

ANALISIS FAKTOR SWABAKAR PADA STOCKPILE COAL CRUSHING PLANT MUARA TIGA BESAR

Analysis of Spontaneous Combustion Factors at the Muara Tiga Besar Coal Crushing Plant Stockpile

Rizqi Nur Habibi^{1*}, Aris Susilo², dan Suhardiman Gumanti³

Universitas Prabumulih^{1,2,3}

*Rn889529@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya swabakar pada tumpukan batubara di Temporary Stockpile Coal Crushing Plant (CCP) Site Muara Tiga Besar, PT Bukit Asam Tbk. Metode penelitian meliputi observasi lapangan, pengukuran langsung geometri timbunan, pemantauan suhu menggunakan thermocouple, serta analisis data sekunder berupa curah hujan dan kualitas batubara. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling untuk mewakili kondisi aktual di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi swabakar dipengaruhi oleh faktor internal, operasional, lingkungan, dan manajemen. Batubara MT-49 memiliki Total Moisture 24,70%–34,24% dan Volatile Matter 37,07%–43,06%. Geometri timbunan menggunakan pola Chevcon dengan tinggi 3 meter dan sudut slope 30°. Curah hujan bulan Maret mencapai 135,3 jam, sedangkan arah angin dominan berasal dari Utara. Pengukuran temperatur selama 15 hari menunjukkan suhu tertinggi 41,2 °C pada titik 2 dan 40,3 °C pada titik 5 pada minggu pertama, sedangkan minggu kedua mencapai 39,3 °C pada titik 5. Pada minggu ketiga mayoritas suhu berada di bawah 35 °C. Penerapan sistem First In First Out, pemadatan, pengendalian tinggi dan sudut slope, serta pemantauan temperatur menjadi pengendalian utama. Penanganan kenaikan temperatur dilakukan melalui pembongkaran, spreading, dan pemadatan kembali. Faktor manajemen menjadi determinan utama dalam mengendalikan temperatur timbunan dan meminimalkan risiko swabakar.

Kata kunci: Swabakar; Batubara; Stockpile; Geometri; FIFO

Abstract

This study aimed to analyze the factors influencing spontaneous combustion in coal piles at the Temporary Stockpile Coal Crushing Plant at the Muara Tiga Besar Site of PT Bukit Asam Tbk. Field observations, direct measurements of stockpile geometry, temperature monitoring using a thermocouple, and analysis of secondary data on rainfall and coal quality were conducted. Purposive sampling was used to represent actual field conditions. The results show that spontaneous combustion potential is influenced by internal, operational, environmental, and management factors. MT-49 coal has Total Moisture of 24.70%–34.24% and Volatile Matter of 37.07%–43.06%. The stockpile uses a Chevcon pattern with a height of 3 m and a slope angle of 30°. March rainfall reached 135.3 hours, while the dominant wind direction was North. Fifteen-day temperature monitoring recorded the highest temperature of 41.2°C at Point 2 and 40.3°C at Point 5 in the first week, while the second week reached 39.3°C at Point 5. In the third week, most temperatures were below 35°C. First In First Out management, compaction, control of stockpile height and slope, and temperature monitoring were the main controls. When temperature increased, handling was performed through stockpile dismantling, spreading, and re-compaction. Management was the main determinant in controlling stockpile temperature and minimizing spontaneous combustion risk.

Keywords: Spontaneous combustion; Coal; Stockpile; Geometry; FIFO



© 2026 Rizqi Nur Habibi. Published by Yayasan Pendidikan Literasi Borneo (Nomor AHU-0031523.AH.01.04.Tahun 2025). This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

PENDAHULUAN

PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan pertambangan batubara yang memiliki Temporary Stockpile Coal Crushing Plant (CCP) di Tambang Muara Tiga Besar. Fasilitas tersebut berfungsi sebagai tempat penampungan sementara sebelum batubara dikirim ke pelabuhan atau pembangkit listrik. Batubara dari front penambangan umumnya tidak langsung didistribusikan kepada konsumen sehingga perlu ditumpuk sementara di stockpile. Permasalahan utama dalam penumpukan batubara pada stockpile adalah terjadinya swabakar yang dapat menurunkan kualitas batubara dan menimbulkan kerugian ekonomi bagi perusahaan.

Swabakar merupakan fenomena yang terjadi pada batubara ketika disimpan di stockpile dalam jangka waktu tertentu. Prosesnya dimulai dari oksidasi, yaitu reaksi batubara dengan oksigen di udara yang berlangsung secara perlahan dan terus-menerus sehingga temperatur meningkat. Apabila panas hasil oksidasi tidak dapat dilepaskan secara optimal, temperatur dapat terus meningkat hingga memicu pembakaran spontan. Faktor yang memengaruhi antara lain lama penumpukan, tinggi penumpukan, suhu cuaca, posisi timbunan, kecepatan dan arah angin, sudut slope, serta kualitas batubara.

Penelitian tugas akhir ini menganalisis kondisi aktual Temporary Stockpile CCP Site Muara Tiga Besar melalui empat kelompok faktor, yaitu faktor internal, operasional, lingkungan, dan manajemen. Penelitian terdahulu yang digunakan dalam tugas akhir membahas kualitas batubara, desain stockpile, pola penimbunan, manajemen stockpile, serta pencegahan dan penanggulangan swabakar. Penelitian ini menempatkan kondisi aktual stockpile, data temperatur 15 hari, kualitas batubara MT-49, geometri timbunan, curah hujan, arah dan kecepatan angin, serta praktik FIFO sebagai satu rangkaian analisis.

Tujuan penelitian adalah menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya swabakar di area Stockpile CCP PT Bukit Asam Tbk, mengetahui metode pencegahan swabakar, dan mengetahui metode penanggulangan swabakar. Kebaruan yang ditunjukkan dalam tugas akhir adalah evaluasi keterkaitan karakteristik batubara, geometri timbunan, kondisi lingkungan, temperatur aktual, durasi penimbunan, dan pengelolaan stockpile pada lokasi penelitian yang sama.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah thermocouple untuk mengukur temperatur batubara dan alat berat bulldozer, dozer, excavator, dump truck, serta HD Komatsu 785 yang digunakan dalam kegiatan penanganan dan pengelolaan stockpile. Data dan bahan penelitian meliputi data suhu batubara, data geometri timbunan, data kualitas batubara, data curah hujan, data kecepatan dan arah mata angin, serta SOP penanganan swabakar. Data sekunder berasal dari dokumen perusahaan dan data yang digunakan dalam tugas akhir, sedangkan pengukuran temperatur dan geometri merupakan data primer.

Metode Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan di Temporary Stockpile Coal Crushing Plant Site Muara Tiga Besar PT Bukit Asam Tbk selama empat bulan, mulai Maret sampai Juni. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan,

studi literatur, pengukuran langsung, dokumentasi, serta pengambilan data primer dan sekunder. Data primer berupa suhu batubara di stockpile dan data geometri timbunan yang meliputi tinggi, panjang, lebar, luas, dan sudut slope. Data sekunder meliputi kualitas batubara, curah hujan, dan SOP penanganan swabakar. Populasi penelitian adalah seluruh kondisi stockpile batubara di area CCP Site Muara Tiga Besar yang berpotensi mengalami swabakar. Sampel ditentukan dengan purposive sampling berdasarkan pertimbangan kondisi stockpile yang mewakili tujuan penelitian.

Pengolahan data dilakukan melalui pemeriksaan data, klasifikasi, tabulasi, pengolahan kuantitatif, pengolahan kualitatif, dan penyajian data dalam tabel, grafik, serta uraian deskriptif. Analisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif untuk data suhu, tinggi timbunan, dan lama penimbunan, analisis deskriptif kualitatif untuk kondisi aktual lapangan, serta evaluasi faktor penyebab untuk mengidentifikasi faktor dominan berdasarkan data lapangan dan teori yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Internal

Data kualitas batubara MT-49 menunjukkan Total Moisture berkisar 24,70%–34,24%, Volatile Matter 37,07%–43,06%, Fixed Carbon 26,69%–43,42%, Total Sulfur 0,19%–1,58%, dan Gross Calorific Value 5.340–

6.184 kcal/kg pada data minimum–maksimum yang dicantumkan PT Bukit Asam Tbk. Total Moisture yang cukup tinggi dapat mempercepat oksidasi dan reaksi eksoterm, sedangkan Volatile Matter yang tinggi menunjukkan batubara lebih reaktif. Kombinasi Volatile Matter dan Fixed Carbon pada data tersebut menunjukkan karakteristik yang perlu dikendalikan selama penimbunan.

Tabel I. Kualitas Batubara MT-49 PT Bukit Asam Tbk

Brand	TM	IM	ASH	VM	FC	TS	GCV
	%AR	%ADB	%AR	%ADB	%AR	%AR	ADB
MT-49	24,70	9,63	1,70	37,07	26,69	0,19	5.340
Min							
MT-49	34,24	19,54	18,33	43,06	43,42	1,58	6.184
Max							

Sumber: PT Bukit Asam Tbk (2026).

Faktor Operasional

Temporary Stockpile CCP menggunakan pola penimbunan Chevcon. Dimensi timbunan aktual meliputi panjang lantai bawah 50 m, lebar lantai bawah 30 m dengan luas 1.500 m², panjang lantai atas 30 m, lebar lantai atas 20 m dengan luas 600 m², tinggi timbunan 3 m, panjang horizontal 5 m, dan sudut slope 30°. Geometri tersebut berpotensi menyebabkan panas terperangkap di bagian dalam tumpukan karena sirkulasi udara pada bagian yang lebih dalam cenderung terbatas. Namun, pemadatan dan penerapan sistem FIFO membuat waktu tinggal batubara menjadi singkat sehingga panas hasil oksidasi tidak sempat terakumulasi secara signifikan.



Gambar 1. Kondisi Stockpile CCP PT Bukit Asam Tbk

Tabel II. Dimensi Timbunan Temporary Stockpile CCP

No	Dimensi	Chevcon
1	Panjang lantai bawah	50 m
2	Lebar lantai bawah	30 m
	Luas lantai bawah	1.500 m ²
3	Panjang lantai atas	30 m
4	Lebar lantai atas	20 m
	Luas lantai atas	600 m ²
5	Tinggi	3 m
6	Panjang horizontal	5 m
7	Sudut slope	30°

Sumber: PT Bukit Asam Tbk (2026).

Faktor Lingkungan

Data curah hujan bulan Maret 2026 menunjukkan total jam hujan aktual sebesar 135,3 jam. Kondisi tersebut berpengaruh terhadap penurunan temperatur timbunan dan membantu menjaga kelembapan batubara, tetapi pengaruh curah hujan bersifat sementara karena setelah kondisi kering proses oksidasi dapat berlangsung kembali. Data angin menunjukkan kecepatan maksimum umumnya 3 m/s, dengan nilai tertinggi 4 m/s pada 6 Maret, sedangkan kecepatan rata-rata umumnya 2 m/s. Arah angin terbanyak selama periode pengamatan berasal dari Utara.

Tabel III. Ringkasan Kondisi Lingkungan Maret 2026

Parameter	Hasil	Keterangan
Curah hujan aktual	135,3 jam	Total Maret 2026
Kecepatan angin maksimum	4 m/s	Nilai tertinggi
Kecepatan angin rata-rata	1-2 m/s	Mayoritas data
Arah angin terbanyak	Utara	Selama periode pengamatan

Sumber: PT Bukit Asam Tbk (2026).

Faktor Manajemen

Faktor manajemen merupakan determinan utama dalam mengendalikan perilaku teknis batubara di area penimbunan. Meskipun swabakar merupakan reaksi antara oksigen dan batubara, manajemen berperan sebagai sistem kendali melalui kebijakan dan tindakan operasional. Penerapan sistem First In First Out, pemantauan temperatur, pemadatan, pengendalian tinggi dan sudut slope, serta pembatasan durasi penimbunan menjadi bagian penting dari pengendalian. Berdasarkan hasil penelitian, faktor manajemen memiliki peran paling dominan dalam mengendalikan temperatur timbunan dan meminimalkan risiko swabakar.

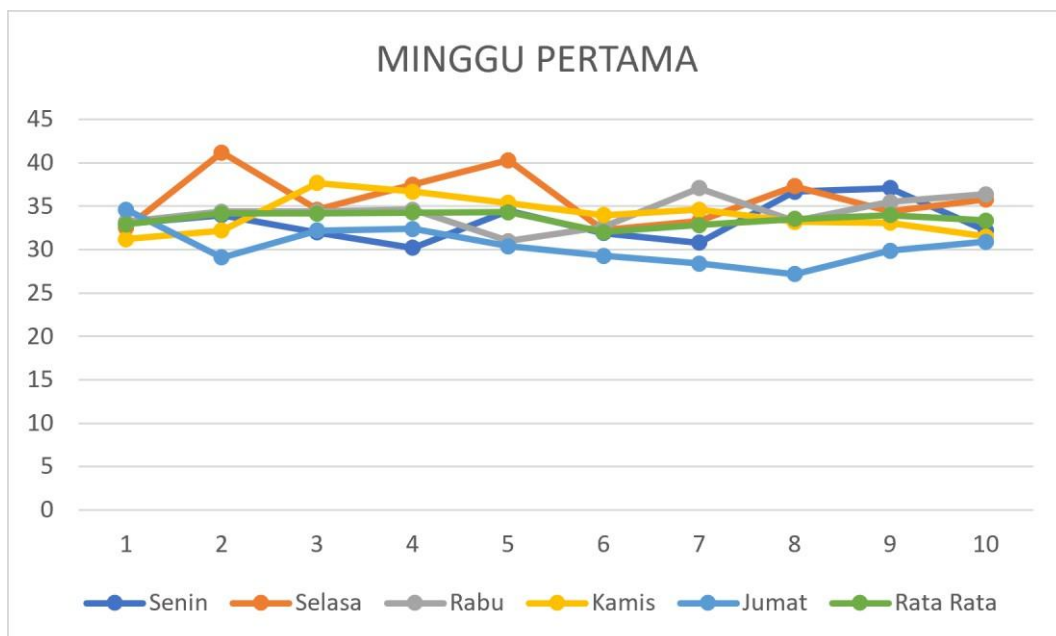
Pengukuran Temperatur Timbunan

Pengukuran temperatur dilakukan untuk mengetahui awal kenaikan suhu sehingga tindakan pencegahan dapat segera dilakukan. Pengukuran dilakukan selama 15 hari pada kedalaman 30 cm untuk batubara normal, dengan 10 titik pengamatan setiap hari. Posisi titik pengukuran bergeser dari titik sebelumnya dan pengukuran menggunakan thermocouple.

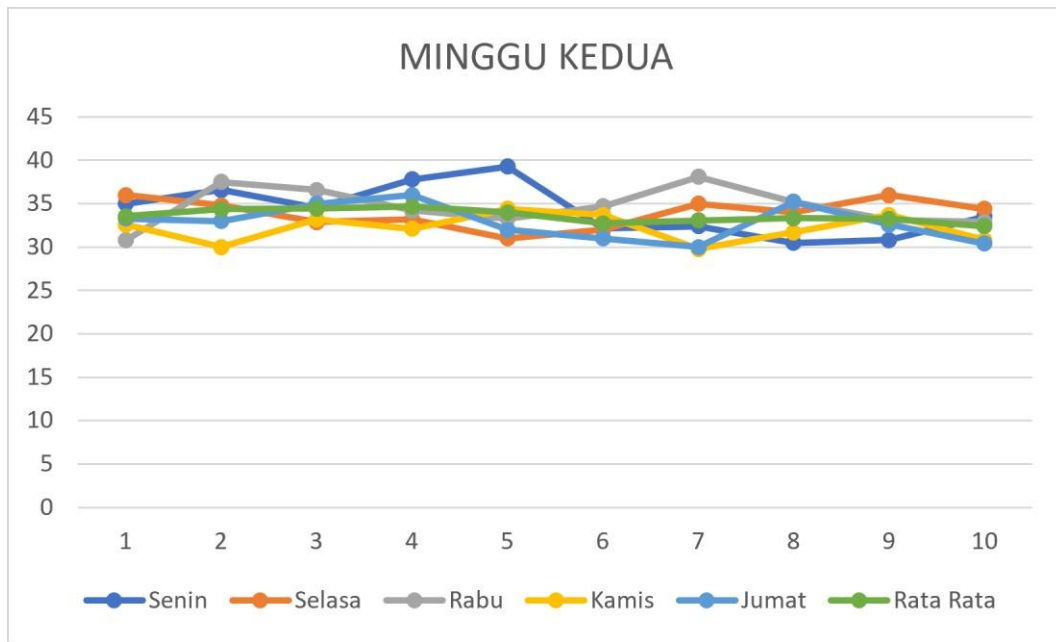


Gambar 2. Thermocouple untuk Pengukuran Temperatur Timbunan

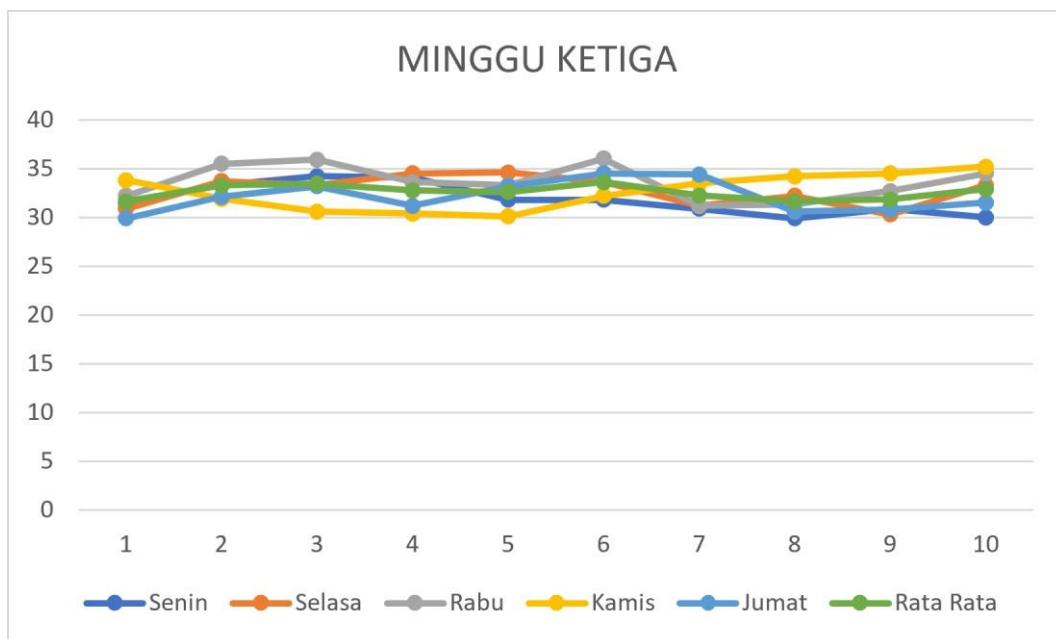
Minggu pertama tercatat sebagai periode dengan variasi suhu paling ekstrem. Pada hari Selasa, titik 2 mencapai 41,2 °C dan titik 5 mencapai 40,3 °C. Nilai tersebut berada jauh di atas rata-rata normal mingguan sekitar 32–34 °C. Pada minggu kedua suhu lebih stabil, tetapi titik 5 mencapai 39,3 °C pada hari Senin. Pada minggu ketiga terjadi penurunan suhu; mayoritas titik pengamatan berada di bawah 35 °C dan rata-rata suhu mingguan berada pada kisaran 31,6–33,6 °C.



Gambar 3. Grafik Pengukuran Temperatur Timbunan Minggu Pertama



Gambar 4. Grafik Pengukuran Temperatur Timbunan Minggu Kedua



Gambar 5. Grafik Pengukuran Temperatur Timbunan Minggu Ketiga

Pencegahan Swabakar

Upaya pencegahan swabakar pada Temporary Stockpile CCP dilakukan melalui tindakan pengendalian operasional dan manajemen stockpile. Sistem First In First Out diterapkan agar batubara yang terdahulu masuk dikeluarkan terlebih dahulu sehingga tidak terjadi penumpukan terlalu lama. Batubara dari front penambangan diangkut menggunakan HD Komatsu 785 menuju Temporary Stockpile dan selanjutnya dimuat menuju Stockpile RF-10, TLS-01, TLS-02, dan Stockpile Westham.

Pemadatan dilakukan menggunakan bulldozer satu kali sehari sebagai bagian dari pengelolaan stockpile. Material dengan pola Chevcon diratakan setelah ketinggian mencapai sekitar 2 m. Tindakan ini bertujuan mengontrol permukaan timbunan, menjaga geometri, mencegah rongga udara, dan mengurangi penetrasi oksigen.

Pengendalian tinggi timbunan dilakukan dengan menjaga tinggi aktual 3 m. Perusahaan lebih memilih memperluas area penimbunan dibandingkan menambah tinggi. Durasi penimbunan maksimal 2 hari, sedangkan sudut slope aktual 30° dengan tinggi 3 m dan panjang horizontal 5 m. Nilai 30° lebih kecil daripada angle of repose batubara dari tambang yang dicantumkan dalam tugas akhir, yaitu sekitar 38° .

Penanggulangan Swabakar

Penanganan swabakar dilakukan dengan mengevakuasi batubara yang terbakar menggunakan dozer. Pembongkaran merupakan tahap awal untuk mengetahui luas area yang terdampak dan memutus akumulasi panas. Setelah material dibongkar, batubara disebarkan menggunakan bulldozer menjadi lapisan lebih tipis. Penyebaran dilakukan untuk memperbesar permukaan kontak dengan udara sehingga panas dapat dilepaskan lebih cepat. Operator juga mengamati asap, perubahan warna, dan bau khas pembakaran.

Setelah temperatur batubara turun dan tidak ditemukan titik panas, material ditata kembali dan dipadatkan menggunakan bulldozer. Pemadatan kembali bertujuan mengurangi rongga udara sehingga suplai oksigen ke dalam timbunan dapat diminimalkan. SOP perusahaan juga mengatur pembuatan akses menuju titik swabakar, posisi excavator yang aman dan membelakangi arah angin, pembongkaran, penyebaran, pemadatan lapis demi lapis, pengawasan pekerjaan, dan pembuatan laporan penanganan.



Gambar 6. Penyebaran (Spreading) pada Penanganan Swabakar

Diskusi Komparatif

Hasil penelitian sejalan dengan pembahasan dalam tugas akhir yang menunjukkan bahwa kualitas batubara, geometri, lama penumpukan, dan kondisi udara saling berhubungan dengan pembentukan panas. Hardianti menekankan pentingnya pengendalian temperatur, pemadatan,

ketinggian, dan slope, sedangkan Sarmidi menyoroti faktor timbunan dan kondisi operasional. Pada lokasi penelitian, faktor-faktor tersebut hadir secara bersamaan, tetapi praktik manajemen melalui FIFO, pemadatan, pengendalian geometri, dan pemantauan temperatur menjadi pembeda utama dalam mengendalikan risiko swabakar.

KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa potensi swabakar di Temporary Stockpile Coal Crushing Plant Site Muara Tiga Besar PT Bukit Asam Tbk dipengaruhi oleh faktor internal, operasional, lingkungan, dan manajemen. Karakteristik batubara MT-49 dengan Total Moisture 24,70%–34,24% dan Volatile Matter 37,07%–43,06% menunjukkan kondisi yang perlu dikendalikan, sedangkan geometri Chevcon dengan tinggi 3 m dan sudut slope 30°, kondisi curah hujan 135,3 jam pada Maret 2026, serta arah angin dominan dari Utara memengaruhi perilaku temperatur timbunan. Pencegahan dilakukan melalui sistem FIFO, pemantauan temperatur, pemadatan, pengendalian tinggi dan slope, serta pembatasan durasi penimbunan. Penanganan ketika terjadi kenaikan temperatur dilakukan melalui pembongkaran, spreading, dan pemadatan kembali. Penelitian selanjutnya disarankan meningkatkan konsistensi pemantauan temperatur pada titik yang berpotensi mengalami kenaikan suhu serta mempertahankan penerapan FIFO, pemadatan, dan pengendalian geometri sesuai prosedur perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Prabumulih, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Pertambangan, PT Bukit Asam Tbk, serta seluruh pihak yang telah memberikan izin, bimbingan, bantuan pengambilan data, dan dukungan selama penelitian. Terima kasih khusus disampaikan kepada Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM. selaku Pembimbing I dan Suhardiman Gumanti, S.T., M.T. selaku Pembimbing II.

REFERENSI

- Analiser. (2020). Manajemen Stockpile dalam Penanganan Batubara. *Jurnal Teknologi Mineral*, 5(1), 12–19.
- Arta. (2019). Desain Stockpile dan Pengaruhnya terhadap Kualitas Batubara. *Jurnal Geologi dan Tambang*, 6(2), 121–130. Fathoni, M. Y. (2017). Pola Penimbunan Material pada Operasi Tambang Terbuka. *Jurnal Rekayasa Tambang*, 3(1), 23–30.
- Gunara, M. (2017). Potensi Batubara sebagai Sumber Energi Alternatif untuk Pengembangan Industri Logam. *Seminar Hasil Teknoka*, 22–27.
- Hardianti, S. (2018). Analisis Potensi Swabakar pada Batubara di Area Stockpile. *Jurnal Teknologi Tambang*, 9(2), 44–52. Hivienta. (2018). Fungsi dan Pengelolaan Stockpile pada Industri Batubara. *Jurnal Energi dan Pertambangan*, 5(1), 37–45.

- Jepriansyah, H. P. (2023). Upaya Teknis Pencegahan dan Penanggulangan Swabakar (Spontaneous Combustion) pada Stockpile di PT. Manambang Muara Enim Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan.
- Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVIII Tahun 2023, 210–223.
- Muchjhibi, A. (2017). Analisis Pengaruh Kualitas Batubara terhadap Terjadinya Swabakar (Spontaneous Combustion) pada Stockpile. *Jurnal Teknologi Pertambangan*.
- Nur, Z. O. (2020). Analisis Kualitas Batubara di PIT dan dengan Metode Analisis Proksimat di PT. Surya Anugrah Kecamatan Rantau Pandan Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. *Mine Magazine*, 283.
- Nurlela. (2015). Briket Batubara dengan Penyulut Enceng Gondok dengan Perekat Tapioka. *Jurnal Media Teknik*, 14. Rusyada, R. (2022). Kajian Proses Oksidasi Batubara sebagai Penyebab Swabakar. *Jurnal Sains Mineral*, 8(2), 99–106.
- Sarmidi, A. Z. (2024). Analisis Timbunan Sementara untuk Pencegahan Pembakaran Spontan Batubara di PIT 2 Banko Barat, PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains*, 1(3), 119–121.
- Wahidah, N. P. (2022). Pengaruh Kualitas Batubara terhadap Potensi Terjadinya Swabakar. *Jurnal Pertambangan Indonesia*, 15–24.