

**ANALISA SISTEM KONTROL *ELECTROSTATIC*
PRECIPITATOR MENGGUNAKAN PLC**

MODICON TM221

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Program Pendidikan Strata Satu**



Disusun oleh :

Muhammad Gilang Nugraha

41187003200009

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM 45

BEKASI

2024

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

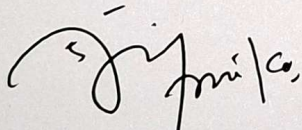
Judul : Analisa Sistem Kontrol *Electrostatic Precipitator*
Menggunakan PLC Modicon TM221
Nama : Muhammad Gilang Nugraha
NPM : 41187003200009
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 16 Desember 2024

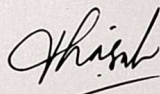
Disetujui oleh,

Pembimbing I

Pembimbing II



Aeri Sujatmiko, S.T., M.T.



Andi Hasad, S.T., M.Kom.

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Annisa Firasanti, S.T., M.T

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji sidang Skripsi dan diterima sebagai bagian pernyataan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam 45 Bekasi

**ANALISA SISTEM KONTROL *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR*
MENGUNAKAN PLC MODICON TM221**

Nama : Muhammad Gilang Nugraha
NPM : 41187003200009
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 16 Desember 2024

Tim Penguji,

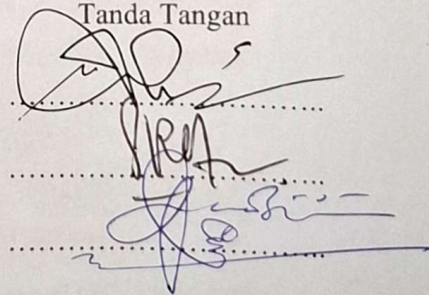
Anggota Dewan Penguji

Ketua : M. Ilyas Sikki, S.T., M.Kom.

Anggota I : Sri Marini S.T., M.T.

Anggota II : A. Hafid Paronda, Ir., M.T.

Tanda Tangan

The image shows three handwritten signatures in blue ink, each written over a horizontal dotted line. The signatures are stylized and appear to be the names of the examiners listed on the left.

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Gilang Nugraha
NPM : 41187003200009
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Fakultas : Teknik
Email : muhammadgilang.nug@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul “**Analisa Sistem Kontrol *Electrostatic Precipitator* Menggunakan PLC Modicon TM221**” bebas dari plagiarisme. Rujukan penulis sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku umum.

Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bukti plagiarisme tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi dengan peraturan perundangan-undangan yang berlaku.

Bekasi, 16 Desember 2024

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Gilang Nugraha

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Kalau niat pasti ada jalannya,
kalau ga niat pasti ada aja alasannya”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah Swt atas rahmat dan hidayah Nya Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Hasil karya ilmiah penulis persembahkan kepada :

1. Orang Tua Penulis Ibu tercinta yang telah memberikan dorongan semangat dan bantuan baik secara moral maupun materi.
2. Diri penulis sendiri sebagai pembuktian bahwa sesulit apapun rintangan dapat diselesaikan juga.
3. Teman-teman mahasiswa seperjuangan Teknik Elektro Universitas Islam 45.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, sebagai salah satu syarat akademis yang wajib ditempuh mahasiswa dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Islam “45” Bekasi.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberi bimbingan, bantuan, dan dukungan moril maupun materil sehingga memudahkan penulis dalam penyelesaiannya. Saya menyadari skripsi ini tidak terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Riri Sadiana, S.Pd., M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Elektro Unisma Bekasi.
2. Ibu Annisa Firasanti, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Elektro S-1 Unisma Bekasi.
3. Bapak Aeri Sujatmiko, S.T., M.T. selaku Pembimbing I
4. Bapak Andi Hasad, S.T., M.Kom. selaku Pembimbing II
5. Orangtua, serta seluruh keluarga tercinta yang memberikan dorongan, doa, dan bantuan baik secara moril maupun material.
6. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 20 Reguler B serta pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat

memberikan manfaat dan menambah wawasan pengetahuan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bekasi, 16 Desember 2024

Penulis

Muhammad Gilang Nugraha

ABSTRAK

Electrostatic Precipitator (ESP) merupakan alat yang berfungsi untuk mengendalikan emisi gas buang yang mengandung partikel abu hasil pembakaran batu bara sebelum di buang ke atmosfer/udara, sehingga gas buang tidak mengandung partikel yang dapat mencemari lingkungan. Prinsip kerja ESP ini adalah dengan menangkap debu hasil pembakaran dengan cara memberikan tegangan listrik tinggi dc melalui elektroda bermuatan negatif sehingga debu-debu bermuatan negatif, selanjutnya debu-debu akan tertarik dan terikan pada plat pengumpul yang bermuatan positif hal ini yang menghasilkan gas bersih yang keluar dari cerobong. Di PT.XYZ telah melakukan *overhaul* pada sistem kontrol *heater insulator* dan motor *rapping* ESP, telah dilakukan penggantian pada perangkat yang rusak dan PLC yang sudah discontinued. Hal ini yang mendasari untuk dilakukannya penelitian ini yaitu “Analisa Sistem Kontrol Electrostatic Precipitator Menggunakan PLC Modicon TM221”. Hasil pengujian error timer pada kontrol motor *rapping* sebesar 0,45% pada pengujian error siklus pertama, 0.5% pada pengujian siklus kedua, dan 0.57% pada pengujian siklus ketiga. Pada pengujian *heater* rata-rata *duty cycle heater chamber* 4 adalah sebesar 38,8%, rata-rata *duty cycle* dari *heater chamber* 5 sebesar 6%, hal ini menunjukkan kondisi abnormal karena persentase *duty cycle* yang kecil. Rata-rata *duty cycle heater chamber* 6 adalah sebesar 24,9%.

ABSTRACT

Electrostatic Precipitator (ESP) is a tool that functions to control exhaust gas emissions containing ash particles from coal combustion before being discharged into the atmosphere/air, so that the exhaust gas does not contain particles that can pollute the environment. The working principle of this ESP is to capture the dust from combustion by providing a high electrical voltage dc through a negatively charged electrode so that the dust is negatively charged, then the dust will be attracted and strained on the positively charged collection plate, this produces clean gas that comes out of the chimney. At PT. XYZ has overhauled the heater insulator control system and ESP rapping motor, has been replaced with damaged devices and PLCs that have been discontinued. This is the basis for this research, namely "Analysis of Electrostatic Precipitator Control System Using Modicon TM221 PLC". The results of the timer error test on the rapping motor control were 0.45% in the first cycle error test, 0.5% in the second cycle test, and 0.57% in the third cycle test. In the heater test, the average duty cycle of heater chamber 4 is 38.8%, the average duty cycle of heater chamber 5 is 6%, this shows an abnormal condition due to a small percentage of duty cycle. The average duty cycle of heater chamber 6 is 24.9%.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Electrostatic Precipitator</i>	5
2.2 <i>Programmable Logic Controller</i>	9
2.2.1 Prinsip Kerja PLC	10
2.2.2 Jenis-jenis PLC	11
2.2.3 <i>Programmable Logic Controller</i> Schneider	12
2.2.4 Jenis Modul PLC Schneider	12
2.3 Sistem Kontrol.....	13
2.3.1 Kontrol PID.....	13
2.3.2 Kontrol Logika Fuzzy.....	14
2.3.3 Kontrol Dua Posisi	14

2.3.4 Kontrol Dua Posisi Dengan Histerisis	15
2.4 <i>Duty Cycle</i>	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Objek Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Prosedur Penelitian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil.....	28
4.1.1 Kontrol Motor <i>Rapping</i>	28
4.1.2 Kontrol Heater ESP	33
4.1.3 Grafik Kontrol Heater.....	35
4.2 Pembahasan	41
4.2.1 Motor <i>Rapping</i>	42
4.2.2 Heater Chamber 4	43
4.2.3 Heater Chamber 5	43
4.2.4 Heater Chamber 6	45
BAB V PENUTUP.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
Lampiran 1. Kartu Bimbingan Skripsi.....	50
Lampiran 2. Dokumentasi.....	51
Lampiran 3. Wiring Diagram	55
Lampiran 4. Grafik Temperatur Chamber ESP	56
Lampiran 5. Inspection Report ESP 2	62
Lampiran 6. Work Report PLC ESP 2	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin <i>Electrostatic Precipitator</i>	5
Gambar 2. 2 <i>Trafo Rectifier</i>	6
Gambar 2. 3 <i>Collecting Plate Electrostatic Precipitator</i>	7
Gambar 2. 4 <i>Discharge Electrode & Collecting Plate Electrostatic Precipitator</i> .	7
Gambar 2. 5 <i>Rapping System ESP</i>	8
Gambar 2. 6 <i>Heater Insulator</i>	9
Gambar 2. 7 PLC Scheneider.....	9
Gambar 2. 8 Bagian Utama PLC	10
Gambar 2. 9 PLC <i>Compact</i>	11
Gambar 2. 10 PLC <i>Modular</i>	11
Gambar 2. 11 Blok diagram kontrol PID	13
Gambar 2. 12 Grafik keanggotaan logika <i>fuzzy</i>	14
Gambar 2. 13 Diagram blok kontrol ON-OFF	14
Gambar 2. 14 Kurva <i>ON-OFF</i> Histerisis	15
Gambar 2. 15 Grafik <i>Duty Cycle</i>	16
Gambar 2. 16 Kerja kontrol <i>on-off</i> tanpa histerisis	20
Gambar 2. 17 Kerja kontrol <i>on-off</i> dengan histerisis	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kontrol Motor <i>Rapping</i>	22
Gambar 3. 3 Diagram Alir Kontrol <i>Heater</i>	23
Gambar 3. 4 Ladder diagram datalog PLC	24
Gambar 3. 5 Grafik Siklus Kontrol On/Off Bergantian.....	26
Gambar 3. 6 Grafik kontrol heater dengan histerisis	27
Gambar 4. 1 <i>Ladder</i> diagram kontrol motor <i>rapping</i>	29
Gambar 4. 2 <i>Timing Chart</i> pengendali motor <i>rapping</i>	30
Gambar 4. 3 Grafik Suhu Heater Keramik.....	33
Gambar 4. 4 <i>Ladder</i> diagram <i>on-off</i> histerisis	34
Gambar 4. 5 Grafik suhu dan <i>heater chamber</i> 4 jam ke 1	35
Gambar 4. 6 Grafik suhu dan <i>heater chamber</i> 4 jam ke 2	35

Gambar 4. 7 Grafik suhu dan <i>heater chamber</i> 5	37
Gambar 4. 8 Grafik suhu dan <i>heater chamber</i> 5	37
Gambar 4. 9 Grafik suhu dan <i>heater chamber</i> 6	39
Gambar 4. 10 Grafik suhu dan <i>heater chamber</i> 6	39
Gambar 4. 11 Layout ESP tampak atas.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-jenis modul PLC Scheneider	12
Tabel 2. 2 Aksi Kontrol Histerisis	16
Tabel 3. 1 Peralatan yang digunakan	18
Tabel 3. 2 Bahan-bahan yang digunakan	18
Tabel 3. 3 I/O datalog PLC	25
Tabel 4. 1 <i>Setting delay motor rapping</i> +	28
Tabel 4. 2 Pengujian motor <i>rapping</i> siklus ke 1	31
Tabel 4. 3 Pengujian motor <i>rapping</i> siklus ke 2	32
Tabel 4. 4 Pengujian motor <i>rapping</i> siklus ke 3	32
Tabel 4. 5 <i>Duty cycle heater chamber 4</i>	36
Tabel 4. 6 <i>Duty cycle heater chamber 5</i>	38
Tabel 4. 7 <i>Duty cycle heater chamber 6</i>	40



KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45" BEKASI

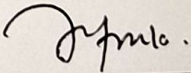
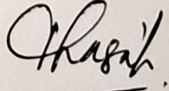
Nama Mahasiswa : M Gilang Nugraha
NPM : 41187003200009
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Skripsi : Analisa Sistem Kontrol Electrostatic Precipitator
Menggunakan PLC Modicon TM221
Dosen Pembimbing I : Aeri Suyatmiko, S.T., M.T
Dosen Pembimbing II : Andi Hasad, S.T., M.Kom.

NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
1	Selasa, 2 - 7 - 2024	Perbaiki Bab I	
2	Selasa, 16 - 7 - 2024	Perbaiki Bab II	
3	Selasa, 13 - 8 - 2024	Perbaiki Bab III	
4	Rabu, 28 - 8 - 2024	Perbaiki Bab IV	
5	Kamis 12 - 9 - 2024	Lengkapi data analisa	
6	Senin 9 - 10 - 2024	lengkapi dokumentasi	
7	Rabu 16 - 10 - 2024	Perbaiki Pembahasan Bab IV	
8	Selasa 22 - 10 - 2024	Lengkapi grafik suhu dan output heater	
9	Rabu 31 - 10 - 2024	lengkapi ladder diagram	
10	Sabtu, Aki 9 - 11 - 2024	Acc	

NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
11	Senin 15 - 7 - 2024	Perbincang bab I	Jh
12	Senin 12 - 8 - 2024	perbincang bab II	Jh
13	Selasa 27 - 8 - 2024	perbincang bab III	Jh
14	Rabu 11 - 9 - 2024	Menyaksikan video alat	Jh
15	Selasa 10 - 10 - 2024	Pertemuan analisis	Jh
16	Senin 21 - 10 - 2024	Perbincang bab IV	Jh
17	Selasa 30 - 10 - 2024	Perbincang bab V	Jh
18	Jumat 8 - 11 - 2024	Ace	Jh

- Catatan :**
1. Bimbingan Laporan Tugas Akhir / Skripsi Minimal 8 kali.
 2. Buku Referensi minimal 5 diambil dari perpustakaan Fakultas atau Universitas dan ditunjukkan saat sidang Tugas Akhir / Skripsi.

Disetujui Untuk Mengikuti Ujian Sidang

	Tanggal	Tanda Tangan
Pembimbing I	9 - 11 - 2024,	
Pembimbing II	8 - 11 - 2024	

Bekasi, 12 / 11 / 2024

Ketua Program Studi,

