

Rancangan Optimasi Proses *Blending* Batubara Di PT Binuang Mitra Blok Dua, Kecamatan Binuang, Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan

Michell Satria Chame Anin, Shofa Rijalul Haq, Dyah Probawati, Rika Ernawati

¹UPN “Veteran” Yogyakarta
Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi, UPN “Veteran” Yogyakarta,
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia
^aemail: michellsatria20@gmail.com

ABSTRACT

PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua (PT BMBBD) operates in the coal mining industry with a focus on blending coal to meet market specifications. The main challenge faced by the company is maintaining the consistency of the coal's calorific value, targeted between 4000-4200 Kcal/kg. Variations in coal quality resulting from different seams, along with an optimal blending process not yet in place, lead to discrepancies between production results and the set standards. This research aims to analyze the suitability of the calorific value of PT BMBBD's coal in line with marketing targets, evaluate the effectiveness of the blending process implemented, and optimize the mixing of coal to achieve more consistent results that align with market specifications. The data used in this study includes primary data from field sampling and laboratory tests, as well as secondary data obtained from coal quality reports and internal company information. Data analysis is conducted using proximate analysis methods according to ASTM standards, along with optimization of the blending process using Microsoft Excel's Solver. The research results indicate that there is a discrepancy between the coal quality produced and the calorific value targets set by the company. Some seams produce coal with lower quality than the expected standards, highlighting the need for blending process optimization. By applying optimization methods, the results of the coal blending can be better aligned with market needs, thereby improving the consistency of calorific values and production efficiency. This study provides significant contributions to the operational improvement of PT BMBBD, particularly in efforts to enhance coal quality and consistency. The findings are expected to serve as a reference for the company in optimizing the blending process and managing coal quality more effectively in accordance with market demands.

Keywords: Coal, Blending, Caloric Value.

ABSTRACT

PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua (PT BMBBD) beroperasi dalam industri pertambangan batubara dengan fokus pada kegiatan *blending* batubara untuk memenuhi spesifikasi pasar. Tantangan utama yang dihadapi perusahaan adalah menjaga konsistensi nilai kalori batubara, yang ditargetkan antara 4000-4200 Kkal/kg. Variasi kualitas batubara yang dihasilkan dari berbagai *seam* tambang, serta proses *blending* yang belum optimal, menyebabkan ketidaksesuaian antara hasil produksi dan standar yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian nilai kalori batubara PT BMBBD dengan target pemasaran, mengevaluasi efektivitas proses *blending* yang diterapkan, serta mengoptimalkan pencampuran batubara untuk mencapai hasil yang lebih konsisten dan sesuai dengan spesifikasi pasar. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data primer dari pengambilan sampel di lapangan dan uji laboratorium, serta data sekunder yang diperoleh dari laporan kualitas batubara dan informasi internal perusahaan. Analisis data dilakukan menggunakan metode analisis proksimat sesuai standar ASTM, serta optimasi proses *blending* dengan bantuan Solver Microsoft Excel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat ketidaksesuaian antara kualitas batubara yang dihasilkan dengan target nilai kalori yang ditetapkan perusahaan. Beberapa *seam* menghasilkan batubara dengan kualitas yang lebih rendah dari standar yang diharapkan, sehingga perlu dilakukan optimasi proses *blending*. Melalui penerapan metode optimasi, hasil *blending* batubara dapat disesuaikan dengan lebih baik terhadap kebutuhan pasar, meningkatkan konsistensi nilai kalori dan efisiensi produksi. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam perbaikan proses operasional PT BMBBD, terutama dalam upaya meningkatkan kualitas dan konsistensi batubara. Hasilnya diharapkan dapat menjadi acuan bagi perusahaan dalam mengoptimalkan proses *blending* dan pengelolaan kualitas batubara yang lebih baik sesuai dengan tuntutan pasar.

Kata Kunci: Batubara, *Blending*, Nilai Kalor.

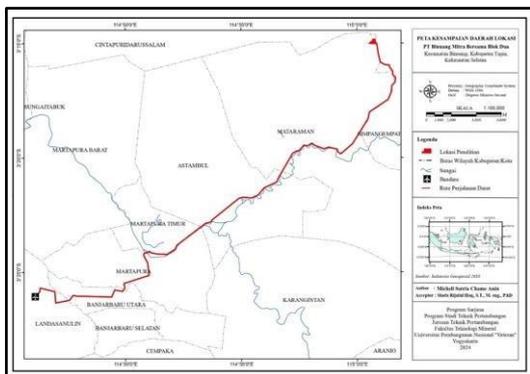
I. PENDAHULUAN

PT. Binuang Mitra Bersama Blok Dua menghadapi tantangan signifikan dalam menjaga konsistensi nilai kalor batubara yang dihasilkan, khususnya kualitas nilai kalor batubara berada pada rentang 3900–4200 Kkal/Kg, yang masih tergolong sebagai batubara berkualitas rendah. Tantangan ini muncul karena nilai kalor batubara dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk variasi kualitas batubara dari setiap seam atau lapisan. Untuk mengatasi tantangan ini, perusahaan melakukan proses blending batubara yang berlangsung di stockpile berdasarkan tahapan dan parameter yang telah ditetapkan.

Selain menjadi kontributor utama terhadap pendapatan, batubara juga diakui sebagai sumber energi primer untuk pembangkit listrik di Indonesia, di mana sekitar 80% batubara domestik digunakan untuk pembangkit listrik. (Haq et al., 2021). Batubara Indonesia memiliki karakteristik khusus dengan kadar abu dan sulfur yang rendah, menjadikannya favorit di pasar ekspor utama seperti Cina dan India, yang menjadi target dominan industri batubara Indonesia.

Oleh karena itu, sangat penting bagi PT. Binuang Mitra Bersama Blok Dua untuk melakukan analisis mendalam terkait nilai kalor batubara yang diproduksi, terutama dalam konteks variasi antar-seam serta proses *blending* yang dilakukan. Proses *blending* yang tidak optimal dapat mengakibatkan pencampuran batubara dengan kualitas yang tidak merata, PT. Binuang Mitra Bersama Blok Dua dapat merumuskan strategi *blending* yang lebih efektif, guna memastikan bahwa batubara yang diproduksi memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan.

Adapun tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi kesesuaian nilai kalori batubara PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua (PT. BMBBD) berdasarkan target pemasaran, menganalisis proses blending batubara optimal untuk mencapai nilai kalori yang berdasarkan target pemasaran, mengevaluasi perbedaan hasil sebelum dan sesudah optimasi proses blending dalam mencapai nilai kalori yang konsisten dan berdasarkan target pemasaran.

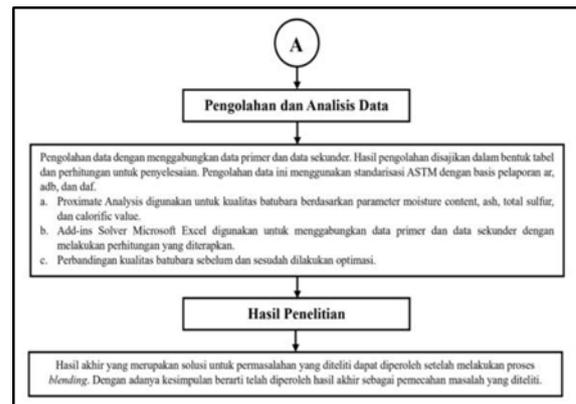
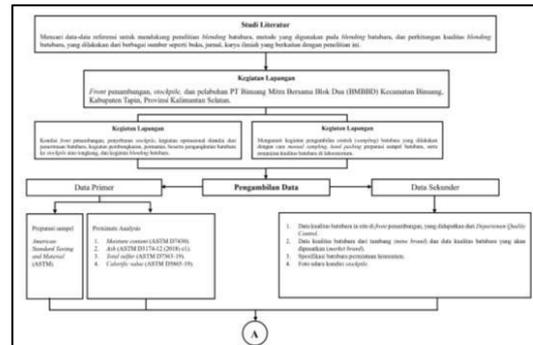


Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

dalam memenuhi standar nilai kalor 4000–4200 Kkal/Kg yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Data aktual di lapangan menunjukkan bahwa

II. METODE

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan dan pengambilan data secara langsung maupun secara tidak langsung, lalu dilakukan pengolahan data dan dilakukan analisis terkait data yang sudah diambil. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Rumus menentukan peringkat batubara menggunakan kandungan *fixed carbon*, *volatile matter*, dan *calorific value* berdasarkan Hukum Parr dijelaskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai kalori (kcal/kg)} \times 1,8 &= \text{Nilai kalori (Btu/lb)} \\
 FCDmmf &= 100 (FC - 0.15S) / (100 - (M + MM)) \\
 VMDmmf &= 100 - FCDmmf \\
 CvbtuMmmf &= 100 (Btu - 50S) / (100 - MM) \\
 MM &= 1.08A + 0.55S
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- Btu : gross calorific value, Btu/lb
- FC : fixed carbon, % (adb)
- VM : volatile matter, % (adb)
- M : moisture, % (adb)
- MM : mineral matter, %
- A : ash, % (adb)
- S : sulfur, % (adb)

Secara teoritis, untuk mengetahui kualitas batubara hasil pencampuran dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut (Schofield, 1978) :

$$K_c = \frac{K_1 \times X_1 + K_2 \times X_2 + \dots + K_n \times X_n}{X_c}$$

$$X_c = X_1 \times X_2 + \dots + X_n$$

Keterangan :

- K_c : Kualitas batubara campuran
- X_c : Berat total batubara campuran
- K_1, \dots, K_n : Kualitas masing-masing produk batubara
- X_1, \dots, X_n : Berat masing-masing produk batubara

III. HASIL

Pada penelitian ini proses pencampuran Batubara merujuk pada basis pelaporan batubara. yaitu *as received* (ar), *air dried basis* (adb), *dry ash free* (daf). Terdapat 6 *seam* Batubara dan 3 *stockpile* dengan masing – masing kualitas.

3.1. Kualitas Batubara In Situ Di Pit Sitarum

Analisis dilakukan menggunakan beberapa basis penilaian batubara, yaitu *as received* (ar), *air dried basis* (adb), dan *dry ash free* (daf). Tabel 1. menunjukkan data *Total Moisture* (TM) dan *Calorific Value* (CV) dari beberapa sampel batubara (A11, A12, A21, C4, B2, dan F) dalam basis *As Received* (AR).

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitas Batubara Basis *As Received* (ar)

No	Seam	As Received	
		Total Moisture (%)	Calorific Value (Kkal/Kg)
1	A11	34,98	4.070
2	A12	34,31	4.110
3	A21	34,49	4.096
4	C4	35,11	4.037
5	B2	33,28	4.177
6	F	34,75	4.219

Tabel 2. menunjukkan data kualitas batubara pada *seam* A11, A12, A21, C4, B2, dan F berdasarkan *Air Dried Basis* (ADB). Parameter yang dianalisis meliputi *Inherent Moisture* (IM), *Ash Content* (AC), *Total Sulfur* (TS), dan *Calorific Value*. *Seam* A11 memiliki IM 16,23%, AC 4,11%, TS 0,12%, dan CV 5.244 kkal/kg.

Tabel 2. Hasil Analisis Kualitas Batubara Basis *Air Dried Basis* (adb)

No	Seam	Air Dried Basis			
		Inherent Moisture (%)	Ash Content (%)	Total Sulfur (%)	Calorific Value (Kkal/Kg)
1	A11	16,23	4,11	0,12	5.244
2	A12	15,62	5,35	0,16	5.279
3	A21	16,55	4,43	0,18	5.218
4	C4	17,37	6,61	0,17	5.141
5	B2	15,01	4,38	0,11	5.321
6	F	17,17	3,26	0,15	5.356

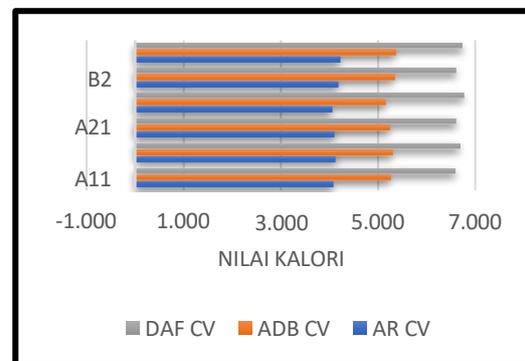
Tabel 3. menyajikan data *Calorific Value* (CV) pada

seam batubara A11, A12, A21, C4, B2, dan F dalam basis *Dry Ash Free* (DAF), yang menunjukkan potensi energi batubara tanpa kandungan kelembaban dan abu. *Seam* A11 memiliki CV 6.583 kkal/kg, A12 sebesar 6.680 kkal/kg, A21 mencapai 6.603 kkal/kg, C4 mencatat CV tertinggi 6.762 kkal/kg, B2 sebesar 6.601 kkal/kg, dan *seam* F dengan CV 6.731 kkal/kg.

Tabel 3. Hasil Analisis Kualitas Batubara Basis *Dry Ash Free* (daf)

No	Seam	Dry Ash Free
		Calorific Value (Kkal/Kg)
1	A11	6.583
2	A12	6.680
3	A21	6.603
4	C4	6.762
5	B2	6.601
6	F	6.731

Gambar 3 menyajikan perbandingan nilai kalor (*Calorific Value*) batubara dari beberapa *seam*, yaitu A11, A12, A21, C4, B2, dan F, yang diukur menggunakan tiga basis pelaporan: *As Received* (AR), *Air Dried Basis* (ADB), dan *Dry Ash Free* (DAF). Setiap basis pelaporan memberikan perspektif yang berbeda tentang potensi energi batubara, dengan nilai kalor yang bervariasi tergantung pada kandungan air dan abu yang diperhitungkan dalam masing- masing basis.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Kalori Dengan Basis Pelaporan

Secara umum, nilai kalor pada *basis Dry Ash Free* (DAF) adalah yang tertinggi karena menghilangkan kandungan air dan abu, sehingga hanya menghitung energi murni dari bahan organik batubara. Misalnya, lapisan F memiliki nilai kalor DAF sekitar 6.731 Kkal/kg, lebih tinggi dibandingkan *As Received* yang hanya 4.219 Kkal/kg. *Basis Air Dried Basis* (ADB) berada di antara *As Received* dan DAF karena mengecualikan sebagian besar air tetapi tetap mempertimbangkan abu, seperti pada lapisan C4 dengan ADB 5.141 Kkal/kg, lebih tinggi dari *As Received* 4.037 Kkal/kg namun lebih rendah dari

DAF 6.762 Kkal/kg. *As Received* menunjukkan nilai terendah karena mencakup seluruh kandungan air dan abu, seperti pada A11 yang memiliki *As Received* 4.070 Kkal/kg dibandingkan DAF 6.583 Kkal/kg. Perbedaan ini menggambarkan pengaruh kandungan air dan abu terhadap nilai kalor dan pentingnya proses *blending* serta *quality control* untuk memastikan kualitas batubara sesuai standar yang diinginkan konsumen.

3.2. Kualitas Batubara Pada Stockpile PT BMBBD

3.2.1. Stockpile 01 PT BMBBD

Kualitas batubara akumulatif untuk *stockpile* 01 PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua (BMBBD) selama periode satu bulan (Juli–Agustus 2024) disajikan pada Tabel 4. Kualitas batubara tersebut berdasarkan tiga basis pelaporan, yaitu *As Received*, *Air Dried Basis*, dan *Dry Ash Free*. Volume total batubara yang disimpan dalam *stockpile* ini adalah sebesar 231.082,76 MT, dengan nilai-nilai rata-rata untuk parameter kualitas utama seperti kadar air, abu, sulfur, dan nilai kalor.

Tabel 4. Hasil Rata – Rata Analisis Kualitas Batubara *Stockpile* 01

STOCKPILE 01								
Volume (MT)	<i>As Received</i>		<i>Air Dried Basis</i>				<i>Dry Ash Free</i>	
	TM	CV	IM	AC	TS	CV	CV	
	%	Kcal/kg	%	%	%	Kcal/kg	Kcal/kg	
231,082.76	34.35	4078	16.41	5.08	0.14	5192	6614	

3.2.2. Stockpile 02 PT BMBBD

Kualitas batubara akumulatif untuk *stockpile* 02 PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua (BMBBD) selama periode satu bulan (Juli–Agustus 2024) disajikan pada Tabel 5. Total volume batubara pada *stockpile* 02 selama periode tersebut mencapai 211.378,29 MT, dengan nilai rata-rata parameter kualitas batubara seperti kadar air, abu, sulfur, dan nilai kalori.

Tabel 5. Hasil Rata – Rata Analisis Kualitas Batubara *Stockpile* 02

STOCKPILE 02								
Volume (MT)	<i>As Received</i>		<i>Air Dried Basis</i>				DAF	
	TM	CV	IM	AC	TS	CV	CV	
	%	Kcal/kg	%	%	%	Kcal/kg	Kcal/kg	
211,378.29	33.71	4097	16.29	5.95	0.14	5174	6653	

3.2.3. Stockpile 08 PT BMBBD

Kualitas batubara akumulatif untuk *stockpile* 08 PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua (BMBBD) selama periode satu bulan (Juli–Agustus 2024) disajikan pada Tabel 6. Volume total batubara yang diakumulasi selama periode tersebut adalah sebesar 242.281,97 MT, sedangkan parameter lainnya merupakan rata-rata bulanan dari setiap basis pelaporan.

Tabel 6. Hasil Rata – Rata Analisis Kualitas

Batubara *Stockpile* 08

STOCKPILE 08							
Volume (MT)	<i>As Received</i>		<i>Air Dried Basis</i>				DAF
	TM	CV	IM	AC	TS	CV	CV
	%	Kcal/kg	%	%	%	Kcal/kg	Kcal/kg
242,281.97	34.19	4034	16.53	6.54	0.14	5118	6653

3.3. Kualitas Batubara Sesuai Permintaan PLTU Pangkalan Susu 1-4

Untuk pengiriman batubara di bulan Agustus 2024 dengan tonase setiap pengiriman sebesar 60.000 ton dengan parameter kualitas batubara yang diinginkan PLTU Pangkalan Susu 1 - 4 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kualitas Batubara Sesuai Permintaan PLTU Pangkalan Susu 1 – 4

Volume (MT)	<i>As Received</i>		<i>Air Dried Basic</i>	
	TM	CV	Ash	TS
	%	Kcal/Kg	%	%
240.000	36,00	4.200	5	0,14

Sumber : PT BMBBD

IV. PEMBAHASAN

Terdapat ketidaksesuaian antara *market brand* yang telah ditetapkan PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua sehingga perlu adanya pemisahan antara batubara *low quality* dengan batubara lain menurut dengan nilai kalorinya dan *blending* batubara agar sesuai dengan permintaan maupun standar yang telah ditetapkan perusahaan.

4.1. Teknis *Blending* Batubara PT BMBBD

Pemisahan batubara dilakukan untuk memudahkan proses *blending* di pelabuhan dan untuk memisahkan batubara *low Quality* berdasarkan nilai kalori. Batubara dibagi menjadi tiga kategori: <4.000 Kkal/Kg, 4.000–4.100 Kkal/Kg, dan >4.100 Kkal/Kg. Hasil pemisahan ini menghasilkan tiga *stockpile* (*Stockpile* 1, 2, dan 8) di PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua, yang bertujuan untuk mendapatkan data akurat tentang karakteristik masing-masing *stockpile*. Tabel menyajikan data komposisi batubara di *stockpile* 01 dengan total volume 243.416,34 MT. Pada kondisi *As Received*, *Total Moisture* tercatat 34,70%, dan *Calorific Value* mencapai 4.058 Kcal/kg, menggambarkan tingkat kelembaban dan energi yang dapat dihasilkan. Hasil pemisahan ini menghasilkan tiga *stockpile* (*Stockpile* 1, 2, dan 8) di PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua, yang bertujuan untuk mendapatkan data akurat tentang karakteristik masing-masing *stockpile*. Tabel menyajikan data komposisi batubara di *stockpile* 01 dengan total volume 243.416,34 MT. Pada kondisi *As Received*, *Total Moisture* tercatat 34,70%, dan *Calorific Value* mencapai 4.058 Kcal/kg, menggambarkan tingkat kelembaban dan energi yang dapat dihasilkan.

Tabel 7. Kualitas Batubara *Stockpile* 01

STOCKPILE 01							
Volume (MT)	As Received		Air Dried Basis			Dry Ash Free	
	TM	CV	IM	ASH	TS	CV	CV
	%	Kcal/kg	%	%	%	Kcal/kg	Kcal/kg
243,416.34	34.70	4058	16.68	5.14	0.14	5174	6617.8

Setelah batubara dikeringkan secara udara (*Air Dried Basis*), kandungan *Inherent Moisture* menurun menjadi 16,68%, dengan kadar abu tercatat 5,14% dan Total Sulfur 0,14%. Pada kondisi ADB, nilai kalor batubara meningkat menjadi 5.174 Kcal/kg, mencerminkan kapasitas energi yang lebih besar setelah pengurangan kelembaban. Di sisi lain, pada kondisi *Dry Ash Free*, di mana batubara dianggap bebas dari kelembaban dan abu, potensi energi mencapai puncaknya dengan nilai kalor 6.617,8 Kcal/kg, menunjukkan potensi maksimal energi yang dapat dihasilkan.

Tabel 8. Kualitas Batubara *Stockpile 02*

STOCKPILE 02							
Volume (MT)	As Received		Air Dried Basis			Dry Ash Free	
	TM	CV	IM	ASH	TS	CV	CV
	%	Kcal/kg	%	%	%	Kcal/kg	Kcal/kg
236,856.86	33.00	4205	16.02	5.11	0.14	5264	6674

Tabel 9. menyajikan data komposisi batubara di *Stockpile 02* dengan total volume 236.856,86 MT. Pada kondisi *As Received*, kadar *Total Moisture* tercatat 33,00%, dengan nilai *Calorific Value* mencapai 4.205 Kcal/kg. Setelah proses pengeringan udara (*Air Dried Basis*), *Inherent Moisture* menurun menjadi 16,02%, kadar abu tercatat 5,11%, dan Total Sulfur stabil di 0,14%. Pada kondisi ADB, nilai kalor meningkat menjadi 5.264 Kcal/kg. Di kondisi *Dry Ash Free*, dimana batubara dianggap bebas dari kelembaban dan abu, nilai kalor mencapai 6.674 Kcal/kg, mencerminkan potensi energi maksimal dari batubara dalam kondisi ideal.

Tabel 9. Kualitas Batubara *Stockpile 08*

STOCKPILE 08							
Volume (MT)	As Received		Air Dried Basis			Dry Ash Free	
	TM	CV	IM	ASH	TS	CV	CV
	%	Kcal/kg	%	%	%	Kcal/kg	Kcal/kg
229,290.46	34.78	3910	16.66	7.68	0.15	4998	6605

Tabel 9. menyajikan data komposisi batubara di *Stockpile 08* dengan total volume 229.290,46 MT. Pada kondisi *As Received*, kadar *Total Moisture* tercatat 34,78% dan nilai *Calorific Value* mencapai 3.910 Kcal/kg. Setelah proses pengeringan udara (*Air Dried Basis*), *Inherent Moisture* menurun menjadi 16,66%, kadar abu tercatat 7,68%, dan Total Sulfur 0,15%. Pada kondisi ADB, nilai kalor meningkat menjadi 4.998 Kcal/kg. Di kondisi *Dry Ash Free*, nilai kalor mencapai 6.605 Kcal/kg, mencerminkan potensi maksimal energi dalam kondisi optimal. Pemisahan batubara dilakukan berdasarkan nilai kalori dan jarak hauling ke pelabuhan. *Stockpile 08*, yang terdekat dari pit sitarum tetapi paling jauh dari

pelabuhan, menampung batubara *low quality*. Sebaliknya, batubara dengan nilai kalori >4.100 Kkal/Kg ditumpuk di *stockpile 02*, yang lebih dekat ke pelabuhan untuk meminimalkan penurunan nilai kalori selama proses *hauling*.

4.2. Optimasi Perencanaan *Blending* Batubara

Pada perencanaan menggunakan perangkat lunak microsoft excel didapatkan alternatif proporsi pencampuran batubara untuk memenuhi *market brand*.

Tabel 10. Perencanaan *Blending* Binuang Mitra Bersama *Port Minggu Ke - 1*

Lot	LOKASI	Volume (MT)	As Received		Aid Dried Basis	
			TM	CV	ASH	TS
			%	Kcal/kg	%	%
1	BMB PORT JETTY 3	60.000	32,77	4.224	5	0,15

Tabel 10. memberikan detail karakteristik fisik dan kimia batubara di BMB Port Jetty 3, dengan volume yang akan diproses sebesar 60.000 MT. Parameter penting seperti *Total Moisture* (TM) dan *Calorific Value* (CV) tercantum di kolom *As Received*, sedangkan kolom *Air Dried Basis* mencakup *Ash Content* (ASH) dan *Total Sulfur* (TS).

Dengan kadar air 32,77%, pengaruh kelembaban terhadap efisiensi pembakaran perlu dipertimbangkan. *Calorific Value* yang mencapai 4.224 kcal/kg menunjukkan potensi energi tinggi, sehingga pemilihan batubara yang sesuai sangat penting. Kandungan abu yang rendah (5%) mengindikasikan potensi untuk mengurangi residu padat pasca pembakaran, sementara Total Sulfur yang rendah (0,15%) menandakan emisi sulfur minimal, mendukung kepatuhan pada regulasi lingkungan.

Dengan mempertimbangkan parameter-parameter ini, strategi *blending* dapat dirumuskan untuk mengoptimalkan keseimbangan nilai kalor, kadar air, abu, dan sulfur, sehingga mendukung proses pembakaran efisien dan keberlanjutan lingkungan. Tabel 11. memiliki informasi serupa mengenai karakteristik batubara di lokasi yang sama.

Tabel 11. Perencanaan *Blending* Binuang Mitra Bersama *Port Minggu Ke - 2*

Lot	LOKASI	Volume (MT)	As Received		Aid Dried Basis	
			TM	CV	ASH	TS
			%	Kcal/kg	%	%
2	BMB PORT JETTY 3	60.000	34,37	4.113	5,12	0,13

Profil karakteristik yang diperoleh dari analisis *total moisture*, *calorific value*, abu, dan total sulfur sangat penting dalam merumuskan strategi *blending* batubara. Kadar air sebesar 34,37% perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi efisiensi pembakaran; batubara dengan kadar air tinggi dapat

menurunkan nilai kalor efektif dan meningkatkan konsumsi energi. Oleh karena itu, pemilihan batubara dengan kadar air lebih rendah atau penggabungan dengan batubara lain yang memiliki karakteristik kelembapan yang lebih baik harus dipertimbangkan.

Calorific Value sebesar 4.113 kcal/kg menunjukkan potensi energi yang dapat dimanfaatkan, menjadi indikator utama kualitas batubara. Dalam *blending*, penting untuk mencocokkan batubara dengan nilai kalor yang sesuai untuk mencapai efisiensi energi maksimum. Kandungan abu yang lebih tinggi, yakni 5,12%, menuntut perhatian terhadap pengelolaan residu padat pasca pembakaran. Strategi *blending* yang cermat dapat meminimalkan dampak lingkungan dari residu dengan memilih batubara yang memiliki kandungan abu lebih rendah.

Rendahnya *Total Sulfur* (TS) sebesar 0,13% menunjukkan potensi emisi sulfur minimal, penting untuk memenuhi regulasi lingkungan. Oleh karena itu, pengaturan yang tepat antara nilai kalori, kadar air, abu, dan sulfur dalam strategi *blending* dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan memastikan kepatuhan terhadap standar lingkungan, menghasilkan proses yang lebih berkelanjutan dan ekonomis dalam pemanfaatan Batubara

Tabel 12. Perencanaan *Blending* Binuang Mitra Bersama *Port* Minggu Ke - 3

Lot	LOKASI	Volume (MT)	As Received		Aid Dried Basis	
			TM	CV	ASH	TS
			%	Kcal/kg	%	%
3	BMB PORT JETTY 3	60.000	33,22	4.141	6,0	0,14

Tabel 12. memberikan rincian karakteristik fisik dan kimia batubara di BMB Port Jetty 3, dengan volume 60.000 MT. Parameter penting dalam kolom *As Received* mencakup *Total Moisture* (TM) dan *Calorific Value* (CV), sedangkan kolom *Air Dried Basis* mencakup *Ash Content* (ASH) dan *Total Sulfur* (TS).

Data dari analisis ini sangat penting untuk perencanaan strategi *blending* batubara. Kadar air 33,22% perlu diperhatikan, karena kelembapan dapat mempengaruhi efisiensi pembakaran; batubara dengan kadar air tinggi menghasilkan energi lebih sedikit. Oleh karena itu, penggunaan batubara dengan kadar air lebih rendah dianjurkan untuk mengoptimalkan nilai kalor.

Nilai kalor 4.141 kcal/kg menunjukkan potensi energi baik, sehingga penggabungan batubara dengan nilai kalor serupa atau lebih tinggi sangat disarankan. Kandungan abu yang lebih tinggi, yaitu 6,0%, mengindikasikan residu padat lebih banyak, sehingga pengelolaan limbah harus diperhatikan. Pemilihan batubara dengan kandungan abu lebih rendah dapat meminimalkan dampak lingkungan.

Rendahnya *Total Sulfur* sebesar 0,14% menunjukkan potensi emisi sulfur minimal, yang

penting untuk kepatuhan terhadap regulasi lingkungan. Strategi *blending* perlu menjaga kadar sulfur tetap rendah. Dengan pengaturan yang tepat antara nilai kalor, kadar air, abu, dan sulfur, efisiensi pembakaran dapat ditingkatkan dan proses menjadi lebih berkelanjutan dan ekonomis. Tabel 13. juga menyajikan karakteristik fisik dan kimia batubara di lokasi yang sama.

Tabel 13. Perencanaan *Blending* Binuang Mitra Bersama *Port* Minggu Ke - 4

Lot	LOKASI	Volume (MT)	As Received		Aid Dried Basis	
			TM	CV	ASH	TS
			%	Kcal/kg	%	%
4	BMB PORT JETTY 3	60.000	32,22	4.224	5,5	0,13

Data karakteristik dari analisis *Total Moisture*, *Calorific Value*, abu, dan *Total Sulfur* sangat penting dalam merancang strategi *blending* batubara yang efektif. Kadar air 32,22% menunjukkan bahwa kelembapan dapat mempengaruhi efisiensi pembakaran, dengan kelembapan tinggi berpotensi mengurangi nilai kalor yang tersedia. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan kombinasi batubara dengan kadar air lebih rendah guna meningkatkan efisiensi energi.

Nilai kalor 4.224 kcal/kg menunjukkan potensi energi yang baik, sehingga pemilihan batubara dengan nilai kalor serupa atau lebih tinggi sangat dianjurkan. Kandungan abu 5,5% mengindikasikan adanya residu padat yang signifikan setelah pembakaran, sehingga strategi pengelolaan limbah pasca pembakaran perlu diperhatikan, dengan memilih batubara yang memiliki kandungan abu lebih rendah.

Kandungan *Total Sulfur* yang rendah, yakni 0,13%, menunjukkan potensi emisi sulfur minimal, penting untuk kepatuhan terhadap regulasi lingkungan. Strategi *blending* harus mempertahankan kadar sulfur rendah dengan mempertimbangkan sumber batubara yang tepat. Secara keseluruhan, pengaturan yang tepat antara nilai kalor, kadar air, abu, dan sulfur dalam strategi *blending* akan meningkatkan efisiensi pembakaran dan mendukung keberlanjutan operasional serta dampak lingkungan yang positif.

4.3. Evaluasi Perencanaan *Blending* Batubara

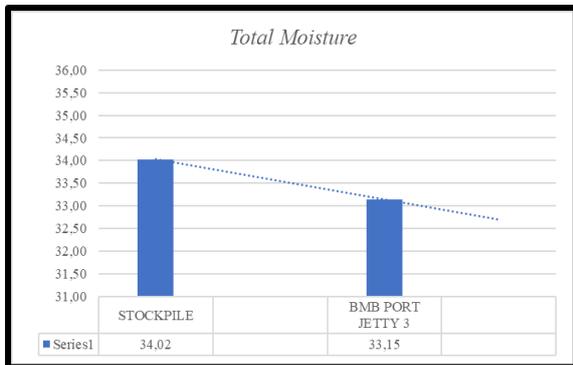
Pencampuran batubara dilakukan di pelabuhan untuk memastikan nilai kalori sesuai standar dan mengurangi faktor-faktor yang menurunkan nilai kalori selama pengiriman dari stockpile. PT. BMBDD memiliki jetty dengan tiga lajur belt conveyor: jetty 1 untuk batubara dengan nilai kalori 4.000–4.100 Kkal/Kg, dan jetty 2 serta 3 untuk 4.100–4.200 Kkal/Kg.

Masalah yang dihadapi adalah masih adanya batubara dengan nilai kalori <4.000 Kkal/Kg.

Batubara tersebut akan ditampung terpisah untuk memudahkan blending dengan batubara lainnya agar mencapai kadar nilai kalori yang sesuai. Proses blending menggunakan Wheel Loader dan Excavator untuk memindahkan batubara berdasarkan kualitasnya, kemudian dimasukkan melalui hopper untuk blending kembali di belt conveyor. Supervisor memantau proses pengapalan dan pencampuran batubara melalui monitor, termasuk kecepatan belt conveyor dan jumlah tonase yang dimuat ke kapal, agar sesuai dengan permintaan konsumen. Rancangan optimasi blending batubara penting dilakukan karena sebelumnya masih ada batubara yang berkualitas di bawah permintaan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil blending sebelum dan sesudah penerapan optimasi.

4.3.1. Berdasarkan Nilai Kalori

Gambar 4. menunjukkan perubahan nilai kalori batubara di dua lokasi: *stockpile* dan BMB Port Jetty 3. Sumbu vertikal (y-axis) menggambarkan nilai kalori dalam kilokalori per kilogram (kkal/kg), dengan rentang 3950 hingga 4250 kkal/kg, menunjukkan variasi kualitas batubara. Sumbu horizontal (x-axis) mencakup variabel terkait karakteristik batubara, seperti waktu dan lokasi pengambilan sampel. Di *stockpile*, nilai kalori tercatat sebesar 4068 kkal/kg. Setelah proses *blending* dipindahkan ke BMB Port Jetty 3, nilai kalori meningkat menjadi 4176 kkal/kg, menandakan peningkatan kualitas batubara akibat perubahan metode blending.

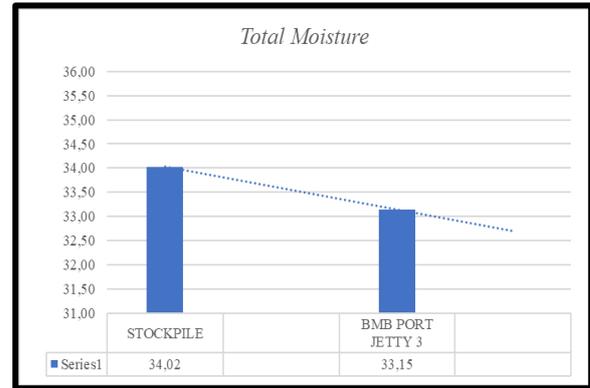


Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Kalori Sebelum dan Sesudah Rancangan Optimasi

4.3.2. Berdasarkan Total Moisture

Gambar 5.2. menunjukkan perubahan *total moisture* batubara di dua lokasi: *stockpile* dan BMB Port Jetty 3. Sumbu vertikal (y-axis) menggambarkan persentase *total moisture* dalam kisaran 31% hingga 36%. Di *stockpile*, *total moisture* tercatat sebesar 34,02%. Setelah rancangan optimasi, dimana *blending* tidak dilakukan di *stockpile*, *total moisture* menurun menjadi 33,15%. Penurunan ini menunjukkan perbaikan kualitas batubara, dengan kandungan air

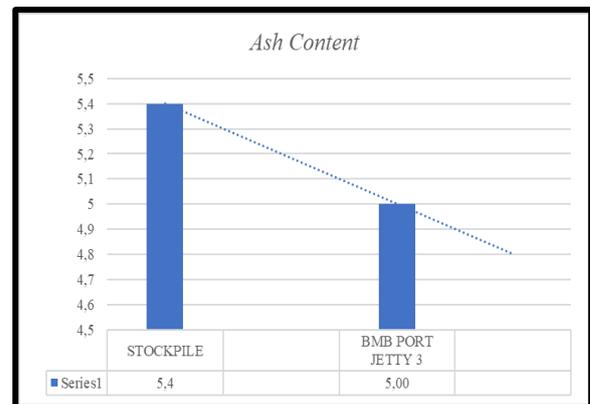
yang lebih rendah berkontribusi pada peningkatan nilai kalori dan efisiensi pembakaran. Dengan demikian, penurunan *total moisture* adalah hasil positif dari rancangan optimasi yang diterapkan.



Gambar 5. Grafik Perbandingan *Total Moisture* Sebelum dan Sesudah Rancangan Optimasi

4.3.3. Berdasarkan Ash Content

Gambar 5.3 menunjukkan perbandingan kadar abu (*ash content*) batubara antara proses *blending* di *stockpile* dan di BMB Port Jetty 3. Kadar abu di *stockpile* tercatat 5,4%, sementara setelah optimasi yang memindahkan *blending* ke BMB Port Jetty 3, kadar abu menurun menjadi 5,0%. Penurunan ini mengindikasikan peningkatan kualitas batubara, karena kadar abu yang lebih rendah menunjukkan kualitas yang lebih baik dan sesuai dengan spesifikasi pasar. Dengan demikian, optimasi ini efektif dalam menghasilkan batubara berkualitas tinggi.

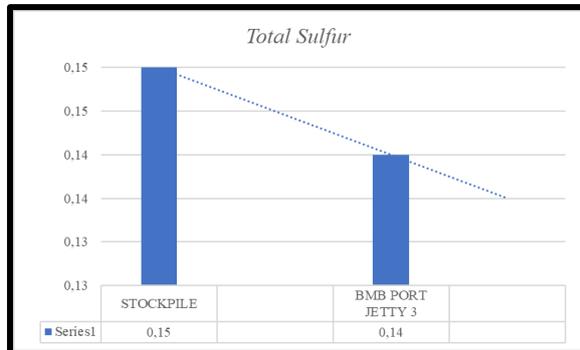


Gambar 6. Grafik Perbandingan *Ash Content* Sebelum dan Sesudah Rancangan Optimasi

4.3.4. Berdasarkan Total Sulfur

Gambar 5.3 menunjukkan grafik perbandingan kadar sulfur total pada batubara sebelum dan sesudah optimasi proses *blending*. Sebelum optimasi, kadar sulfur total tercatat 0,15% saat *blending* dilakukan di *stockpile*. Setelah optimasi yang memindahkan *blending* ke BMB Port Jetty 3, kadar sulfur menurun menjadi 0,14%. Penurunan ini meningkatkan kualitas batubara, mengurangi emisi

sulfur dioksida (SO₂), dan meningkatkan daya saing di pasar yang mengutamakan batubara dengan kandungan sulfur rendah. Optimasi ini berhasil memperbaiki kualitas batubara sesuai spesifikasi yang lebih baik.



Gambar 7. Grafik Perbandingan *Total Sulfur* Sebelum dan Sesudah Rancangan Optimasi

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan teman-teman atas dukungan moral dan motivasi yang tiada henti. Tidak lupa juga, saya berterima kasih kepada bapak dosen pembimbing saya dan rekan-rekan penelitian yang sudah memberikan masukan dan saran dalam penelitian ini serta tidak lupa ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungannya dalam proses penyusunan jurnal ini. Akhir kata, saya berharap jurnal ini dapat memberikan kontribusi positif dan menjadi referensi yang bermanfaat bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

VI. KESIMPULAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian menunjukkan bahwa di PT Binuang Mitra Bersama Blok Dua, batubara dipisahkan berdasarkan nilai kalori menjadi tiga kategori: <4.000 Kkal/Kg, 4.000–4.100 Kkal/Kg, dan >4.100 Kkal/Kg, lalu disimpan di *stockpile* berbeda. Pemisahan ini menjaga kualitas batubara selama pengangkutan dan penyimpanan, memudahkan proses *blending*, serta mengurangi penurunan kualitas akibat jarak *hauling* dan faktor eksternal lainnya.
2. Optimalisasi perencanaan *blending* batubara memperhitungkan komposisi fisik dan kimia, seperti *Total Moisture*, *Calorific Value*, *Ash Content*, dan *Total Sulfur*. *Blending* dilakukan di BMB *Port Jetty 3* untuk menggabungkan batubara dari berbagai *stockpile*. Strategi ini berhasil meningkatkan nilai kalori dan memenuhi spesifikasi pasar, sekaligus menjaga kadar *moisture*, abu, dan sulfur pada tingkat yang sesuai, sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi dampak

lingkungan.

3. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rancangan optimasi *blending* berhasil meningkatkan kualitas batubara berdasarkan empat parameter utama:

- a. Nilai kalori meningkat dari 4.068 Kkal/Kg menjadi 4.176 Kkal/Kg, menunjukkan peningkatan energi dan kualitas batubara.
- b. Total Moisture menurun dari 34,02% menjadi 33,15%, meningkatkan efisiensi pembakaran.
- c. Ash Content menurun dari 5,4% menjadi 5,0%, mengurangi residu padat dan meningkatkan efisiensi.
- d. Total Sulfur: Menurun dari 0,15% menjadi 0,14%, mengurangi emisi sulfur dioksida dan memenuhi standar lingkungan.

Secara keseluruhan, optimasi ini meningkatkan kualitas batubara, memenuhi standar pasar, dan mendukung operasi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

6.2. Saran

Berikut saran yang dapat dilakukan dalam mengoptimalkan proses *blending* batubara:

1. Data batubara in situ dapat digunakan untuk pemisahan di tiga *stockpile* yang berbeda sesuai dengan parameter kualitas batubara tiap seam agar proses *blending* batubara dapat optimal.
2. Batubara "High Quality" dapat digunakan untuk proses *blending* batubara "Low Quality" sehingga dapat sesuai dengan permintaan pasar.
3. Perlu adanya validasi data hasil rancangan optimasi sehingga sesuai dengan rancangan optimasi.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- American Society Testing and Material (ASTM) D388 – 99. 1999. *Standard Classification of Coals by Rank*. ASTM International. United States. 2-6.
- Carpenter, A. 1999. *Management Of Coal Stockpile*. IEA Coal Research. London, UK. 10.
- Conventry, T., E., J. 1999. *Controlled Coal Blending for Power Station Optimization*. Electrical and Electronic Engineering of the Rand Afrikaans University. Afrika. 66-79.
- De Coster. G. L. 1974. *The Geology of the Central and South Sumatra Basin*. Proceedings 3rd Annual Convention and Exhibition Indonesian Petroleum Association. Jakarta. 77-110.
- Djamaris, A. 2018. *Pemanfaatan Excel-Solver Untuk Pengambilan Keputusan*. Universitas Bakrie. 1- 12.

- Hamid, A. 2013. *Analisa Dan Sampling Batubara*. Laboratorium Politeknik Akamigas Palembang. Palembang. 29 -75.
- Jackson, A. dan Institut Teknologi Bandung Departemen Geologi. 1961. *Oil Exploration a Brief Review Wit Illustrations From South Sumatra*. Bandung. 1-9.
- Koesmadinata, R.P., dan Matasak, T. H. (1981). *Stratigraphy and Sedimentation Ombilin Basin Central Sumatra (West Sumatra Province)*. Indonesian Petroleum Association Annual Convention 10th , 217-249.
- Meflinda, A. dan Mahyarni. 2011. *Operation Research (Riset Operasi)*. Penerbit Unri Press. Riau. 11-28.
- Muchjidin, M. 2006. *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*. Penerbit ITB Bandung. 2-4, 362-376.
- Pasyami. 2008. *Batubara*. Bung Hatta University Press. 32-40.
- Schofield, C. G. 1978. *Homogenization / Blending System Design and Control for Mineral Processing*. (1st Edition). Trans Tech Publication. Clausthere Zellerfeld Federal Republic of Company. Germany. 147-169.
- Shell M. N. V. 1978. *Explanatory Notes To The Geological Map Of The South Sumatera Province*. Shell Mijnbouw NV. 18.
- Sloss, L. L. 2014. *Blending Of Coals To Meet Power Station Requirements*. IEA Clean Coal Centre. 238, 300.
- Suhat B., dkk. 2020. *Studi Karakteristik Beberapa Batubara Indonesia Untuk Mendukung Prospek Pemanfaatannya*. Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI. Jakarta, Indonesia. 21-30.
- Sutanto, H. A. 2013. *Aplikasi Komputer Ekonomi POM for Windows*. Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi (STIE). Semarang. 1-14.
- Thomas, L. P. 2013. *Coal Geology Second Edition*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. UK. 113.
- Ward, C. R. 1984. *Coal Geology And Coal Technology*. Blackwell Scientific Publication. Singapura. 40
- Permendag No. 94 / 2018 Tentang Ketentuan Penggunaan *Letter Of Credit* Untuk Ekspor Barang Tertentu.