

## **TUGAS AKHIR**

# **SIMULASI PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN LEVEL DEAERATOR BERBASIS LOGIKA FUZZY PADA PT. INDONESIA POWER SURALAYA PGU UNIT 5-7**

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



Disusun Oleh

Nama : Pinantun Wisnugraha

N.I.M : 41418120058

Pembimbing : Yudhi Gunardi, ST. MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2020**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Pinantun Wisnugraha

N.I.M : 41418120058

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Simulasi Perancangan Sistem Pengendalian *Level Deaerator*  
Berbasis Logika *Fuzzy* Pada PT. Indonesia Power Suralaya  
PGU Unit 5-7

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

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

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Penulis,  
6000  
(Pinantun Wisnugraha)



NIM. 41418120058

## LEMBAR PENGESAHAN

**SIMULASI PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN  
LEVEL DEAERATOR BERBASIS LOGIKA FUZZY PADA PT.  
INDONESIA POWER SURALAYA PGU UNIT 5-7**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Disusun Oleh

Nama : Pinantun Wisnugraha

N.L.M : 41418120058

Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

UNIVERSITAS Pembimbing Tugas Akhir

**MERCU BUANA**

(Yudhi Gunardi, ST. MT.)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyo, ST. MT.)

Koordinator Tugas Akhir

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

## ABSTRAK

Pada PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), uap yang dihasilkan dari *boiler* membutuhkan air yang dipanaskan secara bertahap melalui beberapa peralatan seperti *feedwater heater* dan *deaerator*, kemudian air dipanaskan lebih lanjut lagi di *boiler* dan menghasilkan uap yang digunakan untuk menggerakkan turbin yang terhubung satu poros dengan generator sehingga terjadi perubahan energi mekanik menjadi energi listrik. *Deaerator* merupakan peralatan yang digunakan untuk memanaskan air serta menghilangkan kadar gas yang terlarut di dalam air. Gas-gas tersebut dapat membentuk senyawa kimia yang dapat menyebabkan korosi pada dinding boiler dan pipa-pipa yang dilalui.

Level air yang ada pada *deaerator* merupakan variabel yang sangat penting untuk dijaga kestabilannya. Oleh karenanya dilengkapi dengan serangkaian sistem kontrol otomatis yang terdiri dari sensor-sensor, kontroller, serta ruang pengendali (*control room*) guna menunjang keandalan operasinya. Pada pengontrolan *level deaerator* yang menggunakan sistem kontrol *loop* tertutup dimana pengendalian *level* menggunakan LCV (*Level Control Valve*) dan *feedback* dari *Level Transmitter*, akan tetapi penggunaan sistem kontrol ini menyebabkan pengontrolan *level* air pada *deaerator* terkadang tidak stabil pada beban atau *load* tinggi.

Ketidakstabilan pengendalian *level* pada *deaerator* disebabkan pengontrolan PI yang tidak memadai untuk mengejar respon terhadap *set point* yang ditentukan, dan tidak dapat mengakomodasi gangguan dari perubahan *load* dan *disturbance* sehingga terjadi osilasi dan *overshoot* yang besar. Berdasarkan hasil rancangan kontrol *fuzzy* menghasilkan respon sistem lebih baik dibanding PI dengan *time constant* 73.45 detik, *rise time* 79.78 detik, *settling time* 209.81 detik, *maximum overshoot* 3.2%, dan *error steady state* 0.2%.

*Kata Kunci* : *Deaerator, Sistem kontrol otomatis, Level Control, Fuzzy*

## KATA PENGANTAR

Pertama saya mengucapkan terima kasih kepada Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan karunia-nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Simulasi Perancangan Sistem Kontrol *Level Deaerator* Pada Berbasis Logika *Fuzzy* Pada PT. Indonesia Power Suralaya PGU Unit 5-7”. Skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan serta pengalaman. Penyusunan skripsi 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 karunianya serta ingin berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Bapak Yudhi Gunardi, ST. MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir dalam menyusun skripsi yang telah membantu dan meluangkan waktu untuk masukan dan bimbingan.
2. Bapak Muhammad Hafidz Ibnu Hajar, ST. M.Sc selaku koordinator tugas akhir yang telah mengatur dan mengkoordinasi setiap proses mulai dari registrasi hingga sidang akhir.
3. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, ST. MT. selaku dosen tugas akhir yang telah memberikan kesempatan dan petunjuk dalam penyusunan serta analisa penelitian ini.
4. Kepada kedua orang tua tercinta yang telah memberi semangat, doa ,dan dukungan moral yang tiada henti-hentinya kepada penulis serta nasehat yang membangun.
5. Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini terutama Mifrohatul Hasanah yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam penyusunan tugas

akhir ini serta selalu memberikan kepercayaan diri agar dapat menyelesaikan tepat pada waktunya.

6. Dan semua teman-teman angkatan 34 Universitas Mercu Buana yg telah berjuang bersama-sama serta rekan-rekan manajemen PLTU Suralaya 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, 25 Juli 2020

Penulis,

Pinantun Wisnugraha

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	ii
<b>ABSTRAK</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	iv
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	viii
<b>DAFTAR TABEL</b>	x
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Penelitian	3
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penelitian	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 <i>Deaerator</i>	10
2.3 Sistem Pengendalian Otomatis	12
2.4 Karakteristik Respon Sistem	14
2.5 Pemodelan <i>Deaerator</i>	15
2.6 Pemodelan Sensor	18
2.7 Pemodelan <i>Actuator</i>	19
2.8 <i>Fuzzy Logic Controller</i>	20
2.9 Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	22
2.10 Struktur Logika <i>Fuzzy</i>	22

<b>BAB III PEMODELAN DAN PERANCANGAN SISTEM</b>	27
3.1 Lokasi Penelitian	27
3.2 Langkah Penelitian	28
3.3 Pemodelan Sistem Kontrol Deaerator	29
3.4 Pemodelan Pengendalian <i>Proportional Integral</i> (PI)	36
3.5 Pemodelan Pengendalian menggunakan <i>Fuzzy Logic</i>	37
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS</b>	42
4.1 Simulasi Pengujian Sistem Kontrol PI	42
4.2 Simulasi Pengujian Sistem Kontrol <i>Fuzzy</i>	43
4.3 Simulasi Pengujian dengan <i>Disturbance</i>	44
4.4 Simulasi Pengujian <i>Tracking Set Point</i>	46
4.5 Summary Pengujian Rangkaian Pengontrol	48
<b>BAB V PENUTUP</b>	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	52
<b>LAMPIRAN</b>	54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe <i>deaerator spray and tray</i>	11
Gambar 2.2 OIS ( <i>Operator Interface Station</i> ) Sistem air kondensat PLTU Suralaya	
Unit 5-7	12
Gambar 2.3 Diagram blok sistem pengendalian otomatis	13
Gambar 2.4 Kurva karakteristik respon	14
Gambar 2.5 Skema pemodelan matematis <i>deaerator</i>	16
Gambar 2.6 Pendekatan model sisi tabung Deaerator	17
Gambar 2.7 Skema pemasangan GWR <i>level transmitter</i>	19
Gambar 2.8 Skema Blok Diagram loop tertutup <i>Fuzzy Logic Controller</i>	21
Gambar 2.9 Struktur logika <i>fuzzy</i>	22
Gambar 2.10 Bentuk fungsi keanggotaan segitiga	24
Gambar 2.11 Bentuk fungsi keanggotaan trapezium	25
Gambar 2.12 Bentuk fungsi keanggotaan <i>gaussian</i>	25
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> penelitian	29
Gambar 3.2 <i>Piping &amp; Instrumentation Diagram</i> sistem pengendalian <i>level deaerator</i>	30
Gambar 3.3 Blok diagram sistem pengendalian <i>level deaerator</i>	30
Gambar 3.4 Pemodelan <i>plant deaerator</i> pada MATLAB <i>Simulink</i>	36
Gambar 3.5 Pemodelan Blok diagram sistem kontrol <i>level deaerator</i>	36
Gambar 3.6 Pemodelan pengendalian <i>level deaerator</i> menggunakan PI	37
Gambar 3.7 Pemodelan pengendalian <i>level deaerator</i> menggunakan logika <i>fuzzy</i>	37
Gambar 3.8 Design input <i>error</i>	38
Gambar 3.9 Design input <i>delta error</i>	39

Gambar 3.10 Perancangan <i>rule base</i>	40
Gambar 3.11 Design <i>membership function output</i>	41
Gambar 4.1 Respon sistem kontrol PI	42
Gambar 4.2 Respon sistem kontrol <i>Fuzzy</i>	43
Gambar 4.3 Respon sistem kontrol PI terhadap <i>disturbance</i>	44
Gambar 4.4 Respon sistem kontrol <i>Fuzzy</i> terhadap <i>disturbance</i>	45
Gambar 4.5 Respon sistem kontrol <i>PI</i> terhadap <i>tracking set point</i>	46
Gambar 4.6 Respon sistem kontrol <i>Fuzzy</i> terhadap <i>tracking set point</i>	46



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 spesifikasi <i>design deaerator</i> unit 5-7 PLTU Suralaya	27
Lanjutan Tabel 3.1 spesifikasi <i>design deaerator</i> unit 5-7 PLTU Suralaya	28
Tabel 3.2 Tabel <i>Input</i> mA terhadap keluaran <i>command output</i>	31
Tabel 3.3 Tabel konversi mA terhadap pembacaan <i>level deaerator</i>	32
Tabel 3.4 Tabel konversi mA terhadap pembacaan <i>level deaerator</i> dalam satuan meter	33
Tabel 3.5 Parameter input <i>error</i>	39
Tabel 3.6 Parameter input <i>delta error</i>	39
Tabel 3.7 Parameter input <i>delta error</i>	41
Tabel 4.1 Perbandingan Parameter Respon <i>Fuzzy</i> dan PI	43
Tabel 4.2 Perbandingan Parameter <i>Fuzzy</i> dan PI Uji <i>disturbance</i>	45
Tabel 4.3 Perbandingan Parameter <i>Fuzzy</i> dan PI Uji <i>Tracking Set Point</i> Naik	47
Tabel 4.4 Perbandingan Parameter <i>Fuzzy</i> dan PI Uji <i>Tracking Set Point</i> Turun	47
Tabel 4.5 Tabel 4.5 Summary Data Pengujian dari kontroller PI dan <i>Fuzzy</i>	48

## DAFTAR SINGKATAN

PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PI	: <i>Proportional Integral</i>
GWR	: <i>Guided Wave Radar</i>
P&ID	: <i>Piping &amp; Instrumentation Diagram</i>
FIS	: <i>Fuzzy Inference System</i>
TDR	: <i>Time Domain Reflectometry</i>
LCV	: <i>Level Control Valve</i>
OIS	: <i>Operator Interface Station</i>
ANFIS	: <i>Adaptive Neuro Fuzzy Inference System</i>
MM	: <i>Machine Learning</i>
NN	: <i>Neural Network</i>
IAE	: <i>Integral Absolute Error</i>
AI	: <i>Artificial Inteligence</i>
ELM	: <i>Extreme Leraning Machine</i>

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA