ANALISIS SISTEM KINERJA *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* (ESP) DI PLTU PELABUHANRATU

SKRIPSI

ADE IBNU PINATA
20210120001

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI
SEPTEMBER 2025

ANALISIS SISTEM KINERJA *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* (ESP) DI PLTU PELABUHANRATU

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh Gelar Sarjana Teknik

ADE IBNU PINATA
20210120001

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI
SEPTEMBER 2025

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : ANALISIS SISTEM KINERJA *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* (ESP) DI PLTU PELABUHANRATU

NAMA : ADE IBNU PINATA

NIM : 20210120001

Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing - masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, disertai dengan bukti - bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.

Nusa Putra
UNIVERSITY
2002
AMOR DEUS, PARENTIUM, CONCERVIS

Sukabumi,2 September 2025

Materai

ADE IBNU PINATA

Penulis

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS SISTEM KINERJA ELECTROSTATIC *PRECIPITATOR* (ESP) DI PLTU PELABUHANRATU

NAMA : ADE IBNU PINATA

NIM : 20210120001

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan didepan dewan penguji pada sidang skripsi tanggal 2 September 2025. Menurut pandangan kami, skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik.

Sukabumi, 2 September 2025

Pembimbing I	Pembimbing II
Panji Narputro, S.T., M.T.	**Ir. Marina Artiyasa, S.T., M.T., IPM**
NIDN. 0427027803	NIDN. 0403127308

Ketua Penguji	Ketua Program Studi Teknik Elektro
Ir. Anang Suryana, S.Pd.,M.Si.	**Panji Narputro, S.T., M.T**
NIDN. 0407098009	NIDN. 0427027803

PLH. Dekan Fakultas Teknik Teknik, Komputer Dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM.,ASEAN Eng
NIDN. 0402037401

ABSTRAK

PLTU Pelabuhanratu memiliki peran strategis dalam penyediaan listrik, namun konsumsi batubara yang besar berpotensi menghasilkan emisi yang tinggi, *Electrostatic Precipitator* (ESP) digunakan untuk mengendalikan emisi partikel, dimana efisiensinya sangat dipengaruhi oleh parameter kelistrikan yaitu arus dan tegangan. Kendala seperti trip transformator serta *hunting* arus dan tegangan dapat menurunkan kinerja ESP. Oleh karena itu penelitian mengenai konfigurasi arus dan tegangan diperlukan untuk menjaga efisiensi ESP tetap optimal dan memastikan emisi sesuai baku mutu lingkungan. Penelitian ini berfokus pada konfigurasi arus dan tegangan untuk memastikan kinerja ESP optimal pada tingkat pembebanan tinggi. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh 2 hasil konfigurasi pada tingkat pembebanan yang sama dengan nilai efisiensi yang berbeda. Konfigurasi optimum dengan nilai rata – rata tegangan 47,68 kV menghasilkan kuat medan listrik sebesar 119,2 kV/m dengan kecepatan migrasi partikel 0,0405 m/s dan efisiensi sebesar 98,65%. Konfigurasi dengan metode lapis dengan nilai rata – rata tegangan 51,46 kV menghasilkan nilai kuat medan listrik sebesar 168,26 kV/m dengan kecepatan migrasi partikel sebesar 0,0471 m/s dan efisiensi sebesar 99,33%. Pemilihan tegangan metode lapis dipertimbangkan karena mendekati nilai *design*, kekuatan medan listrik terbagi lebih merata dan dapat beroperasi stabil berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan metode *trial* lapangan berbasis data CEMS dan pengukuran operasional ESP unit 2 PLTU Pelabuhanratu.

Kata Kunci : *Electrostatic Precipitator* (ESP), konfigurasi pengaturan tegangan.

Nasa Putra
2002
AMOR DEUS, PARENTIUM, CONCERVIS

ABSTRACT

The Pelabuhanratu Steam Power Plant (PLTU) plays a strategic role in electricity supply, but its high coal consumption has the potential to produce high emissions. Electrostatic Precipitators (ESPs) are used to control particulate emissions, and their efficiency is strongly influenced by electrical parameters, namely current and voltage. Problems such as transformer tripping and current and voltage hunting can degrade ESP performance. Therefore, research on current and voltage configurations is necessary to maintain optimal ESP efficiency and ensure emissions meet environmental quality standards. This research focuses on current and voltage configurations to ensure optimal ESP performance at high load levels. Based on the research results, two configurations were obtained at the same load level with different efficiency values. The optimum configuration with an average voltage of 47.68 kV produced an electric field strength of 119.2 kV/m with a particle migration velocity of 0.0405 m/s and an efficiency of 98.65%. The layered configuration with an average voltage of 51.46 kV produced an electric field strength of 168.26 kV/m with a particle migration velocity of 0.0471 m/s and an efficiency of 99.33%. The layered voltage was chosen because it is closer to the design value, distributes the electric field strength more evenly, and allows for stable, continuous operation. This study uses a field trial method based on CEMS data and operational measurements of ESP unit 2 of the Pelabuhanratu PLTU.

Keywords: *Electrostatic Precipitator (ESP), voltage regulation configuration*

Nusa Putra
2002
AMOR DEUS, PARENTIUM, CONCERVIS

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul " **Analisis Sistem Kinerja *Electrostatic Precipitator* di PLTU Pelabuhanratu"**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Teknik Universitas Nusa Putra. Tersusunnya Skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT yang memberikan kemudahan dan kesehatan sehingga kegiatan penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Bapak Rektor Universitas Nusa Putra Dr. H. Kurniawan, S.T., M.M.
3. Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Panji Narputro,S.T., M.T.
4. Dosen Pembimbing I Panji Narputro, S.T., M.T.
5. Dosen Pembimbing II Ir. Marina Artiyasa, S.T., M.T., IPM
6. Istriku Tercinta Siti Khoiriah S.P.,M.Agr. yang selalu memberikan do'a dan dukungan.
7. Orangtua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan.
8. Tim Pengoperasian dan Pemeliharaan *Coal Ash Handling* PLTU Pelabuhanratu.
9. Rekan-rekan seperjuangan.

Mengingat keterbatasan dan kemampuan penulis dalam menyusun skripsi. Maka, penulis mengharapkan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih.

Sukabumi, 2025

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ade Ibnu Pinata

NIM 20210120001

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul "Analisis Sistem Kinerja *Electrostatic Precipitator* di PLTU Pelabuhanratu" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak mnyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada tanggal : 2 September 2025

Yang menyatakan,

Ade Ibnu Pinata

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI. iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Penelitian Terkait 6
2.2 Landasan Teori 9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 21
3.2 Jenis Penelitian 21
3.3 Alur Penelitian 22
3.4 Metode Pengumpulan Data 23
3.5 Metode Analisis Data 23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 26
4.1 Hasil 26
4.2 Pembahasan 36
BAB V PENUTUP 48

Nusa Putra UNIVERSITY

5.1 Kesimpulan.....48
5.2 Saran.....48
DAFTAR PUSTAKA.....49
LAMPIRAN.....52
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....61

Nusa Putra
UNIVERSITY
2002
AMOR DEUS, PARENTIUM, CONCERVIS

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1 PLTU Pelabuhanratu 9
Gambar 2. 2 E*lectrostatic Precipitator* 10
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja *Electrostatic Precipitator* (ESP) 11
Gambar 2. 4 Dasar *Elecstrostatic Precipitator* 11
Gambar 2. 5 *Trafo Rectifier* 13
Gambar 2. 6 *Discharge Electrode* dan *Collecting Plate* 14
Gambar 2. 7 *Rapping System* 15
Gambar 2. 8 *Hopper* 16
Gambar 2. 9 AV *Pump* 16
Gambar 2. 10 *Compressor* 16
Gambar 2. 11 *Fly Ash Silo* 17
Gambar 2. 12 *Opacity Monitor* 19
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian 22
Gambar 4. 1 Diagram Perbandingan Efisiensi ESP Terhadap Tegangan 43
Gambar 4. 2 Diagram Penurunan Emisi Partikulat Terhadap Variasi Tegangan ESP. 44
Gambar 4. 3 Penumpukan Abu di dalam *Inner Part* ESP 45
Gambar 4. 4 Pergeseran Jarak *Collecting Plate* dengan *Discharge Electrode* 46
Gambar 4. 5 *Discharge Electrode* terlepas dan terhubung dengan *Collecting plate* 46
Gambar 4. 6 Kerusakan pada *Trafo Rectifier* 47

Nusa Putra UNIVERSITY

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Daftar Penelitian Terkait 6
Tabel 2. 2 Spesifikasi *Electrostatic Precipitator* (ESP) 12
Tabel 2. 3 Baku mutu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Sebelum Peraturan Menteri Berlaku 18
Tabel 2. 4 Baku mutu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Setelah Peraturan Menteri Berlaku 18
Tabel 4. 1 Parameter Tegangan dan Arus Operasi ESP 27
Tabel 4. 2 Data Konfigurasi Variasi Arus dan Tegangan ESP 30
Tabel 4. 3 Nilai Efisiensi ESP Unit 2 Berdasarkan Pengujian 35
Tabel 4. 4 Data *Continous Emission Monitoring System* (CEMS) pada ESP unit 2. 35
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Sebelum dilakukan Pengujian. 36
Tabel 4. 6 Data *Continous Emission Monitoring System* (CEMS) pada ESP unit 2. 36
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Variasi Tegangan Optimum 38
Tabel 4. 8 Data *Continous Emission Monitoring System* (CEMS) Tegangan Optimum 39
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Variasi Tegangan Metode Lapis 40
Tabel 4. 10 Data *Continous Emission Monitoring System* (CEMS) Metode Lapis.... 41

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Data Histori Parameter ESP 52
Lampiran 2. Data Beban Operasional 52
Lampiran 3. Data Konfigurasi Variasi Arus dan Tegangan *Electrostatic Precipitator* (ESP) pada Tegangan Optimum 53
Lampiran 4. Data Konfigurasi Variasi Arus dan Tegangan *Electrostatic Precipitator* (ESP) dengan Metode Lapis. 56
Lampiran 5. *Continous Emission Monitoring System* (CEMS) 59
Lampiran 6. Dokumentasi Konfigurasi *Electrostatic Precipitator* (ESP) 60

Nusa Putra
UNIVERSITY
2002
AMOR DEUS, PARENTIUM, CONCERVIS

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berperan sebagai tulang punggung sistem kelistrikan nasional di Indonesia dengan kontribusi yang signifikan dalam penyediaan energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu sumber energi listrik yang memanfaatkan energi kinetik dari uap air untuk memproduksi listrik dengan bahan bakar batubara. Salah satu PLTU batubara yang ada di Indonesia adalah PLTU Pelabuhanratu. PLTU Pelabuhanratu sebagai salah satu pembangkit listrik di Jawa Barat yang memiliki peran strategis dalam penyediaan energi listrik bagi masyarakat dan industri dengan kapasitas produksi listrik sebesar 1050 MW [1]. Dengan kapasitas yang besar, PLTU ini mengkonsumsi 11865.6 ton batubara dalam sehari, hal ini berpotensi menghasilkan emisi partikel dalam jumlah yang besar [2].

Electrostatic Precipitator (ESP) menjadi teknologi pengendalian emisi yang sangat vital dalam operasional PLTU untuk menjaga kualitas udara dan memenuhi standar lingkungan. ESP merupakan alat yang terpasang di PLTU berfungsi menangkap abu dari sisa pembakaran. Prinsip kerja ESP memanfaatkan gaya elektrostatik untuk mengumpulkan partikel-partikel debu dari gas buang sebelum dilepaskan ke atmosfer, sehingga dapat mengurangi polusi udara yang dihasilkan oleh PLTU [3].

Efisiensi kinerja ESP menentukan tingkat emisi partikel yang dilepaskan ke lingkungan. Tingkat efisiensi ESP yang optimal diperlukan untuk mencapai standar emisi dan meminimalkan dampak negatif dari PLTU terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Pentingnya efisiensi ESP terkait dengan upaya pemerintah dan industri untuk mencapai kualitas udara yang lebih baik di masa depan, mengingat kontribusi signifikan PLTU terhadap polusi udara. Partikel abu yang berasal dari sisa pembakaran memiliki ketentuan ambang batas 230 mg/Nm^3 menurut PERMENLHK No.15 Tahun 2019 [4]. Efisiensi ESP penting untuk memastikan emisi dari PLTU memenuhi standar baku mutu lingkungan. ESP yang

digunakan di PLTU memiliki efektivitas penangkapan lebih dari 90% dengan penggunaan mampu menurunkan emisi cerobong asap sekitar 0,16% dengan spesifikasi pengumpulan debu sebesar 99,84% [5].

Parameter kelistrikan berpengaruh terhadap efisiensi kinerja ESP, ketergantungan antara kinerja elektrostatik dengan parameter tegangan dan arus operasi. Parameter kelistrikan seperti tegangan tinggi dan distribusi arus menjadi faktor yang menentukan kuat medan elektrostatik yang dihasilkan, hal ini mempengaruhi kemampuan ESP dalam mengumpulkan partikel debu. Penelitian akan relevan karena optimasi parameter tegangan dan arus dapat dilakukan secara real-time untuk memaksimalkan ESP[6].

Kendala terjadi jika ESP mengalami kerusakan namun hasil gas buang tetap berada dalam kondisi ambang batas seperti sistem transportasi abu terhambat karena terjadi *slagging* sehingga abu menumpuk sampai dengan menyentuh *dishcharge electrode* mengakibatkan transformator DC mengalami *trip* , serta arus dan tegangan *hunting* saat *konfigurasi*, serta pembuangan dari cerobong masih terlihat hitam. Selain itu, berdasarkan kondisi operasional di lapangan, pada ESP PLTU Pelabuhanratu terdapat 16 buah *transformator rectifier DC* yang terbagi dalam empat line penangkapan abu secara berlapis. Permasalahan mulai terjadi pada F13 (*line* 1) akibat pergeseran jarak elektroda sehingga penangkapan abu tidak optimal. Akibatnya, beban penangkapan beralih ke F14 (*line* 2). Namun, karena peningkatan beban, F14 mengalami penumpukan abu hingga akhirnya *tranformator rectifier DC* mengalami gangguan *trip* pada 7 April 2025, sehingga membuat F13 dan F14 tidak berfungsi. Karena F13 (*line 1*) dan F14 *(line2)* tidak berfungsi, selanjutnya beban penangkapan beralih ke F15 (*line* 3) dan F16 (*line* 4). Pada tanggal 11 Mei 2025, F15 (*line3*) juga mengalami penumpukan abu hingga mengakibatkan *tranformator rectifier DC trip*, sehingga hanya tersisa F16 *(line 4)* yang masih berfungsi. Kondisi ini menyebabkan penangkapan abu tidak maksimal dan emisi gas buang meningkat (Lampiran 1).

Pada penelitian terdahulu berfokus pada pengaruh arus maupun tegangan terhadap kinerja ESP, namun masih sangat terbatas yang secara khusus menelaah konfigurasi tegangan dengan metode optimum dan lapis dalam kondisi operasional

pada PLTU [7]. Metode ini memiliki potensi untuk menghasilkan penangkapan abu yang lebih merata. Hal ini melatarbelakangi penulis melakukan penelitian dengan judul "ANALISIS SISTEM KINERJA *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* DI PLTU PELABUHANRATU".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apa saja faktor teknis yang menyebabkan penurunan efisiensi kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP) di PLTU Pelabuhanratu?
2. Bagaimana pengaruh variasi arus dan tegangan terhadap efisiensi kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP)?
3. Berapa nilai arus dan tegangan optimal yang menghasilkan efisiensi penangkapan pertikulat tertinggi pada *Electrostatic Precipitator* (ESP).

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Menganalisis penyebab penurunan efisiensi kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP) di PLTU Pelabuhanratu .
2. Menentukan pengaruh variasi arus dan tegangan terhadap efisiensi kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP) .
3. Menentukan nilai arus dan tegangan yang optimal untuk menjaga efisiensi *Electrostatic Precipitator* (ESP) agar sesuai ambang batas baku mutu emisi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Peneliti meningkatkan pemahaman terkait kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP).
2. Manfaat akademis : memberikan kontribusi untuk pengembangan kajian ilmiah mengenai pengaruh parameter kelistrikan terhadap efisiensi kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP).
3. Manfaat bagi industri: memberikan data dan rekomendasi teknis pemeliharaan untuk pengaturan arus dan tegangan optimal di PLTU Pelabuhanratu agar emisi partikulat tetap sesuai standar.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan diatas, maka dilakukan pembatasan masalah agar penelitian fokus pada tujuan penelitian. Batasan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada unit 2 *Electrostatic Precipitator* (ESP) yang terpasang di PLTU Pelabuhanratu.
2. Analisis fokus pada parameter operasional yang mempengaruhi kinerja ESP seperti arus, tegangan, jumlah emisi, laju aliran gas.
3. Tidak membahas aspek desain.
4. Analisa hanya menggunakan data operasional.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini terbagi kedalam 5 bab, isi dari setiap bab tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menyajikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang deskripsi lengkap mengenai PLTU Pelabuhanratu dan *Electrostatic Precipitator* (ESP) di PLTU Pelabuhanratu.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi pembahasan tentang waktu dan tempat penelitian, jenis penelitian , alur penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisis data dalam melakukan penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan sebelum dilakukan konfigurasi, hasil setelah dilakukan konfigurasi arus dan tegangan, dan penyebab penurunan efisiensi ESP untuk menjawab tujuan penelitian.

BAB V : KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian yang sudah dilaksanakan dan saran yang dapat diterapkan untuk penelitian selanjutnya.

Nusa Putra
UNIVERSITY
2002
AMOR DEUS, PARENTIUM, CONCERVIS

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang menjawab tujuan penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penurunan efisiensi kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP) dipengaruhi oleh penumpukan partikel di dalam *Inner Part* ESP sehingga menyebabkan medan listrik tidak optimal,pergeseran jarak *Collecting Plate* dengan *Discharge Electrode* mengakibatkan tegangan dan arus yang tidak stabil, *Discharge Electrode* terlepas dan terhubung dengan *Collecting plate* menyebabkan trafo *trip* sehingga efisisensinya menurun, kerusakan pada *Trafo Rectifier*.
2. Konfigurasi arus dan tegangan berpengaruh terhadap besarnya kuat medan listrik, peningkatan tegangan menghasilkan medan listrik yang lebih besar, maka nilai kecepatan migrasi partikel lebih kecil sehingga efisiensi penangkapan partikel menjadi lebih tinggi.
3. Berdasarkan hasil pengujian konfigurasi tegangan pada *Electrostatic Precipitator* (ESP) diperoleh tegangan dengan metode lapis dengan rata rata 51,46 kV menghasilkan nilai kuat medan listrik sebesar 168,26 kV/m dengan kecepatan migrasi partikel sebesar 0,0471 m/s dan efisiensi sebesar 99,33%. Pemilihan tegangan ini dipertimbangkan karena mendekati nilai design, kekuatan medan listrik terbagi lebih merata dan dapat beroperasi stabil berkelanjutan. Kinerja ESP terbukti stabil dan memenuhi PERMENLHK No.15 Tahun 2019 tentang baku mutu emisi pembangkit listrik tenaga termal.

5.2 Saran

Kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP) di PLTU Pelabuhanratu sudah baik, tercermin dari nilai efisiensi dan kualitas gas buang. Disarankan untuk adanya penelitian lebih lanjut untuk menguji efektivitas konfigurasi tegangan metode lapis pada PLTU lain dengan mempertimbangkan faktor – faktor lain yang mempengaruhi kinerja ESP.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. I. Putra and M. A. setyo Yudono, "Peramalan Kinerja Air *Preheater* Pltu Pelabuhan Ratu Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik," *Media Elektr.*, vol. 16, no. 01, p. 45, 2023, doi: 10.26714/me.v16i01.11320.

[2] Csepdi, "Indonesia Pelabuhanratu 3×350MW *Coal Fired Power Plant Detailed Design Coal Handling System*," vol. 1, 2008.

[3] A. P. Aji, C. R. Handoko, and M. B. Rahmat, "Analisi Kerusakan *Spiral Wire*s pada *Electrostatic*," vol. 6, no. 2, 2021.

[4] KLHK, "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal," in *Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia*, 2019, pp. 1–56.

[5] A. Fitrianto, "Analisa kinerja," 2018.

[6] I. Ade Pradipta, ; Gunawan, ; Eka, and N. Budisusila, "Analisa Kinerja Electrostatic Precipitator (ESP) Berdasarkan Besar Arus Sekunder Trasformer di PLTU Tanjung Jati B Unit 3," *J. Ilm.*, vol. 15, no. 2, pp. 60–72, 2023, [Online]. Available: https://doi.org/10.33322/energi.v15i2.1963.

[7] N. Afrian, Firdaus, and E. Ervianto, "Analisa Kinerja *Electrostatic Precipitator* (Esp) Berdasarkan BesarnyaTegangan Dc Yang Digunakan TerhadapPerubahan Emisi Di Power Boiler IndustriPulp and Paper," *J. Jom FTEKNIK*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, 2015.

[8] M. N. Rofandi and Irwanto, "Sistem Kerja *Electrostatic Precipitator* (ESP) Untuk Menangkap Abu Hasil Proses Pembakaran di PLTU PT. Dian Swastatika Sentosa Serang Power Plant," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 376–386, 2022, doi: 10.33379/gtech.v6i2.1743.

[9] M. F. Ilham and N. Sinaga, "Pengaruh *Cofiring* Menggunakan Serbuk

Gergaji Terhadap Emisi Gas Buang di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Batubara," vol. 7, no. 2, pp. 3–8, 2025.

[10] Rozaq, Rancang Bangun *Electrostatic Precipitator* sebagai salah Satu *Subsistes* dalam Penangkapan Hasil Partikel *Spray Pyrolysis*. 2017.

[11] I. Tai & Chyun *Associates Industries*, "*Electrostatic Precipitator Training Seminar Concept for Precipitation*," 2012.

[12] D. Septian, K. Attamimi, R. Septiandi, and R. Sunaryo, Modul *Training Boiler*. 2012.

[13] P. J. Barat and W. Java, "SHANGHAI ELECTRIC GROUP CO . LTD 南电力设计院 FAA *Electrostatic Precipitator Operating Instruction For* FAA *Series Electrostatic Precipitator Sbangbai Metallurgkal*," 2007.

[14] L. SHANGHAI Automation Instrumentation Co., "*High Voltage Silicon Rectifier* , 500mA *Features* :," in *Cycle*, vol. 900, no. 8, pp. 900–900.

[15] A. R. Garcia, S. B. Filipe, C. Fernandes, C. Estevão, and G. Ramos, "Palabuhanratu 3x350 MW *Coal Fired Power Plant Boiler Operation Manual*," .

[16] K. P. Shah, "*Fundamentals , Troubleshooting & Maintenance of Ash Handling Plants and Pneumatic Conveying Systems for Bulk Materials*," no. January, pp. 1–124, 2017.

[17] L. Talayansa, S. Widodo, and Anshariah, "Analisis Emisi So 2 Hasil Pembakaran Batubara," *J. Geomine*, vol. 5, no. 2, pp. 1–4, 2017.

[18] A. Susanto, P. Purwanto, E. K. Putro, W. E. Yochu, U. Amrina, and F. Falakh, "Pemantauan Emisi dengan *Continuous Emission Monitoring System* (CEMS) dalam Pemanfaatan Minyak Pelumas Bekas Sebagai Subtitusi Bahan Bakar pada Produksi Kapur Tohor," *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 18, no. 2, pp. 392–400, 2020, doi: 10.14710/jil.18.2.392-400.

[19] D. R. Suhadi and A. S. Febrina, "Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi

Nusa Putra UNIVERSITY 2002 AMOR DEUS, PARENTIUM, CONCERVIS

Emisi Pencemar Udara di Perkotaan," *Pedoman Tek. penyusunan Inventar. emisi pencemar Udar. di Perkota.*, pp. 1–153, 2013, [Online]. Available: https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/609/190710181542.pdf.

[20] D. Transmissometer, "CODEL Model D-CEM2000 *Opacity Monitor*," 2007.

[21] S. C. & Ash, "IK.JPR.Q.07.15 Pengoperasian *Electrostatic Precipitator* (ESP).pdf," 2015.

Nusa Putra
UNIVERSITY
2002
AMOR DEUS, PARENTIUM, CONCERVIS

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Pribadi

Nama Lengkap : Ade Ibnu Pinata
Tempat, Tanggal Lahir : Tulungagung, 06 Juni 2000
NIM 20210120001
Program Studi : Teknik Elektro
Alamat Email : ade.ibnu_te21@nusaputra.ac.id
No. HP 081297506301
Alamat : Pelabuhanratu, Sukabumi

B. Pelatihan yang Pernah Diikuti

No.	Pelatihan/Sertifikasi	Penyelenggara	Tahun
1	Language Spanish	Altissia Language Assessment	2024
2	Pemrograman dan Aplikasi: Mastering IoT with ESP32	Teknik Elektro Nusa Putra University	2023
3	Workshop DKV	DKV	2025
4	JAVA	GTTC	2025
5	TPA / TKDA	GTTC	2025
6	Public Speaking	GTTC	2025
7	Oracle Database Foundation	GTTC	2025
8	Cloud Computing	GTTC	2025
9	Python Certification	GTTC	2025
10	Upgrade PLC & HMI Energy Primer	PT Transavia Otomasi Pratama	2025

C. Pengalaman Seminar/*Conference*

No.	Seminar/Conference	Peran	Penyelenggara dan Tahun
1	ICONTENTION	Author	Nusa Putra University 2024
2	SENTRO	Author	Nusa Putra University 2021
3	ICCED	Audience	Nusa Putra University 2023
4	STEADI	Audience	Teknik Elektro Nusa Putra University 2023
5	NARSISTIK	Audience	DKV 2025