



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISA PENGARUH *BLENDING* BATUBARA MRC
TERHADAP EMISI PARTIKULAT DI PLTU**

SKRIPSI

Oleh:

Hisyam Naufal Fadhlur Rohman
NIM. 2202421031

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISA PENGARUH *BLENDING* BATUBARA MRC TERHADAP EMISI PARTIKULAT DI PLTU

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi,
Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Hisyam Naufal Fadhlur Rohman
NIM. 2202421031**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© H

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISA PENGARUH *BLENDING* BATUBARA MRC TERHADAP EMISI PARTIKULAT DI PLTU

Oleh :

Hisyam Naufal Fadhlur Rohman

NIM. 2202421031

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

P. Jannus S.T., M.T
NIP. 196304261988031004

Ir. Benhur Nainggolan S.T., M.T
NIP. 196106251990031003

Kepala Program Studi
Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T
NIP. 196605191990031002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISA PENGARUH *BLENDING* BATUBARA MRC
TERHADAP EMISI PARTIKULAT DI PLTU**

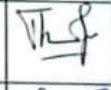
Oleh :

Hisyam Naufal Fadhlur Rohman
2202421031

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan (atau skripsi) di hadapan Dewan Penguji pada tanggal Juni 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr., Isnanda Nuriskasari, S. Si., M. T.	Penguji 1		17 Juni 2026
2	Prof. Dr., Tatun Hayatun Nufus, M. Si	Penguji 2		17 Juni 2026
3	P. Jannus, S. T., M. T	Penguji 3		17 Juni 2026

Depok, 17 Juni 2026

Disahkan oleh :
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri., S.T., M.Si
NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hisyam Naufal Fadhlur Rohman
NIM : 2202421031
Program Studi : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 17 Juni 2026



Hisyam Naufal Fadhlur Rohman
NIM. 2202421031



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PENGARUH *BLENDING* BATUBARA MRC TERHADAP EMISI PARTIKULAT DI PLTU

Hisyam Naufal Fadhlur Rohman¹⁾, P. Jannus¹⁾, Benhur Nainggolan¹⁾

¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : hisyam.naufal.fadhlur.rohman.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batubara berpotensi menghasilkan emisi partikulat yang dapat memengaruhi kualitas udara lingkungan. Salah satu faktor yang memengaruhi pembentukan emisi partikulat adalah kualitas bahan bakar melalui komposisi *blending* batubara MRC. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *blending* batubara MRC terhadap emisi partikulat melalui perubahan karakteristik batubara, yaitu *Ash content* dan *Moisture*. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan analisis statistik deskriptif dan inferensial. Data yang digunakan meliputi data *blending* batubara, hasil uji sampel harian batubara berupa parameter *proximate analysis* (*Ash content* dan *Moisture*), serta data konsentrasi emisi partikulat pada periode November–Desember 2025. Analisis dilakukan menggunakan uji korelasi Pearson-Spearman, regresi linear sederhana, dan regresi linear berganda untuk mengetahui hubungan serta pengaruh antar variabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi *blending* batubara MRC memengaruhi karakteristik batubara, khususnya *Ash content* dan *Moisture*, yang selanjutnya berkaitan dengan kecenderungan perubahan emisi partikulat pada PLTU. Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan komposisi *blending* batubara MRC yang optimal dapat menjadi salah satu upaya dalam mendukung efisiensi pembakaran serta pengendalian emisi partikulat.

Kata kunci : *Blending* batubara, *Ash content*, *Moisture*, Emisi partikulat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

The Effect of MRC Blending on Particulate Emissions in a Coal-Fired Power Plant

Hisyam Naufal Fadhlur Rohman¹⁾, P. Jannus¹⁾, Benhur Nainggolan¹⁾

¹⁾ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email : hisyam.naufal.fadhlur.rohman.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

Coal-fired Power Plants (PLTU) have the potential to generate particulate emissions that may affect ambient air quality. One of the factors influencing particulate emission formation is fuel quality, particularly through the composition of Medium rank coal (MRC) blending. This study aims to analyze the effect of MRC coal blending on particulate emissions through changes in coal characteristics, namely Ash content and Moisture content. The research employed a quantitative approach using descriptive and inferential statistical analyses. The data used consisted of coal blending data, daily coal sample test results in the form of proximate analysis parameters (Ash content and Moisture), and particulate emission concentration data collected during the period of November–December 2025. The analysis was conducted using Pearson–Spearman correlation tests, simple linear regression, and multiple linear regression to determine the relationships and effects among variables. The results indicate that variations in MRC coal blending affect coal characteristics, particularly Ash content and Moisture, which are subsequently associated with changes in particulate emission trends at the power plant. Based on these findings, it can be concluded that proper management of MRC coal blending composition can serve as one of the efforts to support combustion efficiency and control particulate emissions.

Keywords: Coal blending, Ash content, Moisture, Particulate emissions.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisa Pengaruh *Blending* Batubara MRC Terhadap Emisi Partikulat di PLTU”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma IV (Sarjana Terapan) Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang terkait selama berjalannya proses penulisan skripsi. Oleh karena itu, ucapan terima kasih Penulis sampaikan kepada :

1. Orang tua penulis yang telah membesarkan, mendidik, serta mendukung setiap proses kehidupan hingga penulisan skripsi ini,
2. Bapak Dr. Fuad Zainuri S.T., M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta,
3. Bapak Cecep Slamet Abadi S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Jakarta,
4. Bapak P. Jannus S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing satu yang telah membimbing dengan penuh dedikasi,
5. Bapak Ir. Benhur Nainggolan S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing dua yang telah membimbing dengan penuh dedikasi,
6. Seluruh Dosen serta Civitas akademik Politeknik Negeri Jakarta,
7. Saudara dan kerabat yang telah memberikan dukungan selama berjalannya perkuliahan,
8. Partner dan seluruh teman – teman satu kelas, yang telah memberikan masukan dan dukungan baik selama perkuliahan maupun penulisan skripsi,
9. Seluruh karyawan PT. ABC yang telah memberikan kesempatan, pengalaman, bimbingan, serta bantuan lainnya selama penulis melakukan PKL dan penulisan skripsi,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

10. Serta pihak lainnya yang telah memberikan dukungan moril dan materil kepada penulis selama berjalannya proses perkuliahan dan penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun guna perbaikan serta penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi referensi bagi pihak perusahaan serta menambah wawasan dan pengetahuan bagi penulis maupun pembaca. Dengan demikian, skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam mendukung pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 17 Juni 2026

Hisyam Naufal Fadhlur Rohman
NIM. 2202421031

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	7
2.1.2 Bahan Bakar Batubara	8
2.1.3 Karakteristik Batubara	10
2.1.4 Pencampuran Batubara	14
2.1.5 Proses Pembakaran Batubara	16
2.1.6 Emisi Pembakaran Batubara	19
2.1.7 Sistem Pengendalian Emisi	24
2.1.8 Regresi Linear	26
2.1.9 Uji Korelasi Pearson – Spearman	33
2.1.10 Konsep Dasar SPSS	35
2.2 Kajian Literatur	36
2.3 Kerangka Pemikiran	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Jenis Penelitian	41
3.2 Diagram Alir Penelitian	42



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.3	Objek Penelitian	46
3.4	Metode Pengambilan Sampel	46
3.5	Jenis dan Sumber Data Penelitian	47
3.6	Metode Pengumpulan Data Penelitian	47
3.7	Metode Analisis Data	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		50
4.1	Data Analisis	50
4.2	Pengaruh <i>blending</i> MRC terhadap Emisi Partikulat secara langsung	52
4.2.1	Uji Asumsi Klasik	52
4.2.2	Uji regresi linear berganda	54
4.2.3	Perbandingan model regresi	57
4.3	Pengaruh <i>Blending</i> Batubara MRC terhadap karakteristik Batubara	59
4.3.1	Uji normalitas data	60
4.3.2	Uji Korelasi Pearson	60
4.3.3	Uji Regresi Linear Sederhana	62
4.4	Hubungan karakteristik batubara terhadap emisi partikulat	66
4.4.1	Uji normalitas data	66
4.4.2	Uji Korelasi Pearson	67
4.5	Pengaruh karakteristik batubara terhadap emisi partikulat	69
4.5.1	Uji Asumsi klasik	69
4.5.2	Uji Outlier	71
4.5.3	Uji Regresi Linear Berganda	71
4.6	Pengaruh <i>Blending</i> MRC terhadap Emisi partikulat	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN		81



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Batubara berdasarkan ASTM	10
Tabel 2. 2 Beban emisi partikulat berdasarkan jenis batubara	23
Tabel 3. 1 Kurva S penelitian	46
Tabel 4. 1 Data Penelitian	51
Tabel 4. 2 Indikator kondisi normal esp	52
Tabel 4. 3 Uji normalitas MRC terhadap Emisi Partikulat secara langsung	53
Tabel 4. 4 Uji multikolinearitas	53
Tabel 4. 5 Uji Regresi Linear Berganda	55
Tabel 4. 6 Uji F Simultan Regresi linear berganda	55
Tabel 4. 7 Uji parsial MRC terhadap emisi secara langsung	56
Tabel 4. 8 Perbandingan aktual dengan model regresi	58
Tabel 4. 9 Uji normalitas MRC terhadap Ash content	60
Tabel 4. 10 Uji korelasi pearson MRC terhadap Ash content	61
Tabel 4. 11 Uji normalitas residual MRC terhadap Ash content	62
Tabel 4. 12 Uji regresi linear sederhana MRC terhadap Ash content	63
Tabel 4. 13 Uji T parsial MRC terhadap Ash content	63
Tabel 4. 14 Uji normalitas residual MRC terhadap Moisture	64
Tabel 4. 15 Uji regresi linear sederhana MRC terhadap Moisture	65
Tabel 4. 16 Uji Parsial Bootstraps MRC terhadap <i>Moisture</i>	65
Tabel 4. 17 Uji normalitas karakteristik batubara terhadap emisi partikulat	67
Tabel 4. 18 Uji korelasi Pearson Ash content terhadap emisi partikulat	68
Tabel 4. 19 Uji korelasi Pearson Moisture terhadap emisi partikulat	69
Tabel 4. 20 Uji Normalitas Residual karakteristik batubara terhadap emisi partikulat	70
Tabel 4. 21 Uji Multikolinearitas karakteristik batubara terhadap emisi partikulat	70
Tabel 4. 22 Uji Outlier karakteristik batubara terhadap emisi partikulat	71
Tabel 4. 23 Model Regresi Berganda	72
Tabel 4. 24 Uji F simultan Anova	73
Tabel 4. 25 Uji Parsial Karakteristik batubara terhadap Emisi partikulat	74



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	7
Gambar 2. 2 Proses pembentukan batubara	8
Gambar 2. 3 Metode <i>blending</i> curah langsung	15
Gambar 2. 4 Metode <i>blending</i> dua conveyor	15
Gambar 2. 5 Ukuran emisi partikulat	21
Gambar 2. 6 Ilustrasi <i>electrostatic precipitator</i>	24
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	42
Gambar 4. 1 Scatterplot Residual dan Predicted Value	54
Gambar 4. 2 Gambar grafik perbandingan emisi aktual dengan model regresi....	59
Gambar 4. 3 Scatter Plot Karakteristik batubara terhadap emisi partikulat.....	71



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit listrik yang bekerja dengan memanfaatkan energi kimia yang terkandung dalam batubara melalui proses pembakaran untuk menghasilkan energi panas. Energi panas tersebut digunakan untuk memanaskan air menjadi uap bertekanan tinggi yang digunakan untuk memutar turbin uap yang terhubung dengan generator sehingga menghasilkan energi listrik dengan kapasitas daya dan tegangan tertentu [1]. Sebagai salah satu pembangkit listrik berbahan bakar batubara, PLTU banyak digunakan karena mampu menghasilkan daya listrik dalam kapasitas besar dan beroperasi secara kontinu untuk memenuhi kebutuhan energi listrik.

Dalam sistem ketenagalistrikan nasional, PLTU memiliki kontribusi yang signifikan dalam penyediaan energi listrik di Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2024, konsumsi listrik per kapita di Indonesia telah mencapai 1.411 kWh per kapita dengan total kapasitas listrik terpasang sebesar 100.649 MW. Dari total kapasitas tersebut, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memiliki kapasitas terpasang sebesar 19.863 MW atau sekitar 53,99% dari total kapasitas pembangkit nasional [2]. Kondisi ini menunjukkan bahwa PLTU batubara masih memegang peranan yang sangat penting dalam sistem ketenagalistrikan nasional. Namun, di balik peran penting tersebut, penggunaan batubara sebagai bahan bakar juga berkontribusi terhadap peningkatan emisi yang menjadi perhatian global.

Permasalahan pencemaran udara akibat emisi partikulat saat ini menjadi isu global yang semakin mendapat perhatian. Berdasarkan data kualitas udara global yang dirilis oleh IQAir, Indonesia menempati peringkat ke-17 sebagai negara dengan tingkat konsentrasi partikulat halus

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(PM2.5) tertinggi di dunia. Kondisi ini menunjukkan bahwa pencemaran udara akibat partikulat masih menjadi permasalahan serius. Salah satu sumber emisi partikulat tersebut berasal dari proses pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).

Proses pembakaran batubara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menghasilkan gas buang yang dilepaskan melalui cerobong. Gas buang tersebut mengandung banyak zat pencemar, salah satunya partikel berupa *fly ash* yang terbentuk dari sisa hasil pembakaran batubara. *Fly ash* merupakan partikel abu berukuran halus yang terbawa bersama aliran gas buang. Partikel ini mengandung berbagai senyawa anorganik, termasuk unsur dan logam berat yang bersifat sulit terurai secara alami di lingkungan [3]. Oleh karena itu, emisi yang dihasilkan oleh PLTU perlu mendapat perhatian khusus, karena dapat menimbulkan dampak terhadap kualitas lingkungan apabila tidak dikendalikan dengan baik.

Besarnya emisi yang dilepaskan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain proses pembakaran, kondisi operasi boiler, serta kinerja sistem pengendalian emisi seperti *Electrostatic precipitator* (ESP). Selain faktor operasional tersebut, karakteristik batubara yang digunakan sebagai bahan bakar juga memiliki pengaruh penting terhadap pembentukan emisi.

Karakteristik batubara dalam hal ini merupakan sifat fisik dan kimia batubara yang dapat mempengaruhi perilaku pembakaran, seperti kadar abu (*Ash content*), dan kadar air (*Moisture*). Parameter-parameter tersebut berperan dalam menentukan efisiensi pembakaran dan jumlah residu yang dihasilkan. Kandungan seperti kadar abu (*ash*), kadar air (*Moisture*), serta komposisi unsur lainnya dapat mempengaruhi proses pembakaran dan pembentukan partikel *fly ash*. Batubara dengan kandungan abu yang lebih tinggi cenderung menghasilkan jumlah abu yang lebih besar. Oleh karena itu, variasi karakteristik batubara yang digunakan dalam proses pembakaran dapat menyebabkan perbedaan nilai emisi partikulat yang dihasilkan pada operasi PLTU [26].

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dalam praktik operasional Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), batubara yang digunakan sebagai bahan bakar tidak selalu berasal dari satu jenis batubara saja. Untuk menyesuaikan kualitas bahan bakar dengan kebutuhan operasi pembangkit, batubara sering digunakan dalam bentuk hasil *blending* atau pencampuran beberapa jenis batubara yaitu batubara *Medium rank coal(MRC)* dan *Low Rank Coal(LRC)* dengan komposisi tertentu. Proses *blending* dilakukan untuk memperoleh karakteristik batubara yang sesuai dengan spesifikasi operasi *boiler*, seperti nilai kalor, kadar air, dan kandungan abu. Namun demikian, perbedaan komposisi *blending* dapat menyebabkan variasi karakteristik batubara yang dibakar, sehingga berpotensi mempengaruhi proses pembakaran serta jumlah emisi partikulat yang dihasilkan.

Variasi karakteristik batubara yang digunakan dalam proses pembakaran tersebut dapat tercermin pada kondisi gas buang yang dilepaskan melalui cerobong PLTU. Kondisi gas buang dalam hal ini merujuk pada sifat fisik dan kimia gas hasil pembakaran yang keluar dari boiler, seperti konsentrasi partikulat, komposisi gas, serta tingkat kepekatan (*opacity*) yang dapat diamati secara visual maupun melalui pengukuran instrumen. Pada kondisi tertentu, sering ditemukan kondisi gas buang yang dilepaskan melalui cerobong memiliki tingkat kepekatan yang lebih tinggi, biasanya berwarna kuning atau abu pekat. Tingginya kandungan *fly ash* dalam gas buang berpotensi meningkatkan pencemaran lingkungan. Fenomena tersebut menunjukkan perlunya kajian lebih lanjut terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan partikel emisi hasil pembakaran yang terlihat pada nilai emisi di cerobong PLTU.

Untuk meminimalisir emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memiliki sistem penangkapan emisi partikulat, yakni dengan *Electrostatic precipitator*. *Electrostatic precipitator* merupakan komponen yang berfungsi untuk menangkap partikel *fly ash* yang masuk bersamaan dengan aliran gas buang dengan cara memberikan muatan listrik pada partikel sehingga partikel

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

tersebut dapat tertangkap [4]. Dengan adanya *Electrostatic precipitator* dapat mengurangi konsentrasi *fly ash* yang akan dilepaskan ke lingkungan melalui cerobong. Namun demikian, pada kondisi operasional tertentu masih ditemukan variasi nilai emisi partikulat yang meningkat pada cerobong PLTU.

Berdasarkan Kondisi tersebut, diperlukan kajian lebih mendalam untuk memahami pengaruh *blending* batubara MRC melalui perubahan karakteristik batubara terhadap emisi partikulat yang dihasilkan agar dapat mengurangi dampak emisi yang dihasilkan. Selama ini, kajian pengendalian emisi umumnya lebih banyak mengkaji emisi partikulat dari sisi kondisi operasional atau kinerja *Electrostatic precipitator* (ESP) dan banyak dilakukan pada skala laboratorium atau simulasi. Terbatasnya penelitian yang menganalisis pengaruh variasi *blending* batubara terhadap emisi partikulat pada kondisi ESP yang beroperasi normal di PLTU, menyebabkan sumber utama peningkatan emisi partikulat di lapangan sering diasumsikan berasal dari kegagalan ESP tanpa mempertimbangkan pengaruh *blending* batubara. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi *blending* batubara terhadap emisi partikulat pada kondisi normal operasi ESP di PLTU dengan memanfaatkan data karakteristik batubara dan data emisi sebagai dasar analisis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa pengaruh *blending* batubara MRC terhadap emisi partikulat di PLTU?

1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana kadar abu dan air pada batubara hasil *blending* berdasarkan data uji sample harian batubara?
2. Bagaimana nilai konsentrasi emisi partikulat berdasarkan data pengukuran CEMS?
3. Bagaimana kecenderungan pengaruh variasi *blending* batubara MRC terhadap besarnya emisi partikulat yang dilepaskan oleh PLTU?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Bagaimana hubungan antara parameter karakteristik batubara terhadap emisi partikulat?

1.4 Batasan Masalah

1. Pembahasan hanya mencakup variasi *blending* batubara MRC, sistem *electrostatic precipitator* pada kondisi normal, serta nilai emisi partikulat pada PLTU.
2. Pengaruh kondisi operasi boiler dan esp tidak dianalisis dalam penelitian ini karena keterbatasan data operasional yang tersedia, sehingga penelitian difokuskan pada parameter yang dapat diamati secara langsung.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada rentang beban unit 247 – 257 MW yang meliputi data analisis proximate batubara, data operasi *blending* batubara, serta data emisi partikulat yang diambil pada periode bulan November – Desember 2025.
4. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada kondisi operasi normal, sehingga parameter operasi pembangkit diasumsikan relatif stabil.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi karakteristik kualitas batubara berdasarkan hasil analisis *proximate* pada variasi *blending* batubara.
2. Mengidentifikasi nilai emisi partikulat yang dihasilkan pada kondisi normal operasi *Electrostatic precipitator* (ESP).
3. Menganalisis hubungan antara parameter karakteristik batubara terhadap emisi partikulat yang dilepaskan oleh PLTU.
4. Menganalisis kecenderungan pengaruh *blending* batubara MRC terhadap emisi partikulat yang dilepaskan oleh PLTU.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.6 Manfaat Penelitian

1. Bagi Institusi pendidikan, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah terkait hubungan antara variasi *blending* batubara dan emisi partikulat pada PLTU, dan dapat dijadikan materi pembelajaran.
2. Untuk Industri, penelitian ini memberikan informasi mengenai dampak variasi *blending* batubara terhadap emisi partikulat sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penentuan strategi *blending* batubara.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian awal penelitian yang menjelaskan latar belakang masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan Skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat landasan teori berupa tinjauan literatur, teori dan kajian pustaka yang mendukung penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian, metode pengumpulan data, pengolahan data serta analisis data yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi uraian hasil dari penelitian yang telah dilakukan, menjelaskan bagaimana hasil dan pembahasan secara rinci berdasarkan metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapat dari penelitian serta saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh *coal blending* terhadap emisi partikulat pada unit pembangkit, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis proximate, karakteristik batubara hasil variasi *blending* MRC selama periode November–Desember 2025 menunjukkan nilai *ash content* berada pada rentang 3.66–6.71% dengan rata-rata 4.85%, sedangkan *moisture* berada pada rentang 37.15–46.56% dengan rata-rata 42.01%. Variasi nilai tersebut menunjukkan adanya perubahan karakteristik batubara akibat perbedaan komposisi *blending* MRC yang digunakan.
2. Hasil pemantauan emisi partikulat menunjukkan konsentrasi emisi berada pada rentang 3.24 – 5.97 mg/Nm³ dengan rata-rata 4.53 mg/Nm³. Variasi nilai emisi yang terjadi selama periode penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi partikulat pada gas buang mengalami perubahan selama periode pengamatan.
3. Berdasarkan hasil analisis hubungan karakteristik batubara terhadap emisi partikulat, *ash content* menunjukkan hubungan positif dan signifikan terhadap emisi partikulat, sedangkan *moisture* menunjukkan hubungan positif namun tidak signifikan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kandungan abu cenderung diikuti oleh peningkatan konsentrasi emisi partikulat, sehingga *ash content* menjadi parameter karakteristik batubara yang memiliki keterkaitan lebih kuat terhadap pembentukan partikulat dibandingkan *moisture*.
4. Komposisi *blending* batubara *Medium Rank Coal* (MRC) memengaruhi karakteristik batubara yang dihasilkan, terutama *ash content* dan *moisture*. Peningkatan proporsi MRC cenderung menurunkan kandungan abu dan kadar air batubara, yang selanjutnya dapat memengaruhi pembentukan emisi partikulat. Dengan demikian,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengaruh blending MRC terhadap emisi partikulat terjadi secara tidak langsung melalui perubahan karakteristik batubara, meskipun besarnya emisi yang dihasilkan tetap dipengaruhi oleh faktor lain seperti kondisi operasi pembakaran dan kinerja *Electrostatic Precipitator* (ESP).

5.2 Saran

1. Pengaturan komposisi *blending* batubara perlu diperhatikan agar kualitas batubara yang digunakan tetap stabil, khususnya dalam menjaga kadar *Moisture* dan karakteristik pembakaran. Komposisi batubara MRC yang lebih tinggi pada *blending* batubara dapat membantu menghasilkan proses pembakaran yang lebih optimal sehingga potensi peningkatan emisi partikulat dapat diminimalkan.
2. Sistem penyimpanan batubara pada area stockpile perlu diperhatikan agar batubara terhindar dari paparan air hujan dan peningkatan kadar *Moisture*. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan proses pembakaran menjadi kurang optimal sehingga berpotensi meningkatkan pembentukan *fly ash* dan emisi partikulat.
3. Pengoperasian dan perawatan *Electrostatic precipitator* (ESP) perlu dilakukan secara optimal agar proses penangkapan partikulat hasil pembakaran dapat berjalan lebih efektif sehingga emisi partikulat yang dilepaskan ke lingkungan dapat diminimalkan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Wibowo dan A. H. Rahmatullah, “Analisa Kegagalan Emisi SO₂ Hasil Pembakaran Batubara Pada Flue Gas Desulfurization (FGD) di PLTU Tanjung Jati B Unit 3 & 4,” *PROSEMNASPROIT*, vol. 1, no. 1, pp. 82-90, 2024.
- [2] DIREKTORAT JENDERAL KETENAGALISTRIKAN KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA, “Statistik Ketenagalistrikan 2024,” Sekretariat Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Jakarta, 2024.
- [3] V. Ramadhan, M. K. P. dan T. , “Studi Bioassay *Fly ash* Batubara Terhadap *Daphnia Magna*,” *Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 46-51, 2024.
- [4] N. Rudolf, PENGARUH *ASH CONTENT* TERHADAP KETIDAKNORMALAN PARAMETER ESP DI PLTU OMBILIN, Depok: Politeknik Negeri Jakarta, 2022.
- [5] G. Muhiawaty dan M. Dirgawati, “Metode Perhitungan Beban Emisi Partikulat pada PLTU Batu Bara,” dalam *Prosiding FTSP*, Bandung, 2023.
- [6] A. Pambudi, I. Kukmana dan Y. E. Risano, “Pengaruh Nilai Spesifik Konsumsi Bahan Bakar (SFC) Terhadap Jumlah Pemakaian Batubara Di PT Bukit Energi Servis Terpadu PLTU Peltar 2x8 MW,” *Jurnal Profesi Insinyur*, vol. 4, no. 2, pp. 133-142, 2023.
- [7] B. Rahmad, S. Raharjo, E. W. Pramudionhadi dan E. , GAMBUT, BATUBARA dan BATUAN SEDIMEN ORGANIK, Yogyakarta, 2018.
- [8] S. Nasir, TEORI DAN TEKNOLOGI PEMANFAATAN BATUBARA, Palembang: Unsri Press, 2022.
- [9] S. H. Baek, H. Y. Park dan S. H. Ko, “The effect of the coal *blending* method in a coal fired boiler on carbon in ash and NO_x emission,” *Elsevier*, vol. 128, pp. 62-70, 2014.
- [10] D. Saputra, A. Triantoro dan R. , “SIMULASI *BLENDING* BATUBARA DI BAWAH STANDAR KONTRAK DALAM *BLENDING* DUA JENIS GRADE BEDA KUALITAS PADA PT AMANAH ANUGERAH ADI MULIA SITE KINTAP,” *Jurnal Fisika FLUX*, vol. 11, no. 1, pp. 40-55, 2014.
- [11] R. F. Naryanto, TEKNIK PEMBAKARAN, Malang: Literasi Nusantara, 2021.
- [12] W. Yang, D. Pudasainee, R. Gupta, W. Li, B. Wang dan L. Sun, “An overview of inorganic particulate matter emission from coal/biomass/ MSW combustion: Sampling and measurement, formation, distribution, inorganic composition and influencing factors,” *Elsevier*, 2020.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [13] Winarno, “Analisis Kinerja *Electrostatic precipitator* (ESP) Berdasarkan Pembagian Besarnya Arus Transformator di PT. PJB UBJOM PLTU Paiton,” *Jurnal EECCIS*, vol. 14, no. 2, pp. 45-57, 2020.
- [14] A. Damayanti, F. D. Marleny dan A. A. Ningrum, “IMPLEMENTASI REGRESI LINEAR BERGANDA UNTUK PREDIKSI PENJUALAN PADA PT TRIMANDIRI SARANA PROPETINDO BANJARMASIN,” *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. 3.
- [15] S. W. Hariadi, E. D. Putra dan A. anas, “Analisis Regresi Linier Berganda Untuk Memodelkan Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Penambahan Utang Tahunan Negara Indonesia,” *Jurnal UJMC*, vol. 10, no. 1, pp. 36-46.
- [16] E. Mulyati, M. R. Arsyad, S. dan d. , PENGANTAR SPSS: TEORI, IMPLEMENTASI DAN INTERPRETASI, Padang: CV. Gita Lentera, 2024.
- [17] R. Yuniarti, H. dan H. , “Pengaruh Distribusi Data Terhadap Hasil Uji Korelasi Studi Pada Uji Pearson Product Moment, Rank Spearman, dan Rank Kendall Tau,” *Jurnal UJMC*, vol. 11, no. 1, pp. 09-16.
- [18] L. Qi, J. Xu, Y. Yao dan Y. Zhang, “Effects of coal *blending* in electrostatic precipitation Effects of coal *blending* in electrostatic precipitation,” *Environmental Science and Pollution Research*, 2018.
- [19] H. H. Santoso, A. Hasan, D. H. dan d. , “Optimization of Coal *Blending* to Reduce Production Cost and Increase Energy Efficiency in PT. PJB UP PAITON Power Plant,” *International Journal of Engineering Science Invention*, vol. 5, no. 8, pp. 25-30, 2016.
- [20] D. Anggraeni, S. Bahtiar, F. Widyawati dan S. Hidayat, “ANALISIS HUBUNGAN KANDUNGAN TOTAL *MOISTURE*, TOTAL SULPHUR DAN *ASH CONTENT* TERHADAP GROSS CALORIFIC VALUE PADA BATUBARA,” *JURNAL TAMBORA*, vol. 5, no. 3, pp. 50-55, 2021.
- [21] S. Yan, C. Lv, L. Yao dan d. , “Hybrid dynamic coal *blending* method to address multiple environmental objectives under a carbon emissions allocation mechanism,” *Elsevier*, 2022.
- [22] Q. F. Hermawan, N. Khoirunisa, Z. Sitohang dan d. , “Pengaruh kualitas batu bara terhadap produksi gas SO₂ dan NO_x: studi kasus PLTU “Lentera”,” *JPLB* , vol. 9, no. 2, 2025.
- [23] J. F. Andakke, L. Patras dan M. Tuegeh, “Effect Of Supply Current Quality On The Performance Of *Electrostatic precipitator* In Flue Gas Treatment Process,” Manado, 2025.
- [24] F. T. Aprilianto, ANALISIS PERFORMA *ELECTROSTATIC PRECIPITATOR* SEBAGAI PENGENDALI *FLY ASH* DAN PEMANFATAN LIMBAH B3 PADA BOILER DI PLTU SURALAYA, Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2018.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [25] H. Sitanggang, E. W. Siahaan dan R. A. Sidabutar, “Evaluasi Kinerja *Electrostatic precipitator* (ESP) Dalam Mengurangi Emisi Gas Buang Pada Pembakaran Solid Fuel Di Power Boiler 200 TPH,” *Jurnal Juitech* , pp. 132-138, 2024.
- [26] F. Mylläri, . L. Pirjola dan H. Lihavainen, “Characteristics of particle emissions and their atmospheric dilution during co-combustion of coal and wood pellets in a large combined heat and power plant,” *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 69, no. 1, pp. 97 - 108, 2019.
- [27] E. N. 'Afifah, L. H. Pulungan dan I. , Panduan Lengkap Analisis Statistik untuk Penelitian Skripsi, Tesis dan Disertasi, Medan: UMSUpres, 2025.
- [28] N. M. M. Astari, N. I. P. Suciptawati dan I. K. G. Sukarsa, “PENERAPAN METODE BOOTSTRAP RESIDUAL DALAM MENGATASI BIAS PADA PENDUGA PARAMETER ANALISIS REGRESI,” *E-Jurnal Matematika*, vol. 3, no. 4, pp. 130-137.
- [29] A. K. Samlawi, Teknik Pembakaran (HMKB646), Banjarmasin, 2017.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1

No	Data Blending pada Beban 247 - 257 MW				Data Uji Sample Harian Coal		Data Emisi Partikulat
	Tanggal	Blending		Beban MW	Ash Content	Total Moisture	Dust Partikulat (mg/Nm ³)
		MRC	LRC		(%)	(%)	
1	1/11/2025	25	75	250	5.67	43.25	4.25
2	2/11/2025	0	100	247	5.94	44.67	4.59
3	4/11/2025	45	55	256	4.49	43.76	4.06
4	6/11/2025	65	35	248	4.51	41.75	4.22
5	6/11/2025	80	20	247	3.66	38.71	3.32
6	8/11/2025	60	40	247	4.89	45.54	4.25
7	10/11/2025	85	15	257	3.85	37.15	3.24
8	12/11/2025	25	75	251	4.77	41.45	3.83
9	12/11/2025	55	45	253	4.82	39.27	5.97
10	13/11/2025	50	50	257	5.25	42.46	6.08
11	13/11/2025	30	70	249	4.55	47.69	6.79
12	16/11/2025	0	100	247	6.4	48.45	6.51
13	26/11/2025	15	85	248	5.13	43.66	4.26
14	27/11/2025	50	50	250	4.42	41.23	4.13
15	28/11/2025	20	80	250	5.48	43.94	4.35
16	2/12/2025	25	75	249	5.39	45.16	4.17
17	3/12/2025	25	75	251	6.14	42.59	4.45
18	6/12/2025	45	55	248	5.98	43.24	4.26
19	7/12/2025	50	50	257	4.35	37.44	3.28
20	14/12/2025	30	70	255	4.92	38.92	3.77
21	15/12/2025	40	60	252	4.67	41	4.34
22	17/12/2025	30	70	253	5.12	42.04	4.11
23	20/12/2025	25	75	248	5.01	45.91	5.27
24	20/12/2025	65	35	253	3.93	40.16	5.83
25	21/12/2025	45	55	247	5.64	40.47	6.2
Rata - Rata				250.8	5.00	42.40	4.62
Min.				247	3.66	37.15	3.24
Max.				257	6.4	48.45	6.79

Lampiran 2

LINE	FIELD	Kondisi Rapping		Kondisi Heater			Penerimaan Gudang	PARAMETER														
		CRM	DRM	Heater Hopper	Heater Boiling	Heater Porcelain			11/5/2025	11/7/2025	11/10/2025	11/17/2025	11/21/2025	11/24/2025	11/28/2025	12/1/2025	12/5/2025	12/8/2025	12/12/2025	12/15/2025	12/19/2025	12/23/2025
1	F1	Normal	Normal					vtr muk Spaak (CPM)	55	55	45	45	45	45	55	55	45	45	45	55	55	45
									641	672	728	507	512	516	641	672	728	750	750	672	728	
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
									156	156	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	
2	F2	Normal	Normal					vtr muk Spaak (CPM)	59	59	51	50	59	50	53	53	54	50	54	59	50	55
									434	429	419	451	451	450	458	458	454	451	412	421	282	360
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
									48	52	48	45	47	44	44	45	45	44	44	45	45	46
3	F3	Normal	Normal					vtr muk Spaak (CPM)	533	542	594	616	577	412	421	460	460	454	451	450	498	504
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	F4	Normal	Normal				Kondisi Rapping Heater Hopper	vtr muk Spaak (CPM)	594	603	633	681	572	529	529	533	525	540	533	542	590	594
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	F5	Normal	Normal					vtr muk Spaak (CPM)	53	54	54	51	49	47	47	47	46	46	52	49	57	57
									377	378	412	416	429	273	251	260	264	273	250	250	372	290
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	F6	Normal	Normal					vtr muk Spaak (CPM)	53	52	52	51	51	51	53	53	56	50	56	45	47	47
									594	596	620	599	620	590	599	590	593	620	473	590	403	
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	F7	Normal	Normal					vtr muk Spaak (CPM)	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	50
									628	647	650	663	665	664	655	654	659	651	666	653	643	641
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lampiran 3

		Lossing	Missing																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
LINE	FIELD	Status	Condition	Temp	Humidity	Pressure	Flow	Level	Vibration	Sound	Odor	Taste	Color	Texture	Weight	Volume	Density	Conductivity	Resistivity	pH	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	Suspended Solids	Total Solids	Dissolved Solids	



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BIODATA

Nama : Hisyam Naufal Fadhlur Rohman
NIM : 2202421031
Tempat, Tanggal : Bandung, 30 Agustus 2003
Lahir
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Alamat : Pondok Giri Harja Endah, Kel.
Jelegong, Kec. Baleendah, Kab.
Bandung.
Email : Fadhlurrahman3003@gmail.com
Program Studi : Teknologi Rekayasa Pembangkit
Energi
Tempat Penelitian : PT. ABC



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**