

**ANALISIS PERHITUNGAN EFISIENSI *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR*  
DI PT PJB UP PAITON UNIT 1 & 2**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1 Pada  
Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun oleh:**

**MUHAMMAD RIZQO**

**20180120143**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2022**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Rizqo

NIM : 20180120143

Program Studi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Judul Tugas Akhir : Analisis Perhitungan Efisiensi Electrostatic Precipitator Di PT PJB  
UP Paiton Unit 1 & 2

Menyatakan dengan sungguh- sungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya tulis yang saya buat sendiri tanpa ada tindak plagiarism kecuali yang mengacu secara tertulis dalam daftar pustaka sesuai peraturan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Apabila dikemudian hari pernyataan saya ini terbukti tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 21 Juli 2022



Muhammad Rizqo

20180120143

## HALAMAN PERSEMBAHAAN

*Bismillahirrahmaanirrahim*  
*Alhamdulillahahirabbal'aalamin*

Segala puji dan syukur penulis persembahkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kenikmatan hidup yang tidak bias diberikan oleh siapapun dan apapun dimuka bumi ini. Shalawat serta salam penulis ucapkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan ummatnya hingg hari ini.

Alhamdulillah atas rahmat dari Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi in dengan banyak pembelajaran yang baik. Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua penulis, Bapak Safyar Sephan Jaya dan Ibu Ratnawati yang dengan sabar dan tidak henti-hentinya merawat, mendidik, serta mendoakan penulis hingga saat ini.

## **MOTTO**

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

- Surat Al baqarah ayat 286

“Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman.”

- Surat Ali Imran ayat 139

## KATA PENGANTAR

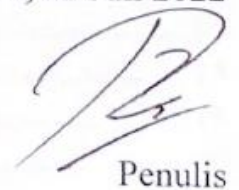
Puji dan syukur kehadiran Allah SWT sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian tugas akhir ini yang berjudul "Analisis Perhitungan Efisiensi *Electrostatic Precipitator* Di PT PJB UP Paiton Unit 1 & 2". penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu Tugas Akhir ini diharapkan dapat bermanfaat bagi para pembaca maupun peneliti. Dalam menyusun Tugas Akhir ini penulis menerima beberapa hambatan dalam berbagai hal, namun peran dari orang dan lingkungan sekitar membantu dalam penyusunan hingga Tugas Akhir ini selesai dikerjakan. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis berterimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang telah mengajarkan bagaimana cara menjadi manusia yang selalu amanah dan bertanggung jawab.
2. Keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P., IPM selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak Karisma Trinanda Putra. S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
6. Bapak Ir. Slamet Suropto, M. Eng. dan Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu dalam banyak hal dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya.
7. Bapak Dr. Ir. Rahmat A. Al Hasibi, S.T., M.Eng., IPM., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan arahan selama pendadaran Tugas Akhir ini
8. Seluruh dosen dan staff karyawan jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

9. Pimpinan PT. PJB UP Paiton Unit 1 dan 2, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di PT. PJB UP Paiton Unit 1 & 2
10. Bapak Andik Santoso selaku pembimbing lapangan yang selalu membantu dan memberikan pengetahuan selama proses pengambilan data di PT PJB UP Paiton Unit 1 & 2
11. Abang Devri Kurnia Pratama dan kakak Aisyah Aprilliani yang menjadi motivasi dan semangat saya untuk menyelesaikan kuliah dengan baik.
12. Teman-teman seperjuangan Dwi Ilham Cahyanto, Adib Aqilah Refdi, Rifai Nur Fariszi, Febian Dwi, dan Ahsan Rofii yang selalu saling mendukung dan menolong serta mengingatkan akan tugas kuliah maupun dalam kehidupan sehari-hari.
13. Sahabat-sahabat saya Hasbi Jaya, Farhan Alfarizi, Reski Harjuansa, Firman Maha, Ramadhan yang telah memberikan hiburan serta mengingatkan akan tugas akhir.
14. Terimakasih tak lupa penulis sampaikan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna karena terbatasnya pengalaman dan pengetahuan penulis. Sehingga, penulis mengharap saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Akhir kata penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan, semoga dengan adanya Tugas Akhir ini mampu memberikan dampak yang baik bagi pembaca. Aaamin Allahuma Aammin

Yogyakarta, 22 Juli 2022



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN 1</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN 2</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5 Manfaat Peneltian</b> .....	<b>4</b>
<b>1.6 Sistematika Penulisan</b> .....	<b>5</b>
<b>BAB II</b> .....	<b>7</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Tinjauan Pustaka</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Landasan Teori</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap ( PLTU )</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2.2. Sistem Penanganan Abu Sisa Pembakaran Batubara</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2.3. <i>Electrostatic Precipitator</i> ( ESP )</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.4. Prinsip Kerja <i>Electrostatic Precipitator</i></b> .....	<b>15</b>
<b>2.2.5. Kuat Medan Listrik</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.6. Hukum Coulumb</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.7. Kecepatan Migrasi Partikel</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.8. Efisiensi Pengumpulan Partikel <i>Electrostatic Precipitator</i></b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.9. Komponen <i>Electrostatic Precipitator</i></b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.9.2. Gas Distribution Device</b> .....	<b>21</b>

2.2.9.3.	Peralatan Tegangan Tinggi .....	22
2.2.9.4.	Collecting Plate .....	23
2.2.9.5.	Discharge Electrode .....	24
2.2.9.6.	Hopper .....	24
2.2.9.7.	Rapper .....	25
2.2.9.8.	Support Insulator .....	26
2.2.10.	Factor-Factor Yang Mempengaruhi Kinerja Electrostatic Precipitator ...	27
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b>		<b>30</b>
3.1.	Jenis Penelitian .....	30
3.2.	Lokasi Penelitian .....	30
3.3.	Waktu Penelitian .....	31
3.4.	Data-Data Yang Diperlukan .....	31
3.5.	Metode Pengumpulan Data .....	32
3.6.	Alat Dan Bahan Penelitian .....	33
3.7.	Langkah Penulisan Tugas Akhir .....	34
3.7.1.	diagram Alir Penelitian .....	34
3.7.2.	Langkah-langkah Penelitian .....	34
3.8.	Jadwal Kegiatan Penelitian .....	36
<b>BAB IV .....</b>		<b>37</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>37</b>
4.1.	Lokasi Penelitian .....	37
4.2.	Profil Perusahaan Tempat Penelitian .....	38
4.3.	Penjelasan Objek Penelitian .....	40
4.4.	Umum .....	41
4.5.	Data Spesifikasi Electrostatic Precipitator .....	41
4.6.	Data Gas Flow Rate .....	42
4.7.	Data Partikel Keluar Dari Stack ( Cerobong ) .....	43
4.8.	Data Oprasional <i>Electrostatic Precipitator</i> .....	44
4.9.	Analisis Deutsch-Anderson .....	47



4.10	Perhitungan Efisiensi <i>Electrostatic Precipitator</i> .....	47
4.10.1	Efisiensi <i>Electrostatic Precipitator</i> Unit 1 .....	49
4.10.2	Efisiensi <i>Electrostatic Precipitator</i> Unit 2 .....	53
4.11	Kaitan dari unit 1 dan 2.....	57
<b>BAB V</b>	.....	<b>59</b>
<b>PENUTUP</b>	.....	<b>59</b>
5.1.	Kesimpulan .....	59
5.2.	Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus PLTU .....	10
Gambar 2. 2 Alur Skema Pembuangan Abu Sisa .....	12
Gambar 2. 3 Electrostatic Precipitator .....	14
Gambar 2. 4 Pemberian Muatan Negative pada partikel .....	16
Gambar 2. 5 Proses Pengumpulan Partikel .....	16
Gambar 2. 6 Gas Distrubution .....	21
Gambar 2. 7 Diagram Sirkuit Power supply .....	22
Gambar 2. 8 Collecting Plat .....	23
Gambar 2. 9 Bentuk Discharge Electrode .....	24
Gambar 2. 10 Hopper .....	25
Gambar 2. 11 Rapping sistem .....	26
Gambar 2. 12 Support Insulator .....	27
Gambar 3. 1 Peta PLTU Paiton Unit 1 & 2 .....	31
Gambar 4. 1 Peta PLTU Unit 1 & 2 .....	37
Gambar 4. 2 Lokasi PLTU Paiton Unit 1 & 2 .....	38
Gambar 4. 3 Foto PLTU Paiton Unit 1 & 2 .....	39
Gambar 4. 4 Dimensi Electrostatic Precipitator .....	40

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. 1 Inspeksi Electrostatic Precipitator.....	29
Tabel 3. 1 Jadwal.....	36
Tabel 4. 1 Spesifikasi Electrostatic Precipitator.....	41
Tabel 4. 2 Nilai Gas Flow Rate.....	42
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Partikel Yang Keluar Pada Cerobong pada Unit 1.....	43
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Partikel Yang Keluar Pada Cerobong pada Unit 2.....	43
Tabel 4. 5 Nilai Actual Pada <i>Electrostatic Precipitator</i> Unit 1.....	44
Tabel 4. 6 Nilai Actual Pada <i>Electrostatic Precipitator</i> Unit 2.....	46
Tabel 4. 7 Kaitan Antar Unit.....	58