

Analisis Blending Kualitas Batubara Pit Pe Seam A, B dan C Untuk Memenuhi Nilai Kadar Sulfur Pltu Keban Agung PT Priamanaya Energi Lahat Sumatera Selatan

Ubai Dila Andini, Ridho Yovanda*, Syelly Eka Permatasari

Universitas Prabumulih, Indonesia

Corresponding Author: ridhoyovanda18@gmail.com

Abstrak

PLTU Keban Agung yang berlokasi di Desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama sehingga memerlukan pasokan batubara dengan kualitas sesuai standar spesifikasi, terutama terkait kadar sulfur, untuk mengoptimalkan proses pembakaran sekaligus mengurangi emisi SO_2 . Permasalahan utama yang dihadapi adalah kadar sulfur batubara yang bervariasi pada sumber pasokan, di mana batubara dari Pit Priamanaya Energi seam A memiliki kadar sulfur 0,16, seam B sebesar 0,28, sementara seam C relatif tinggi yaitu 0,91 hingga 1,12. Kandungan sulfur yang tinggi tidak dapat digunakan karena berpotensi menimbulkan kerusakan peralatan akibat korosi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kualitas batubara seam A, B, dan C serta merumuskan komposisi blending yang mampu menurunkan kadar sulfur seam C agar sesuai standar spesifikasi PLTU, yakni 0,1–0,5. Metode yang digunakan adalah pengujian blending batubara melalui sepuluh kali perhitungan komposisi campuran untuk memperoleh kadar sulfur yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa blending batubara dengan komposisi 8:1 (seam rendah sulfur terhadap seam C) dengan tonase 2.430 ton mampu menurunkan kadar sulfur batubara seam C hingga 0,31, yang telah memenuhi standar operasional PLTU Keban Agung. Implikasi dari penelitian ini adalah bahwa strategi blending batubara efektif digunakan untuk menurunkan kadar sulfur tanpa harus mengganti sumber batubara, sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional, memperpanjang umur peralatan, serta mendukung pengendalian emisi ramah lingkungan di sektor pembangkit listrik.

Kata Kunci: PLTU, batubara, sulfur, blending, kualitas

Abstract

Keban Agung Steam Power Plant (PLTU) located in Kebur Village, Merapi Barat District, Lahat Regency, relies on coal as its primary fuel and therefore requires coal quality that meets the plant's specifications, particularly in terms of sulfur content, to optimize combustion and reduce SO_2 emissions. The main issue lies in the variation of sulfur levels across coal seams from Pit Priamanaya Energi, where seam A contains 0.16, seam B 0.28, while seam C is relatively high at 0.91 to 1.12. High sulfur coal cannot be utilized because it risks damaging equipment through corrosion. The purpose of this study is to analyze the quality of coal from seams A, B, and C, and to determine an appropriate blending composition that reduces seam C's sulfur level to the PLTU standard range of 0.1–0.5. The method applied was coal blending testing through ten different composition trials to identify the most effective mixture. The results indicate that blending with an 8:1 ratio (low-sulfur seams to seam C) with a total tonnage of 2,430 tons successfully reduced seam C's sulfur content to 0.31, meeting Keban Agung PLTU's operational specification. The implication of this study is that coal blending is an effective strategy to lower sulfur content without changing the coal source, thereby improving operational efficiency, extending equipment lifespan, and supporting

environmentally friendly emission control in power generation.

Keywords: coal, sulfur, blending, PLTU Keban Agung, power plant efficiency

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber energi batubara dan memiliki kontribusi sebagai salah satu sumber pendapatan bagi negara (Zhang, Wang, Xu, & Li, 2023). Provinsi Sumatera Selatan merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki potensi cadangan batubara (Bajpai & Tyagi, 2016). Batubara menjadi salah satu sumber utama energi yang digunakan secara luas di seluruh dunia (Chen, Liu, & Fan, 2018). Pemanfaatan batubara mencakup berbagai sektor, seperti pembangkit listrik, industri, dan transportasi (Sagala *et al*, 2022 dalam Lestari, 2024).

PT Priamanaya Energi telah mengoperasikan pembangkit listrik (PLTU Keban Agung) di Lahat dengan kapasitas 2 x 135 MW (Wang, Hustad, Skreiberg, Skjevra, & Grønli, 2012). Pembangkit listrik yang sedang beroperasi ini memanfaatkan bahan bakar batubara yang dimiliki oleh Priamanaya Energi. Sumber pasokan batubara ini berasal dari mitra kerja PT Dizamatra Powerindo dan PT Priamanaya Energi (Rahman, Hassan, & Ahmad, 2023; Zhang, Li, Wang, & Chen, 2023).

Untuk memenuhi kebutuhan produksi batubara pada PLTU Keban Agung ini, tentunya batubara yang dikirim harus sesuai dengan standar spesifikasi PLTU (Li, Zhao, Zhang, & Wang, 2023). Namun, di bulan Maret dan bulan Juni 2024 batubara dari *seam* C tidak bisa dikirim untuk ke PLTU karena nilai kadar sulfurnya tinggi mencapai angka 0,91 dan 1,12 (Chen, Li, Liu, & Zhang, 2019). Kandungan sulfur yang tinggi ini bisa menyebabkan kerusakan pada alat dan menimbulkan terjadinya pengkaratan (*korosi*) (Sahu, Sarkar, Chakraborty, & Adak, 2023). Maka dari itu, salah satu cara untuk mengoptimalkan batubara dari *seam* C ini agar nilai sulfurnya memenuhi standar spesifikasi PLTU yakni dengan melakukan metode *blending*, dimana batubara dari *seam* C dicampur dengan batubara dari *seam* A dan *seam* B untuk menurunkan kandungan sulfurnya sesuai dengan standar spesifikasi PLTU Keban Agung yang berada di angka 0,1 sampai 0,5 (Cieplik, Fryda, van de Kamp, & Kiel, 2011).

Penelitian terdahulu oleh Hariana, Prismantoko, dan Ahmadi (2021) menekankan bahwa blending batubara Indonesia untuk boiler berbahan bakar batubara pulverized dapat memengaruhi potensi fouling dan slagging abu, serta berimplikasi pada efisiensi pembakaran. Studi ini memberikan dasar teknis penting mengenai kualitas abu dan dampaknya, tetapi tidak secara khusus menyoroti strategi blending untuk menurunkan kadar sulfur agar sesuai dengan spesifikasi PLTU. Di sisi lain, penelitian oleh Rokni (2016) menunjukkan bahwa co-firing antara batubara bituminus tinggi sulfur dengan lignit rendah sulfur dapat menurunkan emisi SO₂ secara signifikan di bawah kondisi air dan oxy-combustion, namun pendekatan ini lebih menitikberatkan

pada mitigasi emisi daripada adaptasi kualitas bahan baku lokal.

Tujuan penelitian ini adalah menemukan komposisi optimal yang dapat menekan kadar sulfur tanpa mengorbankan pasokan batubara lokal, sedangkan manfaatnya adalah memberikan kontribusi praktis dalam menjaga keberlanjutan operasi PLTU, memperpanjang umur peralatan melalui pengendalian korosi, sekaligus memperkaya literatur akademik mengenai strategi blending batubara dalam konteks Indonesia.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah pengujian blending batubara melalui sepuluh kali perhitungan komposisi campuran untuk memperoleh kadar sulfur yang optimal. Penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk mempelajari berbagai referensi terkait blending kualitas batubara, baik berupa jurnal, artikel, skripsi, maupun laporan perusahaan. Tahap ini bertujuan membandingkan kondisi aktual di lapangan dengan teori dasar yang relevan. Selanjutnya dilakukan observasi lapangan guna memperoleh data secara langsung mengenai kondisi seam A, B, dan C, serta proses kegiatan sampling batubara. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan sekunder. Data primer terdiri dari hasil uji laboratorium batubara (proximate analysis) seperti total moisture (TM), fixed carbon (FC), ash content, volatile matter (VM), total sulfur (TS), dan calorific value (CV), karakteristik fisik batubara seam A, B, dan C, serta dokumentasi proses sampling. Data sekunder diperoleh dari peta ortho, peta kesampaian daerah penelitian, peta geologi regional, data kualitas batubara standar PLTU Keban Agung, serta hasil uji laboratorium kualitas batubara terdahulu.

Pengolahan data dilakukan dengan menggabungkan hasil studi literatur dan temuan lapangan, yang kemudian dianalisis menggunakan perhitungan teknis sesuai rumus yang terkait dengan kegiatan blending batubara. Hasil analisis disajikan dalam bentuk angka perhitungan, tabel, maupun bagan alir penelitian untuk memperjelas proses pengolahan data. Dari tahapan ini, diperoleh hasil akhir berupa rekomendasi komposisi blending yang sesuai dengan spesifikasi PLTU Keban Agung. Kesimpulan yang dihasilkan tidak hanya memberikan jawaban atas permasalahan penelitian, tetapi juga menjadi dasar untuk memberikan saran praktis terkait strategi pengelolaan kualitas batubara di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Batubara Seam A,B dan C

Sebelum di olah, batubara terlebih dahulu harus dilakukan Analisa untuk menentukan nilai kualitas batubaranya melalui uji laboratorium. Analisa sampel yang dilakukan di laboratorium meliputi beberapa analisa, seperti:

1. Analisa *proksimat*, mencakup analisa total *moisture*, *inherent moisture*, analisa kadar abu (*Ash*), *volatile matter*, dan *fixed carbon*.
2. Analisa *Ultimate*, mencakup analisa total sulfur.

Hasil dari analisa batubara ini mencerminkan parameter kualitas batubara terhadap kegunaannya, seperti halnya dalam kegiatan penelitian ini untuk dikirim ke PLTU Keban Agung. Nilai kualitas batubara *seam* A,B dan C berdasarkan uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Analisa Kualitas Batubara Berdasarkan Uji Laboratorium

No	Seam	TM	IM	ASH	VM	FC	TS	GCV			
		%	%	%	%	%	%	Kcal/kg			
		<i>ar</i>	<i>adb</i>	<i>adb</i>	<i>adb</i>	<i>adb</i>	<i>adb</i>	<i>ar</i>	<i>adb</i>	<i>db</i>	<i>daf</i>
1	A	34,14	5,62	3,67	2,08	8,63	0,16	4370	5600	6636	6938
2	B	32,13	5,68	6,58	0,73	37,02	0,28	4354	5410	6415	6958
3	C maret	35,31	5,35	7,29	0,41	36,95	0,91	4126	5399	6378	6979
	C Juni	33,74	5,39	9,51	0,29	34,81	1,12	4136	5281	6242	7033

Sumber: Laboratorium PLTU Keban Agung

Sebagai pemasok batubara ke PLTU, tentunya kualitas batubara ini sangat penting di perhatikan terutama untuk nilai kadar sulfur. Kadar sulfur yang tinggi bisa menyebabkan beberapa masalah serius seperti peningkatan emisi gas sulfur dioksida (SO_2), *korosi* pada peralatan, dan potensi pembentukan hujan asam. Selain itu, sulfur juga bisa mempengaruhi sifat pembakaran batubara dan menyebabkan masalah *slagging* (penggumpalan abu). Adapun standar spesifikasi kualitas batubara untuk PLTU Keban Agung dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Standar Kualitas Batubara Untuk PLTU Keban Agung

No	Parameter	Range	
		Minimum	Maksimum
1	Proximate Analysis (% ARB)		
	<i>Total moisture</i>	20	36
	<i>Inherent moisture (% air dried basis)</i>	10	15
	<i>Ash content</i>	1	10
	<i>Volatile matter</i>	32	37
	<i>Fixed carbon</i>	31	36
	<i>Total sulfur</i>	0,1	0,5
2	Specific Energy (ARB)		
	<i>Gross (Higher) Heating Value (HHV) (Kcal/kg)</i>	4400	5000

Sumber: Laboratorium PLTU Keban Agung

Berdasarkan nilai kualitas batubara dan nilai standar spesifikasi PLTU di atas menunjukan bahwa, kualitas batubara untuk kadar sulfur dari *seam* C masih tinggi dan sudah melebihi standar spesifikasi PLTU Keban Agung yang berada di angka 0,1 sampai 0,5. Maka dari itu, salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar sulfur *seam* C ini supaya memenuhi standar spesifikasi PLTU yaitu dengan melakukan kegiatan *blending* batubara.

Karakteristik Fisik Batubara

Penentuan karakteristik batubara juga penting diketahui karena

mempengaruhi penentuan jenis *sampling* hingga ke penentuan jumlah sampel yang diambil. Karakteristik fisik batubara pada *seam* A, B, dan C berdasarkan geologis lapangan dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Karakteristik Fisik Batubara

Uraian	<i>Seam</i>		
Karakteristik	A	B	C
Warna	Hitam	Hitam	Hitam
Kilap	<i>Mainly bright</i>	<i>Mainly bright</i>	<i>Mainly bright</i>
Gores	<i>Black streak</i>	<i>Black streak</i>	<i>Black streak</i>
<i>Brighness</i>	-	-	-
<i>Strenght</i> (kekuatan)	<i>Moderately hard</i>	<i>Moderately hard</i>	<i>Very firm</i>
<i>Mechanical state</i>	<i>Brittle</i>	<i>Brittle</i>	<i>Fissile</i>
Mineral pengotor	<i>pyrite dan resine</i>	<i>pyrite dan resine</i>	<i>pyrite dan resine</i>
<i>Parting</i>	<i>Claystone</i>	-	-

Sumber: Geologis Lapangan

Proses Kegiatan *Sampling* Batubara

Proses kegiatan *sampling* batubara yang dilakukan pada kegiatan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penentuan Lokasi

Kegiatan *sampling* ini dilakukan di *seam* A, B dan C PT Priamanaya Energi

2. Pembuatan Lubang *Sampling*

Pembuatan lubang sampel batubara pada kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan metode *channel*, yang mana dilakukan dengan cara membuat paritan atau saluran khusus pada permukaan batubara untuk diambil sampel batubaranya. Jarak pembuatan lubang satu dengan lubang lain itu sekitar 50 cm. Berikut metode *channel* yang dilakukan dilapangan dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini (Liu, Pan, & Riley, 2016).



Gambar 1. *Channel Sampling* pada Batubara

Sumber: Penulis, 2025

3. Melakukan Pengukuran

Pada tahap pengukuran, ada tiga hal yang perlu di ukur pada saat melakukan *sampling* yaitu pengukuran kedalaman, panjang, dan titik koordinat dari *channel*. Kedalaman *channel* dibuat berdasarkan *bucket excavator* yang digunakan dilapangan. Adapun pengukuran dalam proses kegiatan *sampling* ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini (Manton, Williamson, & Riley, 2022).



Gambar 2. Pengukuran pada *Channel*
(a) Pengukuran kedalaman (b) Pengukuran Panjang
Sumber: Penulis, 2025

4. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel batubara ini dilakukan untuk mengetahui kualitas batubara melalui uji laboratorium secara berkala. Adapun gambar kegiatan pengambilan sampel batubara dilapangan dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Pengambilan Sampel Batubara
Sumber: Penulis, 2025

5. Pengiriman Sampel

Setelah dilakukannya pengambilan sampel dan pencatatan data, maka sampel

batubara dibawa ke laboratorium untuk dilakukan uji kualitas.

Analisis *Blending* Kualitas Batubara

Berdasarkan data hasil uji laboratorium di atas (Tabel 1), dilakukan *composite* dengan perbandingan *tonase* yang sama yaitu 1:1 sehingga memperoleh nilai seperti pada Tabel di bawah ini:

Tabel 4. Hasil *Composite* Nilai Kualitas Batubara Seam A dan B

No	Seam	Tonase	TM %	IM %	ASH %	VM %	FC %	TS %	GCV Kcal/ kg			
			ar	adb	adb	adb	adb	adb	ar	adb	db	daf
1	A	1000	34,14	15,62	3,67	42,08	38,63	0,16	4370	5600	6636	6938
2	B	1000	32,13	15,68	6,58	40,73	37,02	0,28	4354	5410	6415	6958
Composite		2000	33,13	15,65	5,12	41,40	37,83	0,22	4362	5505	6526	6948

Sumber: Penulis, 2025

Tabel 5. Hasil *Composite* Nilai Kualitas Batubara Seam C

No. Seam	Tonase	TM	IM	AS H	VM	FC	TS	GCV				
		%	%	%	%	%	%	Kcal/ kg				
		ar	adb	adb	adb	adb	adb	ar	adb	db	daf	
1	C	1000	35,31	15,35	7,29	40,41	36,95	0,91	4126	5399	6378	6979
2	C	1000	33,74	15,39	9,51	40,29	34,81	1,12	4136	5281	6242	7033
Composite		2000	34,53	15,37	8,40	40,35	35,88	1,02	4131	5340	6310	7006

Sumber: Penulis, 2025

Berdasarkan perhitungan hasil nilai *composite* dengan perbandingan 1:1 di atas, di peroleh nilai sulfur untuk *seam* A dan B sebesar 0,22 dan *seam* C sebesar 1,02. Dilihat pada (Tabel 2) nilai sulfur batubara *seam* A dan B sudah memenuhi standar spesifikasi PLTU, namun untuk *seam* C belum memenuhi. Maka dengan ini, dilakukan metode *blending*/pencampuran antara batubara *seam* C dengan batubara dari *seam* A dan B untuk menurunkan kandungan sulfur *seam* C ini supaya memenuhi nilai standar spesifikasi PLTU.

Proses *blending* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode tumpah dorong. Berikut tabel hasil perhitungan *blending* kualitas batubara dari *seam* A,B dengan C dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini (Ninduangdee, Kuprianov, Cha, & Kaewrath, 2021).

Tabel 6. Nilai Hasil Perhitungan *Blending* Kualitas Batubara

Parameter	<i>TM</i>	<i>Ash</i>	<i>Ts</i>	<i>CV. Ar</i>
Parameter 1	33,79	6,66	0,60	4253
Parameter 2	33,66	6,35	0,52	4275
Parameter 3	33,60	6,21	0,49	4285
Parameter 4	33,56	6,14	0,47	4290
Parameter 5	33,54	6,08	0,46	4294
Parameter 6	33,58	6,16	0,47	4289
Parameter 7	33,50	5,99	0,43	4301
Parameter 8	33,46	5,88	0,41	4308
Parameter 9	33,44	5,84	0,40	4311
Parameter 10	33,29	5,48	0,31	4336

Sumber: Penulis, 2025

Berdasarkan hasil perhitungan sepuluh uji parameter *blending* batubara di atas, terdapat dua pola *blending* yang berbeda dengan menghasilkan nilai kadar sulfur tertinggi dan ter rendah, yang dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 7. Nilai Hasil *Blending* Batubara (Tinggi)

No	Seam	Komposisi persentase muatan %	DT	Tonase		TM	IM	Ash	VM	FC	Ts	CV			
			Jumlah DT	Muatan DT		%	Kcal/kg								
						Ar	ad					ar	adb	db	daf
1	A-B	53	9	27	243	33,13	15,65	5,12	41,40	37,82	0,22	4362	5504	6526	6948
2	C	47	8	27	216	34,53	15,37	8,40	40,35	35,88	1,02	4131	5340	6310	7006
Compos ite		100	17	54	459	33,79	15,52	6,66	40,91	36,91	0,60	4253	5427	6424	6975

Sumber: Penulis, 2025

Perhitungan *blending* dengan komposisi persentase 5:4 dengan *tonase* 459 ton menghasilkan nilai kadar sulfur batubara sebesar 0,60. Berdasarkan (Tabel 2) untuk nilai sulfur sebesar 0,60 ini masih tinggi dan belum memenuhi standar spesifikasi PLTU, maka dengan itu, dilakukan *blending* lagi untuk menurunkan kadar sulfur batubara *seam C* ini.

Tabel 8. Nilai Hasil *Blending* Batubara (Rendah)

No	Seam	Komposisi persentase muatan %	Table 2. Coal Proximate Analysis Data (continued)												
			DT	Tonase		T	IM	As	V	FC	Ts	CV			
			Jumlah DT	Muatan DT		M		h	M			%	Kcal/kg		
						Ar			ad			ar	ad b	db	daf
1	A-B	89	80	27	2160	33,1 3	15, 65	5, 12	41, 40	37, 82	0, 22	43 62	55 04	65 26	694 8
2	C	11	10	27	270	34,5 3	15, 37	8, 40	40, 35	35, 88	1, 02	41 31	53 40	63 10	700 6
Composite		100	90	54	2430	33,2 9	15, 62	5, 48	41, 28	37, 60	0, 31	43 36	54 86	65 02	695 4

Sumber: Penulis, 2025

Hasil perhitungan uji parameter kualitas batubara menunjukkan bahwa *blending* dengan komposisi persentase 8:1 dengan *tonase* 2430 ton berhasil menurunkan kandungan nilai kadar sulfur pada batubara kualitas tinggi (*seam* C) hingga menghasilkan nilai 0,31. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa untuk batubara dari *seam* C sudah bisa dikirim untuk ke PLTU Keban Agung. Selain itu, kegiatan *blending* ini juga meminimalkan dampak lingkungan karena sulfur yang berkurang berarti emisi **SO₂** dari pembakaran batubara juga akan lebih rendah.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa setiap batubara memiliki kualitas yang berbeda, terutama terkait kadar sulfur yang berpengaruh langsung terhadap emisi SO₂ hasil pembakaran. Pada kasus ini, batubara seam A memiliki kadar sulfur 0,16, seam B sebesar 0,28, sementara seam C relatif tinggi yaitu 0,91–1,12 sehingga tidak memenuhi standar spesifikasi PLTU Keban Agung (0,1–0,5). Untuk itu, dilakukan metode *blending* antara seam C dengan seam A dan B, dan hasil perhitungan menunjukkan bahwa komposisi 8:1 dengan *tonase* 2.430 ton mampu menurunkan kadar sulfur batubara seam C menjadi 0,31, yang sesuai dengan standar spesifikasi PLTU. Hal ini membuktikan bahwa strategi *blending* efektif untuk mengoptimalkan penggunaan batubara berkadar sulfur tinggi tanpa mengorbankan kualitas maupun spesifikasi operasional. Saran dari penelitian ini adalah agar kegiatan *blending* terus diterapkan secara konsisten dengan pengawasan kualitas yang ketat, serta dilakukan penelitian lanjutan untuk menganalisis pengaruh *blending* terhadap parameter lain seperti nilai kalor, abu, dan kelembaban, sehingga diperoleh formula komposisi yang lebih komprehensif untuk mendukung operasi PLTU yang efisien dan ramah lingkungan.

REFERENSI

- Afif, F. (2022). Analisa geometri stockpile untuk pencegahan swabakar di PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Bajpai, R., & Tyagi, M. (2016). Curtailing the generation of sulfur dioxide and nitrogen oxide emissions by blending and oxy-combustion of coals. *Fuel*, 181, 178-191. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.04.084>
- Chen, G., Li, J., Liu, X., & Zhang, L. (2019). Transformation and regulation of sulfur during pyrolysis of coal blend with high organic-sulfur fat coal. *Fuel*, 253, 1090-1098. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.05.077>
- Chen, H., Liu, N. A., & Fan, W. (2018). Technologies for control of sulfur and

- nitrogen compounds and particulates in coal combustion and gasification. In *Clean coal technology and sustainable development* (pp. 139-188). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102201-6.00006-6>
- Cieplik, M., Fryda, L., van de Kamp, W., & Kiel, J. (2011). Ash formation, slagging and fouling in biomass co-firing in pulverised-fuel boilers. In P. Grammelis (Ed.), *Solid biofuels for energy* (pp. 209-241). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-84996-393-0_9
- Hardianti, S., & Saputra, Y. (2018). B Blending Batubara Untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Pasar Ekspor. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 9(01), 28-38.
- Kharimah, N. R. H. (2023). Optimasi coal blending dalam memenuhi permintaan konsumen dan analisis keuntungan biaya pencampuran (Studi Kasus: PT. Internasional Prima Coal). Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Lestari, A. I. (2024). Interpretasi Data Log dan Analisis Kualitas Batubara Berdasarkan Parameter Moisture, Total Sulfur, Calorific Value, Ash Content, Volatile Matter dan Fixed Carbon (Studi Kasus: Desa Keban – Ulak Lebar Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan). Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Li, W., Zhao, J., Zhang, K., & Wang, C. (2023). Effect of biomass-coal blending combustion on Pb transformation. *Journal of Hazardous Materials*, 462, Article 132742. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132742>
- Liu, K., Pan, W. P., & Riley, J. T. (2016). Sulfur transformation during the pyrolysis of coal mixed with coal ash in a fixed bed reactor. *Fuel*, 171, 60-67. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.03.036>
- Luqman, F., Haryanto, I., Firmansyah, Y., Gani, R. M. G., & Indriyanto, Y. (2019). Tektonostratigrafi Berdasarkan Analisis Seismik 2D Pada Sub Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan. *Geoscience Journal*, 3(1), 18-28.
- Majid, R. N. F., Yusuf, M., & Komar, S. (2019). Studi pengaruh rotasi per menit terhadap parameter kualitas blending batubara mine brand MT-46 dan AL-55 PT. Bukit Asam, Tbk. *Jurnal Pertambangan*, 3(3), 2549-1008.
- Manton, N. J., Williamson, J., & Riley, G. S. (2002). Changes in slagging behaviour with composition for blended coals. In R. P. Gupta, T. F. Wall, & L. Baxter (Eds.), *Impact of mineral impurities in solid fuel combustion* (pp. 297-308). Springer. https://doi.org/10.1007/0-306-46920-0_22
- Ninduangdee, P., Kuprianov, V. I., Cha, E. Y., & Kaewrath, R. (2021). Optimization of process parameters in oxygen enriched combustion of biocoal and soma lignite blends by response surface methodology. *Journal of Cleaner Production*, 324, Article 129234. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129234>

- Panggabean, H., & Santy, L. D. (2012). Sejarah penimbunan cekungan Sumatera Selatan dan implikasinya terhadap waktu generasi hidrokarbon. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 22(4), 225-235.
- Rahman, M. A., Hassan, K., & Ahmad, T. (2023). Fuel cost optimization of coal-fired power plants using coal blending proportions. In *2023 International Conference on Power Electronics and Renewable Energy Systems* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICPERES58075.2023.10179778>
- Riana, M. R. (2021). Analisa kualitas batubara terhadap efisiensi pembakaran pada boiler unit 1 PLTU Suralaya, Merak, Banten. *Jurnal Eksakta Kebumian*, 2(2), 168-178.
- Sahu, S. G., Sarkar, P., Chakraborty, N., & Adak, A. K. (2023). Synergistic reduction of SO₂ emissions while co-firing biomass with coal in pilot-scale (1.5 MWth) and full-scale (471 MWe) combustors. *Fuel*, 353, Article 129207. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.129207>
- Sudrajat, A., & Wijaya, A. E. (2024). Blending Plan Batubara Sulfur Tinggi dengan Kandungan Sulfur Rendah. *ReTII*, 246-2
- Saputra, D., Triantoro, A., & Riswan, R. (2014). 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: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 11(1), 40-55.
- Wang, H., Wu, T., Zhang, J., & Xu, J. (2019). Effect of removal organic sulfur from coal macromolecular on the properties of high organic sulfur coal. *Fuel*, 253, 1568-1577. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.05.149>
- Wang, L., Hustad, J. E., Skreiberg, Ø., Skjevrak, G., & Grønli, M. (2012). Evaluation of slagging and fouling tendency during biomass co-firing with coal in a fluidized bed. *Biomass and Bioenergy*, 39, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.01.003>
- Wang, L., Skjevrak, G., Hustad, J. E., & Grønli, M. G. (2020). A critical review of ash slagging mechanisms and viscosity measurement for low-rank coal and bio-slugs. *Frontiers in Energy*, 15(1), 46-68. <https://doi.org/10.1007/s11708-020-0807-8>
- Zhang, X., Wang, M., Xu, J., & Li, Q. (2023). Effectiveness of different additives on slagging and fouling tendencies of blended coal. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 142, Article 110815. <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2022.110815>
- Zhang, Y., Li, H., Wang, X., & Chen, L. (2023). A coal blending optimization model for minimizing the cost of coal-fired power enterprises. In *Proceedings of the 2023 IEEE Power & Energy Society General Meeting* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/PESGM52003.2023.10252742>