

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
1.6. Metodologi Penelitian	3
1.7. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III DASAR TEORI	8
3.1. Pengertian <i>Boiler</i>	8
3.2. Sistem Kontrol.....	9
3.2.1. Jenis – Jenis Sistem Kontrol <i>Loop</i> Tertutup	10
3.3. Metode Kendali PID (Proportional Integral Derivative).....	12
3.3.1. Sistem Kendali Proporsional.....	13
3.3.2. Sistem Kendali Integral.....	13
3.3.3. Sistem Kendali Derivatif.....	14
3.3.4. Penentuan Parameter PID dengan Metode <i>Ziegler-Nichols</i>	14
3.3.5. Penentuan Konstanta PID Dalam <i>Non-Selfregulating System</i>	15
3.4. Pengukuran <i>Level</i> dengan Metode Ultrasonik.....	17
3.5. <i>Control Valve</i>	17
BAB IV ANALISIS DAN RANCANGAN SISTEM.....	19

4.1.	Analisis Sistem	19
4.2.	Rancangan Sistem	20
4.3.	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	24
4.3.1.	Rancangan <i>Level Transmitter</i> (LT)	24
4.3.2.	Rancangan <i>Flow Transmitter</i> (FT)	25
4.3.3.	Rancangan Kontroller	26
4.3.4.	Rancangan <i>Valve</i>	27
4.4.	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	28
4.4.1.	Rancangan <i>User Interface</i> Sistem	32
4.5.	Rencana Pengujian	32
BAB V	IMPLEMENTASI SISTEM	33
5.1.	Implementasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	33
5.1.1.	Implementasi Tanki/ <i>Vessel</i>	34
5.1.2.	Implementasi <i>Transmitter</i>	34
5.1.3.	Implementasi Kontroller	37
5.1.4.	Implementasi Aktuator	37
5.2.	Implementasi Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	38
5.2.1.	Interface Pada LabView	38
5.2.2.	Program Arduino	43
5.3.	Kalibrasi <i>Transmitter</i>	47
5.3.1.	Kalibrasi <i>Level Transmitter</i>	47
5.3.2.	Kalibrasi <i>Flow Water Transmitter</i>	49
5.3.3.	Kalibrasi <i>Flow Steam Transmitter</i>	51
BAB VI	HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	53
6.1.	Penentuan Konstanta Master Controller (Level)	53
6.2.	Penentuan Konstanta Feedforward Controller	55
6.3.	Penentuan Konstanta <i>Slave</i> Kontroller (<i>Flow</i>)	55
6.4.	Pengujian 1-Elemen Kontrol	57
6.5.	Pengujian 3-Elemen Kontrol	59
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	69
7.1.	Kesimpulan	69
7.2.	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Proses Aliran Sistem <i>Water Tube Boiler</i> (kiri) dan <i>Fire Tube Boiler</i> (kanan).....	8
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Kontrol Sederhana	9
Gambar 3.3 Sistem Kontrol <i>Open Loop</i>	9
Gambar 3.4 Blok Diagram <i>Feedback</i> Kontrol	10
Gambar 3.5 <i>Feedforward</i> Kontrol.....	10
Gambar 3.6 <i>Cascade</i> Kontrol.....	11
Gambar 3.7 Diagram Blok PID (Ogata, 2010)	13
Gambar 3.8 <i>Tunning</i> PID <i>Ziegler-Nichols</i> dengan metode osilasi (Ogata, 2010) 15	
Gambar 3.9 <i>Measurements for Tunning a Level Control Loop</i> (Dataford,2010) 16	
Gambar 3.10 Ditektor Tipe Ultrasonik (Aziz, 2016)	17
Gambar 4.1 <i>P&ID</i> Sistem <i>Plant Mini Boiler</i>	21
Gambar 4.2 Diagram Kendali <i>3-Element Control</i>	23
Gambar 4.3 Bentuk Rancangan Fisis Sistem.	25
Gambar 4.4 Sensor aliran YF-S201	26
Gambar 4.5 Rancangan FT <i>Steam</i>	26
Gambar 4.6 <i>Wiring Diagram</i> <i>Kontroller</i>	27
Gambar 4.7 Gambar <i>Motorized Ball Valve</i>	28
Gambar 4.8 Diagram Alir pada Arduino1 (kanan) dan Arduino2 (kiri)	29
Gambar 4.9 Diagram Alir pada Labview	30
Gambar 4.10 Diagram Alir PID Program	31
Gambar 4.11 Rancangan User Interface.	31
Gambar 5.1 Penampakan Keseluruhan <i>Plant</i>	33
Gambar 5.2 Tanki/ <i>Vessel</i>	34
Gambar 5.3 Peletakan <i>Level Transmitter</i>	35
Gambar 5.4 Peletakan <i>Transmitter Flow Feedwater</i>	35
Gambar 5.5 Peletakan <i>Transmitter Flow Steam</i>	36
Gambar 5.6 Peletakan <i>Transmitter</i> Temperatur	36
Gambar 5.7 Box Panel	37
Gambar 5.8 Penamkan dan Peletakan <i>Valve</i>	38
Gambar 5.9 Tampilan Komunikasi	39
Gambar 5.10 Tampilan Muka Untuk <i>Level Kontroller</i>	40
Gambar 5.11 Blok Terminal Labview	40
Gambar 5.12 Blok Terminal <i>Visa Read</i>	41
Gambar 5.13 Blok terminal <i>Kontroller PID</i>	41
Gambar 5.14 Parameter <i>Kontroller</i>	42
Gambar 5.15 Blok Terminal <i>Serial Write</i>	42
Gambar 5.16 Data logging ke Excel	43
Gambar 5.17 Tampilan HMI Proses	43
Gambar 5.18 Program Utama Pada Arduino1	44
Gambar 5.19 Pengiriman Data ke Serial.....	44
Gambar 5.20 Program <i>Level Transmitter (LT)</i>	45
Gambar 5.21 Program <i>Flow Transmitter</i>	46



Gambar 5.22 Program <i>Temperature Transmitter</i> (TT).....	46
Gambar 5.23 Program Arduino2.....	46
Gambar 5.24 Program Pembacaan Komunikasi Serial.....	47
Gambar 5.25 Grafik Regresi Linier <i>Level Transmitter</i>	49
Gambar 5.26 Grafik Regresi Linier <i>Flow Water Transmitter</i>	50
Gambar 5.27 Grafik Regresi Linier <i>Flow Steam Transmitter</i>	52
Gambar 6.1 Respon Hasil Pengujian <i>Start Up</i> Sistem.....	54
Gambar 6.2 Respons <i>Slave controller</i> Sebelum <i>Tunning</i> ($Kc = 1$).....	56
Gambar 6.3 Respon Sistem 1-Elemen Tanpa Pembakaran.....	57
Gambar 6.4 Pengendalian <i>Level</i> Saat Terjadi Fenomena <i>Bubble</i>	59
Gambar 6.5 Respon Aliran <i>Steam</i>	59
Gambar 6.6 Respon 3-Elemen Kontrol Pada Pengisian Tanki	60
Gambar 6.7 Respons Sistem 3-Elemen dengan Gangguan Aliran Air 50%	62
Gambar 6.8 Respon Sistem 1-Elemen dengan Gangguan Aliran Air 50%	62
Gambar 6.9 Respon Sistem dengan <i>Disturbance</i> Sebesar 100%	64
Gambar 6.10 Respons Sistem 1-Elemen dengan <i>Disturbance</i> Sebesar 100%	64
Gambar 6.11 Respons Penambahan <i>Flow Steam</i> dalam Pengendalian 3-E.....	65
Gambar 6.12 Respons <i>Flow Steam</i> Terhadap <i>Flow Water-Inlet</i>	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya	7
Tabel 3.1 Penentuan konstanta PID dengan metode osilasi (Ogata, 2010)	15
Tabel 3.2 Penentuan Konstanta PID Dalam Non-Selfregulating System (Dataford,2010).....	16
Tabel 4.1 Pengujian Yang Dilakukan	32
Tabel 5.1 Konfigurasi Pin Kontroller	38
Tabel 5.2 Tabel Data Perbandingan HC-SR04 dengan Mistar	48
Tabel 5.3 Hasil Keluaran dari Regresi Linier Sederhana LT-01	48
Tabel 5.4 Tabel Data pengukuran <i>Flow</i> Water Sensor	50
Tabel 5.5 Hasil Keluaran dari Regresi Linier Sederhana FT-01.....	50
Tabel 5.6 Tabel Data Pengukuran <i>Flow Steam</i> Sensor	51
Tabel 5.7 Hasil Keluaran dari Regresi Linier Sederhana FT-02.....	51
Tabel 6.1 Konstanta PID yang Didapatkan.....	55
Tabel 6.2 Tabel Pengujian 1-Element	58
Tabel 6.3 Tabel Pengujian 3-Element	61
Tabel 6.4 Hasil Pengujian Pada Suplai Air 50%	63
Tabel 6.5 Hasil Pengujian Pada Suplai Air 100%	64
Tabel 6.6 Hasil Pengujian Fenomena <i>Bubble</i>	67