Perancangan Mekanika Kursi Roda.....	19
3.3	Perancangan Mikrokontroler .....	21
3.4	Perancangan Aktuator .....	22
3.4.1	Driver Motor .....	22
3.4.2	Motor DC .....	22
3.5	Perancangan Sensor .....	22
3.6	Perancangan User Interface .....	23
3.7	Perancangan Fuzzy Logic .....	25
3.7.1	Fuzzyfication.....	25
3.7.2	Rule Inference .....	27
3.7.3	Deffuzzyfication .....	28
3.8	Kontrol PID.....	29
3.9	Protokol Komunikasi Mindwave Mobile.....	29
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA .....</b>		<b>31</b>
4.1	Pengujian Komunikasi Serial.....	31
4.2	Pengujian Komunikasi Mindwave Mobile ke Komputer .....	33
4.3	Pengujian Kecepatan Maksimum Pergerakan Robot.....	35
4.4	Pengujian Driver Motor DC.....	36
4.5	Pengujian Sensor Rotary Encoder .....	39
4.6	Pengujian Kontrol Fuzzy .....	40
4.7	Pengujian Kontrol PID.....	44
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>		<b>46</b>
5.1	Kesimpulan .....	46
5.2	Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>XV</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Umum Robot.....	20
Tabel 3.2 Penggunaan Fitur Mikrokontroler .....	21
Tabel 3.3 Rule Inferece.....	28
Tabel 3.4 Tipe Gelombang Otak berdasarkan Frekuensi Mindwave .....	30
Tabel 3.5 Tipe Data pada Thinkgear.dll .....	30
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Komunikasi Serial .....	32
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Komunikasi Antara Mindwave mobile dengan Komputer .....	34
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kecepatan Maksimum Robot .....	36
Tabel 4.4 Logika pada Driver Motor .....	37
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Driver Motor.....	37
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sensor Rotary Encoder.....	40
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Fuzzy Logic untuk Perintah Maju dan Berhenti .....	41
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Fuzzy Logic untuk Perintah Belok Kanan .....	42
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Fuzzy Logic untuk Perintah Belok Kiri .....	43
Tabel 4.10 Tabel Nilai Konstanta PID.....	45

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Gelombang otak .....	6
Gambar 2.2 Kursi Roda .....	7
Gambar 2.3 Mindwave NeuroSky .....	7
Gambar 2.4 STM32F4Discovery .....	9
Gambar 2.5 Motor DC .....	10
Gambar 2.6 Diagram Blok Kontrol P .....	11
Gambar 2.7 Diagram Blok Kontrol PI .....	11
Gambar 2.8 Diagram Blok Kontrol PD .....	12
Gambar 2.9 Diagram Blok Kontrol PID .....	12
Gambar 2.10 Kurva fungsi keanggotaan sigmoid .....	16
Gambar 2.11 Kurva fungsi keanggotaan segitiga .....	16
Gambar 2.12 Kurva fungsi keanggotaan Bell .....	17
Gambar 2.13 Kurva Fungsi keanggotaan trapezium .....	17
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem .....	18
Gambar 3.2 Robot Kursi Roda Tampak Samping .....	19
Gambar 3.3 Robot Kursi Roda Tampak Belakang .....	20
Gambar 3.4 Mekanika Pemasangan Motor DC, Gear dan Encoder .....	20
Gambar 3.5 Fitur Komunikasi User Interface .....	23
Gambar 3.6 Fitur Menampilkan Grafik Sinyal EEG .....	24
Gambar 3.7 Fitur Menampilkan Arah Gerak dan Grafik .....	24
Gambar 3.8 User Interface Secara Keseluruhan .....	24
Gambar 3.9 Flowchart Fuzzy Logic .....	25
Gambar 3.10 Fungsi Trpesium .....	26
Gambar 3.11 Fungsi Segitiga .....	26
Gambar 3.12 Fungsi Keanggotaan Input Tingkat Konsentrasi .....	26
Gambar 3.13 Fungsi Keanggotaan Input Gelombang Otak .....	27
Gambar 3.14 Fungsi Keanggotaan Output Kecepatan Motor .....	27

Gambar 3.15 Protokol Komunikasi Mindwave Mobile ke Komputer.....	30
Gambar 4.1 Diagram Blok Pengujian Serial.....	31
Gambar 4.2 Pengujian Saat Data Serial Dikirim .....	32
Gambar 4.3 Diagram Blok Pengujian Data Mindwave mobile .....	33
Gambar 4.4 Hasil Data Terima pada User Interface Pengujian 1 .....	34
Gambar 4.5 Hasil Data Terima pada User Interface Pengujian 2.....	34
Gambar 4.6 Hasil Data Terima Pada User Interface Pengujian 3.....	34
Gambar 4.7 Hasil Data Terima Pada User Interface Pengujian 4.....	35
Gambar 4.8 Hasil Data Terima Pada User Interface Pengujian 5.....	35
Gambar 4.9 Grafik nilai PWM terhadap tegangan output driver motor DC .....	38

## DAFTAR ISTILAH

<i>Crisp Input</i>	: Nilai pasti <i>input</i> untuk proses <i>fuzzyfication</i>
<i>Crisp Output</i>	: Nilai pasti <i>output</i> dari hasil proses <i>defuzzification</i>
<i>Crisp Set</i>	: Himpunan yang membedakan anggota dan non anggotanya dengan batasan yang jelas (Variabel Linguistik)
<i>Duty Cycle</i>	: Perbandingan antara pulsa ON dan OFF
<i>Feedback</i>	: Umpan balik
<i>Fuzzy Set</i>	: <i>Set</i> yang memiliki nilai derajat keanggotaan
<i>Input</i>	: Masukan
<i>Layout</i>	: Tata letak komponen
<i>Output</i>	: Keluaran
<i>Variable linguistic (Crisp Set)</i>	: Variabel yang bersifat umum yang bernilai kata/kalimat, bukan angka



## DAFTAR SINGKATAN

DC	: <i>Direct Current</i>
I/O	: <i>Input/Output</i>
PWM	: <i>Pulse Width Modulation</i>
RPM	: <i>Rotation Per Minute</i>
USART	: <i>Universal Synchronous and Asynchronous Receiver Transmitter</i>