

Analisa Pengaruh *Blending* Batubara MRC Terhadap Emisi Partikulat di PLTU

Hisyam Naufal¹, P. Jannus^{1*}, Benhur Nainggolan¹

¹Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author *E-mail address*: p.jannus@mesin.pnj.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, Emisi partikulat, Ash content, Moisture*

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, particulate emissions, ash content, moisture.*

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) masih menjadi salah satu sumber utama penyedia energi listrik di Indonesia karena mampu menghasilkan daya listrik dalam kapasitas besar dan beroperasi secara kontinu [1]. Penggunaan batubara sebagai bahan bakar utama menjadikan PLTU berperan penting dalam menjaga kestabilan pasokan listrik nasional [2]. Namun, proses pembakaran batubara juga menghasilkan dampak lingkungan, salah satunya emisi partikulat yang berasal dari *fly ash* dan terbawa bersama gas buang menuju cerobong [3]. *Fly ash* merupakan partikel halus yang terbentuk dari mineral anorganik (*mineral matter*) dalam batubara yang mengalami transformasi selama proses pembakaran. Apabila tidak seluruhnya dapat ditangkap oleh sistem *Moisture* (ESP), partikel tersebut akan terlepas ke atmosfer sebagai emisi partikulat [10]. Emisi partikulat menjadi perhatian penting karena berpotensi menurunkan kualitas udara serta berdampak terhadap lingkungan apabila tidak dikendalikan secara optimal.

Besarnya emisi partikulat pada PLTU dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kondisi pembakaran, performa *Moisture* (ESP), karakteristik batubara yang digunakan dan sifat fisik dan kimia abu hasil pembakaran [4]. Parameter kualitas batubara seperti kadar air (*moisture*) dan kadar abu (*ash content*) memiliki pengaruh terhadap efisiensi pembakaran dan jumlah residu hasil pembakaran [5]. Dalam operasional PLTU, batubara umumnya digunakan melalui proses *blending* antara beberapa jenis batubara, seperti *Medium Rank Coal* (MRC) dan *Low Rank Coal* (LRC), untuk menyesuaikan kualitas bahan bakar dengan kebutuhan *boiler* [6]. Perbedaan komposisi *blending* dapat menyebabkan variasi karakteristik batubara yang berpotensi memengaruhi besarnya emisi partikulat.

Untuk menganalisis pengaruh variasi *blending* batubara MRC terhadap emisi partikulat, penelitian ini menggunakan pendekatan statistik berupa uji korelasi dan regresi linear. Uji korelasi digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antarvariabel, sedangkan regresi linear digunakan untuk menganalisis pengaruh masing-masing variabel serta membandingkan model empiris yang diperoleh dengan nilai emisi partikulat aktual [7].

Sejauh ini, kajian pengendalian emisi partikulat lebih banyak berfokus pada faktor operasional pembangkit dan performa ESP [8], sementara analisis pengaruh *blending* batubara terhadap emisi partikulat pada kondisi operasi normal masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *blending* batubara MRC terhadap emisi partikulat pada PLTU menggunakan data karakteristik batubara hasil uji *proximate*, komposisi *blending*, dan data emisi partikulat dari *Continuous Emission Monitoring System* (CEMS). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi teknis dalam optimasi *blending* batubara dan pengendalian emisi partikulat pada operasional PLTU.

2. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis korelasi, regresi linear sederhana dan berganda serta deskriptif untuk menganalisis pengaruh variasi *blending* batubara terhadap emisi partikulat pada PLTU menggunakan software SPSS [7]. Analisis dilakukan menggunakan data operasional pembangkit pada kondisi normal operasi pembangkit. Pendekatan ini digunakan untuk mengetahui hubungan serta besarnya pengaruh *blending* batubara MRC terhadap konsentrasi emisi partikulat.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis sebagai berikut :

1. Data yang telah terkumpul dikelompokkan, diperiksa kelengkapannya, dan disusun berdasarkan periode pengamatan. Lalu dilakukan evaluasi data, untuk melihat kelengkapan data penelitian. Jika belum memadai, maka dilakukan pengambilan ulang data.
2. Selanjutnya dilakukan analisis regresi linier berganda untuk mengetahui pengaruh secara simultan *blending* batubara *MRC*, *ash content*, dan *moisture* terhadap emisi partikulat.
3. Selanjutnya dilakukan analisis secara terpisah untuk mengetahui mekanisme pengaruh *blending* batubara *MRC* terhadap emisi partikulat melalui perubahan karakteristik batubara, yaitu *ash content* dan *moisture*.
4. Selanjutnya dilakukan analisis korelasi, regresi linear sederhana dan berganda untuk menganalisis pengaruh *blending MRC* terhadap perubahan *ash content* dan *moisture*, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh *ash content* dan *moisture* terhadap emisi partikulat secara parsial dan simultan.
5. Terakhir penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis serta penyusunan saran sesuai tujuan penelitian.

Tinjauan Pustaka

Regresi linier merupakan metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan dan pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen. Regresi linier terdiri atas regresi linier sederhana dan regresi linier berganda untuk dua atau lebih variabel independen [7]. Pada regresi linier sederhana, hubungan antar variabel dinyatakan dalam bentuk persamaan :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

Uji korelasi digunakan untuk mengetahui arah dan kekuatan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Terdapat dua metode uji korelasi yakni korelasi pearson dan spearman. Pemilihan metode korelasi didasarkan pada hasil uji normalitas data, yaitu korelasi Pearson untuk data yang berdistribusi normal dan korelasi Spearman untuk data yang tidak berdistribusi normal [7]. Pada korelasi Pearson, koefisien korelasi dirumuskan sebagai berikut :

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Sementara itu, pada korelasi Spearman koefisien korelasi dirumuskan sebagai berikut :

$$\rho = 1 - \frac{6\sum(b_i^2)}{n(n^2 - 1)}$$

Penyajian Data

Data penelitian merupakan data sekunder yang diperoleh dari aktivitas operasional PLTU selama periode November–Desember 2025. Data terdiri atas komposisi *blending* batubara *Medium Rank Coal (MRC)*, nilai *ash content*, *total moisture*, dan konsentrasi emisi partikulat yang diperoleh dari sistem *Continuous Emission Monitoring System (CEMS)*. Untuk mengurangi variasi data pada komposisi *blending* yang sama, data dikelompokkan berdasarkan persentase *MRC* dan disajikan dalam bentuk nilai rata-rata pada setiap variasi *blending*. Data penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penelitian
Data pada Beban Unit 247 - 257 MW

No	Blending		Rata - rata <i>Ash content</i>	Rata - rata <i>Moisture</i>	Rata - rata Emisi Partikulat
	<i>MRC</i> (%)	<i>LRC</i> (%)	(%)	(%)	(mg/Nm ³)
1	0	100	6.17	46.56	5.55
2	15	85	5.13	43.66	4.26
3	20	80	5.48	43.94	4.35
4	25	75	5.39	43.67	4.40
5	30	70	4.86	42.88	4.89
6	40	60	4.67	41.00	4.34
7	45	55	5.37	42.49	4.84
8	50	50	4.57	40.37	4.50
9	55	45	4.82	39.27	5.97
10	60	40	4.89	45.54	4.25
11	65	35	4.22	40.95	5.03
12	80	20	3.66	38.71	3.32
13	85	15	3.85	37.15	3.24
Rata - rata			4.85	42.01	4.53
Min			3.66	37.15	3.24
Max			6.17	46.56	5.97

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh *Blending MRC* terhadap Emisi Partikulat Secara langsung

Berdasarkan analisis regresi linear berganda, model regresi memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,400, yang menunjukkan bahwa 40,0% variasi emisi partikulat dapat dijelaskan oleh variabel Medium Rank Coal (*MRC*), *ash content*, dan *moisture*, sedangkan 60,0% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Hasil uji simultan maupun parsial menunjukkan bahwa model belum signifikan secara statistik ($p > 0,05$), sehingga persamaan regresi lebih tepat digunakan sebagai model prediksi empiris untuk menggambarkan kecenderungan perubahan emisi partikulat dibandingkan sebagai hubungan sebab-akibat secara langsung. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 2. Berdasarkan hasil analisis regresi linear berganda, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 3,130 + 0,006(MRC) + 1,235(Ash\ Content) - 0,116(Moisture)$$

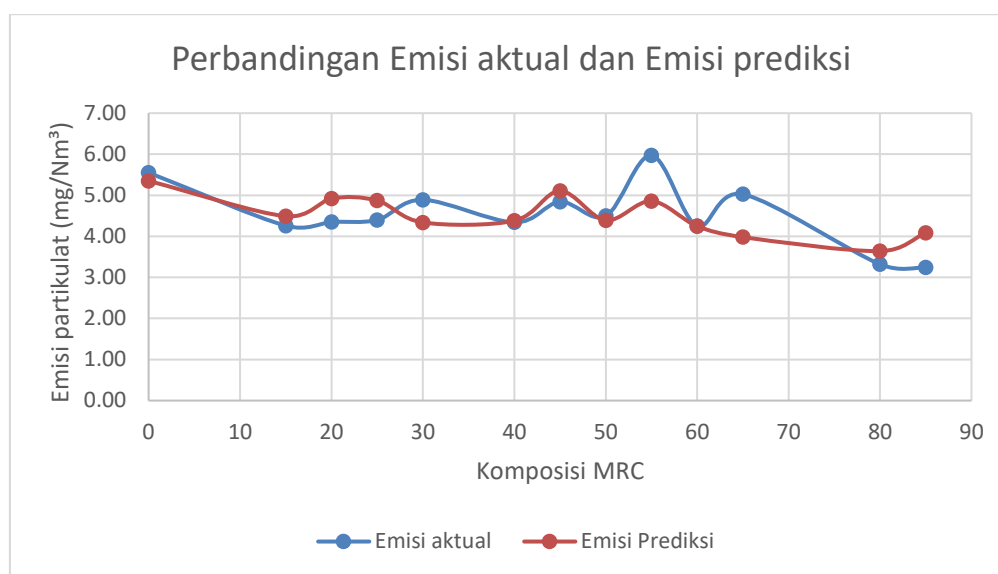
Tabel 2. Analisis Statistik Regresi Linear Berganda

Konstanta	Koef. B			R	R ²	Uji Simultan		Uji Parsial					
						F	Sig.	t			Sig.		
	MRC (%)	Ash content	Moisture					MRC	Ash content	Moisture	MRC	Ash content	Moisture
3.130	0.006	1.235	-0.116	.632 ^a	0.400	1.996	0.185	0.351	1.639	-0.858	0.733	0.136	0.413

Berdasarkan hasil analisis, peningkatan proporsi *MRC* secara umum diikuti oleh penurunan *ash content* dan *moisture*, sehingga emisi partikulat cenderung mengalami penurunan. Pada komposisi *MRC* 0%, batubara memiliki *ash content* 6,17% dan *moisture* 46,56%, sehingga menghasilkan emisi partikulat aktual sebesar 5,55 mg/Nm³. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan batubara dengan kandungan abu dan

kadar air yang tinggi berpotensi meningkatkan pembentukan *fly ash* selama proses pembakaran. Sebaliknya, pada komposisi *MRC* 85%, *ash content* menurun menjadi 3,85% dan *moisture* menjadi 37,15%, yang diikuti oleh penurunan emisi partikulat menjadi 3,24 mg/Nm³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan proporsi *MRC* menghasilkan karakteristik batubara yang lebih baik sehingga potensi pembentukan partikulat selama pembakaran menjadi lebih rendah [5].

Meskipun demikian, pada beberapa komposisi *blending*, seperti *MRC* 55%, emisi partikulat aktual masih relatif tinggi meskipun *ash content* dan *moisture* telah menurun. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa pembentukan partikulat tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik batubara hasil *blending*, tetapi juga oleh kondisi operasi *boiler*, distribusi udara pembakaran, temperatur furnace, serta efektivitas *Moisture* (ESP) dalam menangkap partikel abu terbang. Oleh karena itu, karakteristik batubara merupakan salah satu faktor yang memengaruhi emisi partikulat, namun bukan satu-satunya faktor yang menentukan besarnya emisi [9].



Gambar 1. perbandingan emisi aktual dengan emisi prediksi regresi

Berdasarkan Gambar 1. hasil perbandingan antara emisi aktual dan emisi hasil prediksi menunjukkan bahwa model regresi mampu mengikuti kecenderungan perubahan emisi partikulat pada setiap variasi komposisi *blending*. Kurva prediksi memiliki pola yang searah dengan data aktual, meskipun pada beberapa titik masih terdapat selisih prediksi. Hal ini menunjukkan bahwa model regresi telah mampu menggambarkan kecenderungan umum pengaruh perubahan karakteristik batubara terhadap emisi partikulat, namun belum sepenuhnya mampu merepresentasikan variasi emisi yang dipengaruhi oleh kondisi operasi pembangkit. Dengan demikian, model regresi dapat digunakan sebagai alat prediksi awal untuk mengevaluasi kecenderungan perubahan emisi partikulat akibat perubahan komposisi *blending* batubara.

Korelasi Pearson *MRC* terhadap *Ash content* & *Moisture*

Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson antara *MRC* terhadap *ash content*, diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar -0,898 dengan nilai signifikansi 0,000 (<0,05). Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan negatif yang sangat kuat dan signifikan antara komposisi *MRC* dan *ash content*. Artinya, semakin tinggi proporsi Medium Rank Coal (*MRC*) pada proses *blending*, maka kandungan *ash content* batubara cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *MRC* mampu meningkatkan kualitas batubara melalui penurunan kandungan abu. Sementara itu, hasil uji korelasi Pearson antara *MRC* terhadap *moisture* diperoleh

nilai koefisien korelasi sebesar -0,786 dengan nilai signifikansi 0,001 ($<0,05$). Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan negatif yang kuat dan signifikan antara komposisi *MRC* dan *moisture*. Artinya, semakin tinggi proporsi Medium Rank Coal (*MRC*) pada proses *blending*, maka kadar *moisture* batubara cenderung menurun. Meskipun demikian, hubungan *MRC* terhadap *moisture* lebih rendah dibandingkan hubungan terhadap *ash content*, yang menunjukkan bahwa perubahan kadar air batubara tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi *blending*, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti kondisi penyimpanan batubara dan paparan kelembapan lingkungan [5]. Hasil uji dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Uji korelasi Pearson *MRC* terhadap *Ash content* & *Moisture*

Correlations			
		<i>Ash content</i>	<i>Moisture</i>
<i>MRC</i>	Pearson Correlation	-.898**	-.786**
	Sig. (2-tailed)	0	0.001
	N	13	13
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

Pengaruh *MRC* terhadap *Ash content* dan *Moisture*

Berdasarkan hasil regresi linear sederhana, diperoleh nilai koefisien korelasi (*R*) sebesar 0,898 dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,806. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara komposisi *Medium Rank Coal* (*MRC*) dan *ash content* berada pada kategori sangat kuat, dimana variasi komposisi *MRC* mampu menjelaskan 80,6% perubahan nilai *ash content*, sedangkan 19,4% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Nilai koefisien regresi sebesar -0,024 menunjukkan bahwa setiap peningkatan komposisi *MRC* sebesar 1% cenderung menurunkan *ash content* sebesar 0,024%. Hasil uji regresi juga menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($<0,05$), sehingga komposisi *MRC* berpengaruh signifikan terhadap *ash content*. Hasil uji regresi dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4. Uji regresi linear sederhana *MRC* terhadap *Ash content*

Variabel/model	Konstanta	Koef. <i>MRC</i>	<i>R</i>	R^2	<i>t</i>	sig
<i>MRC</i> terhadap <i>Ash content</i>	5.92	-0.024	.898 ^a	0.806	32.769	0.000

Sementara itu, Hasil regresi linear sederhana dengan metode bootstrap menunjukkan bahwa komposisi *MRC* berpengaruh signifikan terhadap *moisture* ($R = 0,786$; $R^2 = 0,618$; $p = 0,007$). Nilai koefisien regresi sebesar -0,085 menunjukkan bahwa setiap peningkatan proporsi *MRC* sebesar 1% cenderung menurunkan *moisture* sebesar 0,085%. Nilai R^2 sebesar 0,618 menunjukkan bahwa variasi komposisi *MRC* mampu menjelaskan 61,8% perubahan *moisture*, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan batubara *Medium Rank Coal* (*MRC*) yang memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan *Low Rank Coal* (*LRC*) dapat menurunkan kadar air batubara hasil *blending*. Secara teoritis, batubara dengan kadar air yang lebih rendah memiliki nilai kalor yang lebih tinggi karena energi

pembakaran tidak banyak digunakan untuk menguapkan air yang terkandung dalam batubara. Oleh karena itu, peningkatan proporsi *MRC* cenderung menghasilkan kualitas batubara yang lebih baik melalui penurunan nilai *moisture* [5]. Hasil uji regresi dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Uji regresi linear metode bootstraps *MRC* terhadap *Moisture*

Variabel/model	Konstanta	Koef. <i>MRC</i>	R	R ²	BCa 95% Confidence Interval		sig
					Lower	Upper	
<i>MRC</i> terhadap <i>Moisture</i>	45.73	-0.085	.786 ^a	0.618	-0.113	-0.019	0.007

Korelasi Pearson *Ash content* dan *Moisture* terhadap Emisi partikulat

Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson, *ash content* memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,578 dengan nilai signifikansi 0,039 (<0,05). Hasil tersebut menunjukkan bahwa *ash content* memiliki hubungan positif dan signifikan dalam kategori sedang terhadap emisi partikulat. Artinya, peningkatan kandungan abu pada batubara cenderung diikuti oleh peningkatan konsentrasi emisi partikulat. Hal ini sejalan dengan teori bahwa kandungan abu merupakan sumber utama pembentukan *fly ash* selama proses pembakaran, sehingga semakin tinggi *ash content*, semakin besar potensi partikulat yang terbentuk.

Sementara itu, *moisture* memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,363 dengan nilai signifikansi 0,223 (>0,05). Hasil tersebut menunjukkan bahwa *moisture* memiliki hubungan positif dalam kategori rendah, namun tidak signifikan terhadap emisi partikulat. Kondisi ini menunjukkan bahwa perubahan kadar air batubara belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap emisi partikulat. Hal ini diduga karena kadar air lebih berperan terhadap efisiensi proses pembakaran, sedangkan pembentukan partikulat lebih dipengaruhi oleh kandungan mineral atau abu yang terkandung dalam batubara. Hasil uji dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Uji korelasi Pearson *ash content* dan *moisture* terhadap emisi partikulat

Variabel	Statistik	Emisi Partikulat
<i>Ash content</i>	<i>Pearson Correlation</i>	0.578
	<i>Sig.</i>	0.039
	N	13
<i>Moisture</i>	<i>Pearson Correlation</i>	0.363
	<i>Sig.</i>	0.223
	N	13

Pengaruh *Ash content* dan *Moisture* terhadap emisi partikulat

Hasil regresi linear berganda menunjukkan bahwa *ash content* dan *moisture* secara bersama-sama memiliki hubungan dengan emisi partikulat ($R = 0,624$) dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,389. Hal ini menunjukkan bahwa 38,9% variasi emisi partikulat dapat dijelaskan oleh variasi *ash content* dan *moisture*, sedangkan 61,1% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Namun, hasil uji simultan menunjukkan bahwa model regresi belum signifikan ($F = 3,181$) dengan nilai sig. 0,085. Secara parsial, *ash content* memiliki koefisien regresi positif sebesar 1,044 dengan nilai signifikansi 0,067, sedangkan *moisture* memiliki koefisien regresi negatif sebesar -0,121 dengan nilai signifikansi 0,366. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua variabel belum berpengaruh signifikan terhadap emisi partikulat secara individual.

Kondisi ini mengindikasikan bahwa emisi partikulat merupakan hasil interaksi berbagai faktor, sehingga tidak hanya ditentukan oleh *ash content* dan *moisture*. Secara teoritis, kandungan abu berperan sebagai sumber pembentukan *fly ash*, sedangkan kadar air memengaruhi efisiensi pembakaran. Akan tetapi, besarnya emisi partikulat yang terukur di cerobong juga dipengaruhi oleh faktor operasional, seperti kondisi pembakaran di *boiler*, distribusi udara pembakaran, beban operasi unit, serta efisiensi *Moisture* (ESP) dalam menangkap partikulat [9]. Oleh karena itu, meskipun *ash content* menunjukkan kecenderungan hubungan yang lebih kuat dibandingkan *moisture*, pengaruh kedua variabel tersebut belum cukup dominan untuk menjelaskan variasi emisi partikulat secara signifikan. Hasil uji dapat dilihat pada tabel 7

Tabel 7. Uji Regresi linear berganda *ash content* dan *moisture* terhadap emisi partikulat

Variabel/model	Konstanta	Koef. B		R	R ²	Uji Simultan		Uji Parsial			
		<i>Ash content</i>	<i>Moisture</i>			F	Sig.	t		Sig.	
								<i>Ash content</i>	<i>Moisture</i>	<i>Ash content</i>	<i>Moisture</i>
<i>Ash content dan moisture</i> terhadap Emisi partikulat	4.558	1.044	-0.121	.624 ^a	0.389	3.181	0.085	2.052	-0.947	0.067	0.366

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan karakteristik batubara akibat proses *blending MRC* berpotensi memengaruhi emisi partikulat. Namun, besarnya emisi partikulat yang dihasilkan tidak hanya ditentukan oleh karakteristik batubara, melainkan juga dipengaruhi oleh kondisi operasi pembakaran dan efektivitas sistem pengendalian emisi, seperti *Moisture* (ESP) [9].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, proses *blending* batubara *MRC* memengaruhi karakteristik batubara, khususnya pada parameter *ash content* dan *moisture* [5]. Perubahan karakteristik tersebut berpotensi memengaruhi emisi partikulat, dimana *ash content* menunjukkan hubungan yang lebih kuat dibandingkan *moisture*. Namun, hasil analisis menunjukkan bahwa karakteristik batubara belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap emisi partikulat secara simultan maupun parsial. Hal ini mengindikasikan bahwa emisi partikulat pada PLTU tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas batubara saja, tetapi juga oleh faktor operasional seperti kondisi pembakaran *boiler* dan efektivitas sistem penangkap abu (*Electrostatic Precipitator*) [9]. Dengan demikian, *blending* batubara *MRC* dapat digunakan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas batubara, namun pengaruhnya terhadap emisi partikulat tetap bergantung pada interaksi antara karakteristik batubara dan kondisi operasi pembangkit.

Untuk menekan emisi partikulat, disarankan penggunaan batubara dengan komposisi *Medium Rank Coal (MRC)* yang lebih tinggi pada proses *blending* agar *ash content* dan *moisture* dapat ditekan sehingga pembakaran *boiler* menjadi lebih optimal. Selain itu, pengelolaan penyimpanan batubara pada area stockpile perlu diperhatikan agar terhindar dari paparan air hujan, sehingga kandungan air tidak meningkat, kemudian, optimalisasi pengoperasian dan perawatan (ESP) perlu diperhatikan agar efektivitas penangkapan partikulat dapat ditingkatkan.

REFERENSI

- [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] 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.
- [5] 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.
- [6] H. Sitanggang, E. W. Siahaan dan R. A. Sidabutar, “Evaluasi Kinerja *Moisture* (ESP) Dalam Mengurangi Emisi Gas Buang Pada Pembakaran Solid Fuel Di Power *Boiler* 200 TPH,” *Jurnal Juitech* , pp. 132-138, 2024.
- [7] E. Mulyati, M. R. Arsyad, S. dan d. , PENGANTAR SPSS: TEORI, IMPLEMENTASI DAN INTERPRETASI, Padang: CV. Gita Lentera, 2024.
- [8] Winarno, “Analisis Kinerja *Moisture* (ESP) Berdasarkan Pembagian Besarnya Arus Transformator di PT. PJB UBJOM PLTU Paiton,” *Jurnal EECCIS*, vol. 14, no. 2, pp. 45-57, 2020.
- [9] W. Yang, D. Pudasainee dan R. Gupta, “An overview of inorganic particulate matter emission from coal/biomass/ MSW combustion: Sampling and measurement, formation, distribution, inorganic composition and influencing factors,” *Elsevier*, 2020.
- [10] S. Nasir, Teori Dan Teknologi Pemanfaatan Batubara, Palembang: Unsri Press, 2022.