

Blending Plan Batubara Sulfur Tinggi dengan Kandungan Sulfur Rendah

Asep Sudrajat¹, Andy Erwin Wijaya¹

¹Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : asp.sdrjt@gmail.com

ABSTRAK

Blending batubara merupakan salah satu metode untuk mengoptimalkan karakteristik batubara dengan cara mencampurkan batubara dari berbagai kualitas. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kandungan sulfur pada batubara kalori tinggi dengan sulfur tinggi, menggunakan batubara kalori rendah yang memiliki kadar sulfur lebih rendah. Dengan metode ini, diharapkan dapat dihasilkan campuran batubara dengan kandungan sulfur yang lebih rendah, tanpa mengorbankan nilai kalor secara signifikan, serta meningkatkan penerimaan pasar batubara dengan kandungan sulfur yang lebih ramah lingkungan.

Kata kunci: *Blending* Batubara, Kandungan Sulfur, Kalori Batubara

ABSTRACT

Blending coal is one of the methods to optimize the characteristics of coal by mixing coal of various qualities. This research aims to reduce the sulfur content in high-calorie coal with high sulfur content, using low-calorie coal with lower sulfur content. With this method, it is expected to produce a coal mixture with lower sulfur content, without significantly sacrificing calorific value, and to increase the market acceptance of coal with more environmentally friendly sulfur content.

Keyword : *Coal Blending, Sulfur Content, Coal Calorific Value*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Batubara merupakan salah satu bahan bakar fosil berupa batuan sedimen organik (non-klastik) yang dibentuk oleh sisa-sisa bagian tumbuhan dari vegetasi prasejarah yang terakumulasi pada suatu area pengendapan yang mengalami proses pembatubaraan atau *coalification*. Batubara terdiri atas unsur-unsur utama, yaitu: karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur (Muchjidin, 2006).

Salah satu nilai paling penting dalam batubara adalah nilai Total Sulfur (TS). Dalam perdagangan batubara, nilai Total Sulfur (TS) perlu penanganan khusus karena kandungan sulfur yang tinggi dapat menurunkan kualitas dan nilai jual batubara. Sulfur yang dibakar menghasilkan emisi sulfur dioksida (SO₂), yang berkontribusi pada masalah lingkungan seperti hujan asam dan polusi udara. Banyak negara dan perusahaan pembeli menetapkan batasan ketat pada kadar sulfur untuk memenuhi regulasi lingkungan. Selain itu, sulfur yang tinggi dapat merusak peralatan industri, seperti menyebabkan korosi pada pembangkit listrik, sehingga mengurangi daya tarik batubara bagi pembeli.

Batubara dengan kandungan kalori tinggi memiliki nilai pasar yang lebih tinggi karena efisiensi energinya, namun sering kali memiliki kandungan sulfur yang tinggi. Sulfur yang berlebihan dalam batubara berdampak negatif pada lingkungan karena emisi SO₂ yang dapat menyebabkan hujan asam dan polusi udara. Di sisi lain, batubara kalori rendah cenderung memiliki kandungan sulfur yang lebih rendah, namun nilai energi yang lebih rendah pula. Oleh karena itu, *Blending* atau pencampuran antara kedua jenis batubara ini dapat menjadi solusi untuk menurunkan kandungan sulfur sekaligus mempertahankan kualitas energi.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pencampuran batubara merupakan strategi yang efektif untuk mencapai target emisi sulfur yang lebih rendah. Menurut Muchjidin (2006), pengendalian mutu batubara, termasuk sulfur, menjadi salah satu faktor kunci dalam menjaga kualitas dan penerimaan pasar. Penelitian lain oleh Smith et al. (2012) menunjukkan bahwa *Blending* batubara kalori rendah dapat secara signifikan menurunkan emisi sulfur tanpa mengorbankan banyak efisiensi energi.

Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan karena adanya permasalahan mengenai bagaimana proposi *blending* yang tepat untuk memenuhi spesifikasi batubara yang tepat untuk parameter Total Sulfur (TS).

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini untuk mengetahui mekanisme proposi *blending* yang tepat untuk menurunkan nilai Total Sulfur (TS) yang tinggi pada batubara kandungan kalori tinggi dan sulfur tinggi dengan batubara kandungan kalori rendah dan sulfur rendah sehingga nilai jual menjadi lebih tinggi.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk menentukan proporsi *blending* Batubara untuk memenuhi penjualan Batubara dengan nilai Total Sulfur (TS) kurang dari 1 %.

Manfaat Penelitian

Dapat mengetahui optimalisasi dari realisasi proporsi *blending* batubara kandungan kalori rendah karena penggunaan batubara kalori rendah sangat sulit digunakan apabila tidak dilakukan *blending*.

Teori Dasar

Parameter Kualitas Batubara

Menurut ASTM D3173/ *American Society of Testing and Materials* (2002), kandungan di dalam komponen Batubara menentukan besarnya nilai panas yang akan dihasilkan, kualitas batubara dapat ditentukan oleh beberapa parameter yang terkandung dalam batubara.

1. Kandungan Air (*Total Moisture*)

Kandungan air total adalah banyaknya air yang terkandung dalam Batubara sesuai dengan kondisi lapangan, kandungan air total sangat dipengaruhi oleh ukuran butir batubara dan cuaca daerah sekitar, yang dinyatakan dalam % (persen) dan dasar pelaporan dari Batubara dalam keadaan insitu (*As Received Basis*).

2. Kandungan Air Bebas (*Free Moisture*)

Kandungan air bebas merupakan air yang berada dipermukaan Batubara akibat pengaruh dari luar seperti cuaca.

3. Kandungan Air Bawaan (*Inherent Moisture*)

Kandungan air bawaan merupakan kandungan air yang ada pada Batubara dengan saat terbentuknya batubara tersebut, kandungan air bawaan berhubungan erat dengan nilai kalori, umumnya bila kandungan air bawaan berkurang maka nilai kalori meningkat demikian juga sebaliknya, dasar pelaporan dalam kondisi bebas air permukaan (*Air Dried Basis*).

4. Kandungan Abu (*Ash Content*)

Kandungan abu merupakan sisa-sisa zat anorganik yang terkandung dalam batubara setelah dibakar, Kandungan abu tersebut dapat dihasilkan dari pengotor bawaan dalam proses pembentukan batubara maupun dari proses penambangan, dasar pelaporan dalam kondisi bebas air permukaan (*Air Dried Basis*).

5. Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Zat terbang merupakan zat aktif yang terdapat pada batubara yang menghasilkan energi atau panas apabila batubara tersebut dibakar, sehingga zat terbang merupakan zat aktif yang mempercepat proses pembakaran, zat terbang tersebut terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti H_2 (H), karbon monoksida (CO) dan metana (CH_4), dasar pelaporan dalam kondisi bebas air permukaan (*Air Dried Basis*).

6. Karbon Tertambat (*Fixed Carbon*)

Fixed carbon atau kadar karbon merupakan kandungan utama dari batubara, kandungan inilah yang paling berperan dalam menentukan besarnya *heating value* suatu batubara, semakin besar nilai *fixed carbon*, maka semakin besar *heating value*-nya, nilai kadar karbon diperoleh melalui pengurangan angka 100 dengan jumlah kadar kandungan air (*moisture*), kadar abu (*ash*) dan jumlah zat terbang (*volatile matter*), rasio *fixed carbon* dengan *volatile matter* (zat terbang) disebut dengan "FR" (*Fuel Ratio*), *Fuel Ratio* juga dapat digunakan sebagai pegangan untuk menentukan peringkat batubara.

7. Kandungan Sulfur (Total Sulfur)

Untuk mengetahui kandungan total sulfur yang terdapat pada Batubara dengan membakar sampel Batubara pada suhu tinggi ($\pm 1350^\circ C$) yang dinyatakan dalam bentuk %, pada dasar pelaporan dalam kondisi bebas air permukaan (*Air Dried Basis*). Sulfur yang terdapat dalam batubara yaitu sulfur piritik (FeS_2) biasanya berjumlah 20–80 % dari total sulfur dan berasosiasi dengan abu batubara. Sulfur biasanya berjumlah 20–80 % dari total sulfur, sulfur terikat secara kimia dengan substansi atau zat lain dan sulfat besar terdiri dari kalsium sulfat dan besi sulfat.

8. Nilai Kalori (*Calorific Value*)

Nilai kalori dari batubara merupakan jumlah panas dari komponen yang terbakar dari batubara seperti karbon, 248system248n dan sulfur dikurangi dengan panas reaksi eksotermis atau endotermis yang terjadi dari pembakaran komponen pengotor. *Gross Calorific Value* adalah analisis yang mengikutsertakan kalor laten (kalori yang menguapkan air).

Pencampuran Batubara (*Coal Blending*)

Blending atau pencampuran batubara merupakan proses untuk pemanfaatan Batubara kualitas rendah yang dicampur dengan batubara kualitas tinggi, dengan menggunakan dua jenis batubara atau lebih. Hasil dari *blending* ini digunakan untuk memenuhi permintaan konsumen, *blending* ini juga harus memperhatikan parameter yang sesuai dengan spesifikasi atau standar yang telah ditetapkan. Dalam melakukan *blending* dapat dilakukan dengan mengkalkulasi kualitas dan kuantitas *blending* dengan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$QB = \frac{(Q1 \times W1) + (Q2 \times W2) + \dots + (Qn \times Wn)}{(W1 + W2) + \dots + (Wn \times Wn)}$$

Dimana :

- QB = Kualitas hasil *blending*
- Q1 = Kualitas Batubara 1 (Nilai Kalori/Nilai Total Sulfur)
- Q2 = Kualitas Batubara 2 (Nilai Kalori/Nilai Total Sulfur)
- Qn = Kualitas Batubara n (Nilai Kalori/Nilai Total Sulfur)
- W1 = Kuantitas Batubara 1 (Ton)
- W2 = Kuantitas Batubara 2 (Ton)
- Wn = Kuantitas Batubara n (Ton)

Berdasarkan hasil observasi, hal – hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan *blending*, sebagai berikut:

1. Hasil suatu *blending* yang homogen sangat diperlukan terutama untuk konsumen.
2. Ketidak-homogenan dalam suatu *blending* akibatnya akan terasa langsung oleh konsumen pada saat batubara itu dipakai.
3. Kesempurnaan dari suatu *blending* adalah ketepatan dalam pencapaian target kualitas hasil *blending* dan homogenitas hasil *blending*. Dengan demikian, maka 248system yang menentukan kualitas *blending* yaitu proporsi *blending* yang akurat, 248system *blending* yang baik, terkontrol dan perhitungan hasil *blending* yang terkonsepsi sesuai dengan tipe parameter yang benar.

Metode Pencampuran Batubara

Metode pencampuran batubara atau *blending* Batubara salah satunya menggunakan metode *blending conveyor by conveyor* . *Blending conveyor by conveyor* adalah metode *blending* dimana terdapat dua atau lebih conveyor yang mengangkut batubara untuk dicampur pada suatu tempat. Batubara yang diangkut oleh suatu conveyor akan dicurahkan pada suatu tempat kemudian akan dicampur dengan batubara hasil curahan dari conveyor lain. Metode ini merupakan dianggap metode paling efisien untuk digunakan (Gambar 1).



Gambar 1. *Blending conveyor by conveyor*

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yaitu penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel lain, data yang diperoleh dari sampel populasi penelitian dianalisis sesuai dengan metode statistik yang digunakan kemudian diinterpretasikan.

Metode Penelitian

Masalah-masalah yang dibahas pada penelitian ini, dapat menggunakan beberapa metode penyelesaiannya sebagai berikut: Penulis menggabungkan antara studi pustaka dengan data-data observasi lapangan. Urutan pekerjaan penelitian, yaitu :

1. Studi literatur

Studi literatur adalah sumber-sumber data yang dapat digunakan sebagai data awalan terhadap penelitian yang akan dilakukan di stockpile, dimulai dari batubara masuk ke dalam stockpile hingga keluar, serta situasi stockpile, dan lain-lain.

2. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat 2 (dua) jenis data, yaitu:

1. Data Primer, data yang dikumpulkan secara langsung dilapangan. Data yang diambil berupa data rata-rata kualitas Batubara.
2. Data Sekunder, data yang diambil dari data yang sudah ada dan referensi-referensi yang berhubungan dengan penelitian ini.

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap mulai dari karakterisasi batubara awal, percobaan pencampuran, hingga analisis hasil sulfur dan nilai kalori.

Blending dilakukan pada beberapa rasio campuran yang berbeda, dan setiap campuran diuji kandungan sulfur serta nilai kalorinya menggunakan alat analisis batubara standar seperti *bomb calorimeter* dan *sulfur analyzer*. Data dianalisis untuk menentukan rasio campuran terbaik dalam menurunkan sulfur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

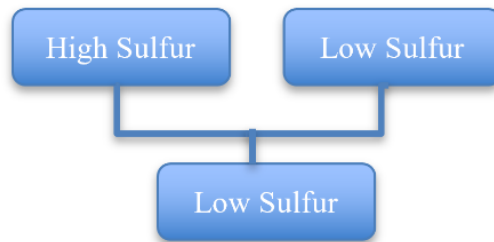
Hasil percobaan menunjukkan bahwa *Blending* dengan komposisi tertentu berhasil menurunkan kandungan sulfur hingga 30% dari nilai awal pada batubara kalori tinggi. Pengujian juga menunjukkan bahwa nilai kalori campuran tidak berkurang secara signifikan, tetap berada dalam kisaran yang dapat diterima. Analisis menunjukkan adanya korelasi positif antara penurunan sulfur dan peningkatan proporsi batubara kalori rendah dalam campuran.

COAL SPECIFICATION					
NO.	PARAMETER	UNITS	BASIS	TYPICAL	REJECTION
1	Total Moisture	%	ARB	18.00	-
2	Inherent Moisture	%	ADB	15.00 Approx	-
3	Ash	%	ADB	6.00	Above 8.00
4	Volatile Matter	%	ADB	42.00 Approx	-
5	Fixed Carbon	%	ADB	By Difference	-
6	Total Sulfur	%	ADB	0.80	Above 1.00
7	Calorific Value	Kcal/Kg	ARB	5,500	Below 5,300

Gambar 2. Tabel Spesifikasi Penjualan

Code	Blending (%)	Quantity (MT)	Parameter							
			Total Moisture (%)	Inherent Moisture (%)	Ash Content (%)	Volatile Matter (%)	Fixed Carbon (%)	Total Sulphur (%)	Gross Calorific Value (Kcal/Kg)	
			(arb)	(adb)	(adb)	(adb)	(adb)	(adb)	(adb)	(adb)
High Sulfur	20.00%	1,500	19.15	15.63	5.60	40.00	38.77	1.30	5,698	5,460
Low Sulfur	80.00%	6,000	17.95	11.47	5.45	42.00	41.08	0.82	6,044	5,602
Product	100.00%	7,500	18.19	12.30	5.48	41.60	40.62	0.92	5,975	5,574

Gambar 3. Tabel *Blending Plan*



Gambar 4. Diagram Alir *Blending*

KESIMPULAN

Blending batubara kalori rendah untuk menurunkan kandungan sulfur pada batubara kalori tinggi dengan sulfur tinggi adalah strategi yang efektif untuk mencapai dua tujuan utama: memenuhi standar lingkungan terkait emisi sulfur dan mempertahankan efisiensi energi. Proses pencampuran ini dilakukan dengan menggabungkan batubara yang memiliki kadar sulfur lebih rendah dengan batubara kalori tinggi yang biasanya mengandung sulfur lebih tinggi. Hasilnya, kandungan sulfur dalam batubara dapat diturunkan secara signifikan tanpa mengorbankan nilai kalori atau performa energi.

Dalam penelitian ini, berbagai rasio campuran diuji untuk menemukan proporsi yang ideal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan proporsi tertentu, kandungan sulfur dapat ditekan hingga 30%, sementara nilai kalori tetap dalam batas yang dapat diterima oleh pengguna industri, terutama dalam pembangkit listrik. *Blending* ini juga meminimalkan dampak lingkungan karena sulfur yang berkurang berarti emisi SO₂ dari pembakaran batubara akan lebih rendah, sehingga membantu dalam pemenuhan regulasi lingkungan yang semakin ketat.

Selain itu, *Blending* batubara ini memberikan solusi ekonomis dan praktis untuk industri yang mengandalkan batubara kalori tinggi. Alih-alih membatasi penggunaan batubara sulfur tinggi, *Blending* memungkinkan penggunaan batubara tersebut secara lebih aman dan sesuai standar, sehingga mengurangi kerugian ekonomi. Dengan inovasi dan teknologi yang lebih baik, *Blending* dapat dioptimalkan lebih jauh untuk menciptakan bahan bakar yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan bernilai ekonomi tinggi.

Secara keseluruhan, strategi *Blending* ini menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi tantangan lingkungan yang disebabkan oleh kandungan sulfur tinggi dalam batubara kalori tinggi. Penelitian ini menyoroti pentingnya desain dan implementasi rencana *Blending* yang tepat untuk mencapai hasil optimal, tidak hanya dalam pengurangan sulfur tetapi juga dalam menjaga kualitas energi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh hormat, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT Kaltim Jaya Bara atas dukungan dan kerja sama yang telah diberikan dalam pengambilan data untuk penelitian ini. Data dan informasi yang disediakan oleh perusahaan sangat bermanfaat dalam mendukung keberhasilan penelitian, khususnya terkait analisis batubara dan implementasi metode *Blending*. Kami menghargai kesempatan ini dan berharap hubungan baik serta kolaborasi dapat terus terjalin di masa mendatang untuk keberhasilan proyek-proyek lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muchjidin, "Pengendalian Mutu dalam Industri Batu Bara," Bandung: ITB Press, 2006.
- [2] J. Smith, L. Brown, dan P. Lee, "Coal Blending Strategies for Reducing Sulfur Emissions in Power Plants," vol. 45, no. 2, pp. 122-130, 2012.
- [3] C. R. Ward, "Coal Geology and Its Environmental Impacts," Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- [4] R. Anderson, "Environmental Control in Coal Production," *Journal of Energy Studies*, vol. 37, no. 4, pp. 245-261, 2010.
- [5] M. Jones dan D. Thomas, "Sulfur Reduction in Coal through Blending Techniques," *Energy & Fuels Journal*, vol. 26, no. 3, pp. 789-800, 2013.
- [6] A. K. Gupta, "Coal Processing and Utilization," New York: CRC Press, 2011.
- [7] X. Wang dan Y. Li, "The Impact of Blending on Coal Properties and Emissions," *International Journal of Coal Science & Technology*, vol. 35, no. 1, pp. 25-36, 2014.
- [8] D. Harris, "Combustion and Emissions Control in Coal-Fired Power Plants," *Journal of Environmental Engineering*, vol. 54, no. 2, pp. 102-118, 2009.
- [9] R. Singh dan S. Das, "Optimization of Coal Blending for Power Generation," *Journal of Power Engineering*, vol. 22, no. 4, pp. 350-365, 2015.

-
- [10] B. Stevens dan P. Grant, "Coal Quality and Blending in Power Plants," *Fuel Processing Technology*, vol. 89, no. 3, pp. 293-301, 2008.
- [11] L. Zhang dan W. Zhao, "A Study on Blending Low-Rank Coal for Emission Control," *Journal of Cleaner Production*, vol. 33, no. 4, pp. 128-141, 2016.
- [12] S. Dutta dan A. Sen, "Blending Techniques to Improve Coal Quality for Power Generation," *Journal of Mining and Metallurgical Engineering*, vol. 48, no. 3, pp. 215-230, 2012.
- [13] P. A. Williams, "Coal and the Environment: Issues in Energy Development. Oxford: Oxford University Press. 2007.
- [14] M. M. M. Valer, "Developments in Clean Coal Technology," *Journal of Energy & Environmental Science*, vol. 23, no. 2, pp. 190-205, 2010.
- [15] J. D. Hansen dan W. Lu, "Reducing Sulfur Emissions through Coal Blending Strategies," *International Journal of Energy Research*, vol. 39, no. 7, pp. 980-995, 2015.