



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN BAHAN BAKAR GAS PADA
BOILER FIRE TUBE 10 TON PER JAM MELALUI INTEGRASI
SISTEM KONTROL ELEKTRO RELAY DAN MODUL KONTROL
PROPOSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID)**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**HAANAADZA MUQTI ALFATAA
41419120177**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**



**OPTIMALISASI PENGGUNAAN BAHAN BAKAR GAS PADA
BOILER FIRE TUBE 10 TON PER JAM MELALUI INTEGRASI
SISTEM KONTROL ELEKTRO RELAY DAN MODUL KONTROL
PROPOSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : HAANAADZA MUQTIALFATAA
NIM : 41419120177
PEMBIMBING : YUDHI GUNARDI, ST, MT. Ph.D

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Haanaadza Muqti Alfataa
NIM : 41419120177
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : OPTIMALISASI PENGGUNAAN BAHAN BAKAR GAS PADA
BOILER FIRE TUBE 10 TON PER JAM MELALUI INTEGRASI
SISTEM KONTROL ELEKTRO RELAY DAN MODUL
KONTROL PROPOSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

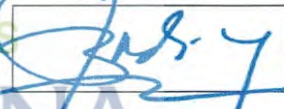
Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Yudhi Gunardi, ST, MT, Ph.D
NIDN/NIDK/NIK : 0330086902



Ketua Penguji : Ir. Budiyanto Husodo, M.Sc.
NIDN/NIDK/NIK : 0312076904



Anggota Penguji : Akhmad Wahyu Dani, ST, MT
NIDN/NIDK/NIK : 0320078501



Jakarta, 30-Juli-2024

Mengetahui,

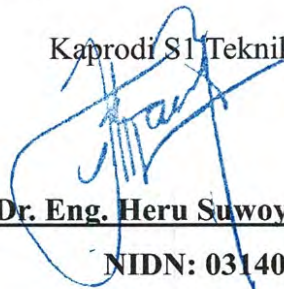
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST, M.Sc.

NIDN: 0314089201

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : HAANAADZA MUQTI ALFATAA
NIM : 41419120177
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : OPTIMALISASI PENGGUNAAN BAHAN BAKAR GAS PADA BOILER FIRE TUBE 10 TON PER JAM MELALUI INTEGRASI SISTEM KONTROL ELEKTRO RELAY DAN MODUL KONTROL PROPOSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID)

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 03 Agustus 2024** dengan hasil presentase sebesar **19%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Senin, 05 Agustus 2024

UNIVERSITAS Administrator Turnitin,

MERCU BUANA



Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Haanaadza Muqti Alfataa
N.I.M : 41419120177
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : OPTIMALISASI PENGGUNAAN BAHAN BAKAR GAS PADA BOILER FIRE TUBE 10 TON PER JAM MELALUI INTEGRASI SISTEM KONTROL ELEKTRO RELAY DAN MODUL KONTROL PROPOSIONAL INTEGRAL DERIVATIF (PID)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30-Juli-2024



Haanaadza Muqti Alfataa

ABSTRAK

Boiler industri merupakan perangkat penting yang menyediakan uap untuk berbagai proses produksi. Efisiensi dan keamanan operasional boiler sangat mempengaruhi produktivitas serta keselamatan pekerja, mengingat risiko yang mungkin terjadi seperti luka bakar, sengatan listrik, dan ledakan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem kontrol otomatis yang aman dan andal untuk operasi boiler, meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi penggunaan bahan bakar berlebih, serta mengembangkan sistem yang dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi operasional.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan pengembangan sistem kontrol berbasis PID (Proportional-Integral-Derivative) dan relay elektro magnetik. Proses penelitian melibatkan desain sistem kontrol, pembuatan panel kontrol, pemasangan sensor dan aktuator, serta kalibrasi parameter operasi. Sistem diuji dalam berbagai kondisi operasional untuk memastikan kinerja yang optimal. Penggunaan kontrol PID memungkinkan pengaturan yang lebih tepat terhadap laju alir bahan bakar dan air, sehingga tekanan uap dan ketinggian air dapat dipertahankan sesuai dengan set point yang diinginkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kontrol yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi boiler. Sistem ini dapat meningkatkan efisiensi boiler sebesar 87.50% dari sebelumnya yang hanya 84.33%. Kesimpulannya, sistem kontrol boiler berbasis PID dan relay elektro magnetik berhasil meningkatkan efisiensi dan keamanan operasional boiler. Implementasi sistem ini dapat memberikan manfaat besar bagi industri yang bergantung pada operasi boiler, dengan mengurangi risiko kecelakaan, dan meningkatkan efisiensi bahan bakar.

Kata Kunci: Boiler, Boiler Pipa Api, Boiler System, Burner, Kontrol PID, Relay. Diagram alir, Pengujian Sistem Boiler

ABSTRACT

Industrial boilers are essential devices that provide steam for various production processes. Boiler operational efficiency and safety greatly affect productivity as well as worker safety, given the possible risks such as burns, electric shock, and explosion. This research aims to build a safe and reliable automatic control system for boiler operations, improve operational efficiency by reducing excess fuel usage, and develop a system that can adapt to various operational conditions.

The methodology used in this research is a PID (Proportional-Integral-Derivative) and electro magnetic relay-based control system development approach. The research process involved the design of the control system, fabrication of the control panel, installation of sensors and actuators, and calibration of operating parameters. The system was tested under various operational conditions to ensure optimal performance. The use of PID control allows more precise regulation of the fuel and water flow rates, so that the steam pressure and water level can be maintained in accordance with the desired set points.

The results showed that the developed control system was able to improve boiler efficiency. This system can increase the boiler efficiency by 87.50% from the previous 84.33%. In conclusion, the PID-based boiler control system and electro magnetic relay successfully improve the efficiency and operational safety of the boiler. The implementation of this system can provide great benefits to industries that depend on boiler operations, by reducing the risk of accidents, and increasing fuel efficiency.

Keywords: Boiler, Fire Tube Boiler, Boiler System, Burner, PID Control, Relay. Flowchart, Boiler System Testing

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke khadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Optimalisasi Penggunaan Bahan Bakar Gas Pada Boiler Fire Tube 10 Ton Per Jam Melalui Integrasi Sistem Kontrol Elektro Relay Dan Modul Kontrol Proposional Integral Derivatif (PID)”

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi di Universitas Mercubuana. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ngadino Surip, selaku Rektor Universitas Mercubuana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr. Eng H eru Suwoyo, ST, M.SC, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercubuana.
4. Bapak Muhammad Hafidz Ibnu Hajarm ST. M., Sc, dan Ibu Ketty Siti Salamah ST, MT selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Yudhi Gunardi, ST, MT, Ph.D Selaku Pembimbing Tugas Akhir di Universitas Mercubuana
6. Bapak Abdul Hay, dan Bapak Dindin, Selaku Atasan PT Indoboiler.
7. Kedua orang tua, saudara-saudara, dan teman-teman yang telah memberikan dorongan dan semangat dalam penyusunan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat di harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat menjadi referensi yang berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 30 Juli 2024

Haanaadza Muqti A

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitain Terdahulu.....	5
2.2 Boiler	15
2.2.1 Boiler Pipa Api	15
2.2.2 Prinsip kerja boiler pipa api.....	16
2.2.3 Faktor yang mempengaruhi efisiensi boiler	17
2.3 Gas Burner	17
2.3.1 Prinsip kerja gas burner	18
2.4 Elektro Relai.....	19

2.4.1	Fungsi relai	19
2.4.2	Kelebihan dan kekurangan relai	20
2.5	Kontrol Proporsional-Integral-Derivatif (PID).....	22
2.5.1	Kontrol Proporsional	24
2.5.2	Kontrol Integratif.....	24
2.5.3	Kontrol Derivatif	25
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....		27
3.1	Identifikasi.....	28
3.1.1	Kebutuhan lapangan	28
3.1.2	Kalkulasi Bahan Bakar	29
3.2	Pengonsepan Desain.....	30
3.2.1	Block Diagram.....	30
3.2.2	Diagram Alir	33
3.2.3	Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)	37
3.2.4	Wiring Diagram	42
3.3	Pembuatan Panel Kontrol.....	44
3.4	Pemasangan.....	45
3.5	Tuning Kontroller PID	46
3.6	Penyesuaian Parameter.....	50
3.6.1	Sistem Pembakaran.....	50
3.6.2	Sistem Air Umpan	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		55
4.1	Pengujian Pengaman	55
4.2	Pengujian Operasional	56
4.3	Perbandingan	58
4.3.1	Perbandingan Tekanan Uap	58

4.3.2 Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar.....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN-LAMPIRAN	68



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Boiler Pipa Api [16].....	16
Gambar 2. 2 Perpindahan panas pada boiler [17].....	16
Gambar 2. 3 Gas Burner [19]	18
Gambar 2. 4 Relai elektro magnetik [21]	19
Gambar 2. 5 Blok diagram kontrol PID [22].....	23
Gambar 3. 1 Fishbone Diagram.....	27
Gambar 3. 2 Block diagram sebelum menggunakan pengontrol PID	31
Gambar 3. 3 Block diagram menggunakan pengontrol PID	32
Gambar 3. 4 Flow chart sistem pengisian air dengan PID	34
Gambar 3. 5 Flow chart sistem pembakaran dengan PID	36
Gambar 3. 6 Gas Train P&ID	37
Gambar 3. 7 Feed Water P&ID.....	39
Gambar 3. 8 P&ID Boiler.....	41
Gambar 3. 9 Panel layout	43
Gambar 3. 10 Wiring Diagam.....	44
Gambar 3. 11 Pembuatan Panel Kontrol	45
Gambar 3. 12 Diagram block sistem kontrol umpan balik.....	47
Gambar 3. 13 Respons sistem terhadap kontrol PID.....	48
Gambar 3. 14 Kalibrasi sistem bahan bakar	51
Gambar 3. 15 Pengontrol PID Pembakaran.....	52
Gambar 3. 16 Persentase minimum dan maksimum air boiler.....	53
Gambar 3. 17 Pengontrol PID air umpan	54
Gambar 4. 1 Operasional	58
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan tekanan uap.....	59
Gambar 4. 3 Perbandingan penggunaan bahan bakar.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2. 2 Efek Pengontrol PID [22]	26
Tabel 3. 1 Hasil Identifikasi.....	28
Tabel 3. 2 Keterangan Gas Train P&ID.....	37
Tabel 3. 3 Keterangan Feed Water P&ID	39
Tabel 3. 4 Keterangan Boiler P&ID	41
Tabel 3. 5 Kinerja dan ketahanan	49
Tabel 3. 6 Kalibrasi sistem bahan bakar	50
Tabel 3. 7 Parameter Pengontrol PID Pembakaran	51
Tabel 3. 8 Penyesuaian Prameter PID Kontroler Air.....	53
Tabel 4. 1 Pengetesan sistem pengaman.....	55
Tabel 4. 2 Check sheet sebelum menggunakan PID.....	56
Tabel 4. 3 Check sheet operasional menggunakan PID.....	57

