

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN LEVEL DEAERATOR BERBASIS LOGIKA FUZZY DAN CASCADE CONTROL PADA PLTU MUARA KARANG

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat dalam
mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :

Nama : Muhamad Husen Ramadhan

NIM : 41421110058

Pembimbing : Julpri Andika, ST., M.Sc.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCUBUANA

JAKARTA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN LEVEL DEAERATOR BERBASIS FUZZY LOGIC DAN CASCADE CONTROL PADA PLTU MUARA KARANG



Disusun oleh :

Nama : Muhamad Husen Ramadhan

NIM : 41421110058

Program studi : Teknik Elektro

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

(Julpri Andika, ST., M.Sc.)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M. Eng)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST. M.Sc.)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhamad Husen Ramadhan

NIM : 41421110058

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul TA : Perancangan Sistem Pengendalian Level *Deaerator*
Berbasis *Fuzzy Logic* dan *Cascade Control* Pada PLTU
Muara Karang

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulis tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



(Muhamad Husen Ramadhan)

NIM.41421110058

KATA PENGANTAR

Pertama saya mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perancangan Sistem Pengendalian Level Deaerator Berbasis Fuzzy Logic dan Cascade Control Pada PLTU Muara Karang”. Tugas akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercubuana.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan serta pengalaman. Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan puji syukur atas berkat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan karunia-Nya serta ingin berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini terutama kepada :

1. Bapak Julpri Andika, ST. M.Sc. selaku dosen pembimbing dalam menyusun tugas akhir yang telah membantu dan meluangkan waktu untuk masukan dan bimbingan.
2. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST. M.Sc. selaku dosen dan koordinator tugas akhir yang telah memberikan kesempatan dan petunjuk dalam penyusunan tugas akhir.
3. Kepada istri, anak dan kedua orang tua tercinta yang telah memberi semangat, doa dan dukungan moral yang tiada henti – hentinya kepada penulis serta nasehat yang membangun.
4. Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini serta memberikan kepercayaan diri agar dapat menyelesaikan tepat pada waktunya.
5. Dan semua teman angkatan 39 Teknik Elektro Universitas Mercubuana yang telah berjuang bersama-sama serta rekan dan manajemen PLTU Muara Karang yang telah membantu.

Dalam penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna, maka dari itu kritik dan saran sangat membangun penulis untuk penyempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan semoga laporan ini berguna bagi pengembangan teknologi di masa depan.

Jakarta, 18 Januari 2023

Penulis,



Muhamad Husen Ramadhan



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.1.1 Judul..... : Kendali PI-D dan Kontrol <i>Fuzzy</i> pada <i>Plant Level Air</i> Terdistribusi	5
2.1.2 Judul..... : Sistem Kendali Level Ketinggian Air Berbasis <i>Fuzzy Control</i> Menggunakan <i>Simulink</i>	6
2.1.3 Judul : Rancang Bangun Kendali <i>Level Air</i> Otomatis Pada Tangki Dengan <i>Servo Valve</i> Berbasis <i>Fuzzy Logic Controller</i> Menggunakan Arduino	6
2.1.4 Judul : <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) for Level and</i> <i>Pressure on Deaerator</i>	7
2.1.5 Judul : <i>Comparison Between Fuzzy Logic Controller (FLC) and</i> <i>Fractional Order Proportional Integral Derivative (FOPID) Controller</i> <i>on Water Level and Steam Temperature of Steam Drum Boiler</i>	8

2.2 Deaerator	8
2.3 Fuzzy Logic Controller	10
2.4 Struktur Logika Fuzzy	12
2.4.1 Fuzzifikasi	12
2.4.2 Basic Pengetahuan	16
2.4.3 Logika Pengambilan Keputusan	17
2.4.4 Defuzzifikasi	17
2.5 Metode Fuzzy Mamdani	17
2.6 Pemodelan Plant	18
2.6.1 Pemodelan Deaerator	18
2.7 Sistem Pengendalian Otomatis	20
2.7.1 Pemodelan Elemen Pengukur dan Transmitter	21
2.7.2 Pemodelan Actuator	22
2.8 Karakteristik Respon Sistem	22
2.8.1 Time Constant (τ)	23
2.8.2 Rise Time (t_r)	23
2.8.3 Settling Time (t_s)	23
2.8.4 Delay Time (t_d)	23
2.8.5 Maximum Overshoot (M_p)	23
2.8.6 Time Peak (t_p)	24
2.8.7 Steady State Error (E_{ss})	24
2.9 Pengendalian Cascade	24
BAB III PEMODELAN DAN PERANCANGAN SISTEM	26
3.1 Lokasi Penelitian	26
3.2 Tahapan Penelitian	26
3.3 Pemodelan Plant Deaerator	30
3.4 Pemodelan Transmitter dan Sensor	34
3.4.1 Pemodelan level transmitter	34
3.4.2 Pemodelan sensor	36
3.5 Pemodelan Actuator Level	36
3.5.1 Pemodelan servo valve	37

3.5.2	Pemodelan <i>fluid coupling</i>	38
3.5.3	Pemodelan pompa.....	39
3.6	Perancangan Logika <i>Fuzzy</i>	40
3.6.1	Perancangan <i>Input</i>	41
3.6.2	Perancangan <i>Rule Base</i>	43
3.6.3	Perancangan <i>Defuzifikasi</i>	44
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1	Simulasi Pengujian <i>Open Loop</i>	46
4.2	Simulasi Pengujian <i>Fuzzy Logic Control</i>	48
4.3	Uji <i>Tracking Set Point Fuzzy Logic Control</i>	49
4.4	Simulasi Pengujian <i>PI Control</i>	51
4.5	Uji <i>Tracking Set Point PI Control</i>	52
4.6	Uji Perbandingan <i>Fuzzy Logic</i> dan <i>PI Control</i>	54
BAB V	PENUTUP	56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	xiii
LAMPIRAN	xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur dan skema deaerator	9
Gambar 2. 2 Sistem air kondensat PLTU Muara Karang	10
Gambar 2. 3 Kendali logika fuzzy pada kalang tertutup.....	11
Gambar 2. 4 Sruktur logika fuzzy	12
Gambar 2. 5 Fungsi keanggotaan segitiga	14
Gambar 2. 6 Fungsi kenggotaan trapesium.....	15
Gambar 2. 7 Fungsi Kurva-S untuk pertumbuhan	15
Gambar 2. 8 Fungsi Kurva-S untuk penyusutan	16
Gambar 2. 9 Flow diagram deaerator.....	18
Gambar 2. 10 Pendekatan model tabung horizontal	19
Gambar 2. 11 Diagram kotak sistem kontrol otomatis	20
Gambar 2. 12 Kurva karakteristik respon sistem	22
Gambar 2. 13 Sistem Pengendalian Casecade	24
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	27
Gambar 3. 2 Skema model deaerator	31
Gambar 3. 3 Simulink plant deaerator	33
Gambar 3. 4 Acceleration ramp rate	38
Gambar 3. 5 Blok diagram fuzzy logic pengendalian level deaerator	40
Gambar 3. 6 Perancangan input error	41
Gambar 3. 7 Perancangan input delta error.....	42
Gambar 3. 8 Perancangan Rule Base	43
Gambar 3. 9 Perancangan output	44
Gambar 4. 1 Rangkaian Pengujian Open Loop.....	46
Gambar 4. 2 Respon Sistem Open Loop Deaerator	47
Gambar 4. 3 Rangkaian Fuzzy Logic Control	48
Gambar 4. 4 Respon Sistem Fuzzy Logic Control.....	49
Gambar 4. 5 Respon Uji Tracking Fuzzy Logic Control	50
Gambar 4. 6 Rangkaian Pi Control	51
Gambar 4. 7 Respon Sistem PI Control	52

Gambar 4. 8 Respon Uji Tracking PI Control.....	53
Gambar 4. 9 Rangkaian Perbandingan.....	54
Gambar 4. 10 Respon sistem perbandingan Fuzzy logic dan PI Control	55



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Perancangan Rule Base	29
Tabel 3. 2 Data Operasi Deaerator	30
Tabel 3. 3 Data Desain Deaerator	31
Tabel 3. 4 Data pengukuran level transmitter pada DCS.....	34
Tabel 3. 5 Data pengukuran level transmitter aktual	35
Tabel 3. 6 Parameter input error	42
Tabel 3. 7 Parameter input delta error.....	42
Tabel 3. 8 Parameter output	45
Tabel 4. 1 Parameter Respon Sistem Open Loop	47
Tabel 4. 2 Parameter Respon Sistem Fuzzy Logic Control	48
Tabel 4. 3 Parameter Uji Tracking Fuzzy Logic Control.....	50
Tabel 4. 4 Parameter Respon Sistem PI Control.....	51
Tabel 4. 5 Parameter Uji PI Control	53
Tabel 4. 6 Perbandingan Parameter Respon Sistem Fuzzy Logic dan PI Control	54