

EVALUASI POLA PENIMBUNAN BATUBARA DALAM UPAYA PENCEGAHAN TERJADINYA SWABAKAR PADA AREA ROM STOCKPILE PT DUTA BARA UTAMA, MUARA ENIM

Alfazry Desrinaldi¹, Suhardiman Gumanti², Ahmad Husni³

Universitas Prabumulih

Jl. Patra No. 50, Sukaraja, Kec. Prabumulih Selatan., Kota Prabumulih, Sumatera Selatan 31111, Indonesia.

Email: alfazry263@gmail.com¹, suhardiman.sgc@gmail.com², ahmadhusni0758@gmail.com³

ARTICLE INFO

Article history:

Received:

12 September 2025

Revised:

17 September 2025

Accepted:

18 September 2025

Kata Kunci: Pola
Penimbunan Batubara,
Swabakar Batubara,
Penyebab Swabakar,
Pencegahan Swabakar

Keywords: Coal
Stockpiling Patterns,
Coal Self-Ignition,
Causes of Self-Ignition,
Prevention of Self-
Ignition

Abstrak

Pembakaran spontan batubara merupakan permasalahan serius di area *stockpile ROM*, yang dapat menimbulkan kerugian yang cukup signifikan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pola penimbunan batubara di area *stockpile ROM* PT Duta Bara Utama dalam upaya pencegahan terjadinya pembakaran spontan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi lapangan, wawancara, dan pengukuran dimensi tumpukan serta sudut kemiringan tumpukan. Berdasarkan analisis, pola penimbunan yang diterapkan adalah pola windrow dengan metode layering, namun terdapat beberapa faktor yang berpotensi menimbulkan terjadinya pembakaran spontan, seperti batubara peringkat rendah, sudut tumpukan berkisar 40°-50°, ukuran butir batubara yang tidak seragam, dan sisi tumpukan yang tidak mempertimbangkan arah mata angin. Upaya pencegahan yang telah diterapkan antara lain sistem *FIFO (First in First Out)*, penerapan standar tumpukan maksimal 6 meter, pemadatan setiap lapis tumpukan, dan pengaturan durasi tumpukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan timbunan batubara secara aman dan efisien guna mencegah terjadinya pembakaran spontan batubara.

Abstract

Spontaneous combustion of coal is a serious problem in the ROM stockpile area, which can cause significant losses in terms of both quality and quantity. This study aims to evaluate the coal stockpiling pattern in the ROM stockpile area of PT Duta Bara Utama in an effort to prevent spontaneous combustion. The methods used in this study include field observations, interviews, and measurements of pile dimensions and pile tilt angles. Based on the analysis, the stockpiling pattern applied is a windrow pattern with a layering method, but there are several factors that have the potential to cause spontaneous combustion, such as low rank coal, pile angles ranging from 40°-50°, non-uniform coal grain sizes, and pile sides that do not consider the cardinal direction. Preventive measures that have been implemented include the FIFO (First in First Out) system, the implementation of a maximum stack standard of 6 meters, compaction of each layer of the pile, and regulation of the stack duration. The results of this study are expected to be a reference in managing coal piles safely and efficiently to prevent spontaneous combustion of coal.

PENDAHULUAN

Industri pertambangan batubara memegang peranan vital sebagai salah satu pilar utama ketahanan energi dan penggerak perekonomian nasional Indonesia (Apriyadi, Purwoko, 2019; Putri, E. S. L., Gumanti & Yansen, 2025). Sebagai komoditas strategis, batubara tidak hanya menopang sebagian besar pembangkit listrik di dalam negeri, tetapi juga menjadi sumber devisa negara yang signifikan melalui ekspor (Bandaso, *et al.*, 2023). Rangkaian kegiatan pertambangan merupakan proses yang kompleks dan terintegrasi, dimulai dari penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, hingga pascatambang (Jolo, 2016; Yuito, Yovanda & Susilo, 2025). Salah satu tahapan krusial dalam rantai pasok ini adalah proses penambangan, yaitu kegiatan pengambilan material dari lokasi penambangan (PIT), yang kemudian diangkut menuju area penyimpanan sementara yang dikenal sebagai *ROM (Run of Mine) stockpile* disinilah batubara ditimbun sebelum diolah lebih lanjut atau diangkut ke pengguna akhir (Mulyana, 2005; Kurniawan & Aryansyah, 2020). Proses penimbunan ini berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) antara laju produksi yang fluktuatif dan jadwal pengapalan, serta memungkinkan proses pencampuran (*blending*) untuk mencapai kualitas yang diinginkan. Metode yang paling umum diterapkan di industri adalah penimbunan terbuka (*open stockpile*), di mana batubara ditumpuk langsung di atas lahan yang telah disiapkan (Winarta, 2023).

Meskipun merupakan praktik standar, manajemen penimbunan batubara yang kurang tepat dapat memicu munculnya permasalahan serius yang dikenal sebagai swabakar (*spontaneous combustion*) (Hardianti & Billi, 2018). Swabakar adalah fenomena terbakarnya batubara secara spontan tanpa adanya sumber api eksternal (Syahrul, 2015; Ananda & Ayu, 2023). Proses ini diawali oleh reaksi oksidasi eksotermik antara permukaan batubara dengan oksigen dari udara pada temperatur rendah (Yusuf, 2023). Jika laju panas yang dihasilkan dari reaksi ini lebih besar daripada laju panas yang dilepaskan ke lingkungan sekitar, temperatur di dalam tumpukan akan terus meningkat secara eksponensial (Pramesti, 2023). Peningkatan suhu ini akan mempercepat laju reaksi oksidasi hingga mencapai titik kritis di mana batubara mulai terbakar (Arneta, Yovanda & Yansen, 2025). Fenomena ini tidak hanya mengakibatkan kerugian signifikan bagi perusahaan, seperti penurunan nilai kalori dan kualitas batubara, tetapi juga menyebabkan kehilangan volume produk secara langsung serta menimbulkan biaya tambahan untuk penanganan kebakaran dan potensi dampak lingkungan dari emisi gas berbahaya.

Terjadinya swabakar dipengaruhi oleh kombinasi faktor intrinsik batubara dan faktor ekstrinsik yang berkaitan dengan metode penimbunannya. Faktor intrinsik utamanya adalah peringkat batubara, batubara peringkat rendah (*low rank coal*) seperti *Sub Bituminus*, yang ditambang oleh PT Duta Bara Utama (DBU), secara alami lebih reaktif dan rentan terhadap oksidasi dibandingkan batubara peringkat lebih tinggi. Sementara itu, faktor ekstrinsik meliputi praktik manajemen di lapangan. Ukuran butir batubara yang tidak seragam dapat menciptakan rongga-rongga udara di dalam tumpukan, yang memastikan pasokan oksigen berkelanjutan untuk reaksi oksidasi (Yolanda, 2024). Sudut timbunan (*angle of repose*) yang terlalu besar, melebihi batas ideal, tidak hanya membuat tumpukan menjadi tidak stabil tetapi juga memengaruhi sirkulasi udara di dalamnya. Selain itu, sisi timbunan yang langsung menghadap arah mata angin dominan akan terus-menerus terpapar aliran udara segar, yang semakin mempercepat proses pemanasan internal.

Mengingat kompleksitas faktor-faktor tersebut, kegiatan penimbunan di *ROM stockpile* PT Duta Bara Utama (DBU) diidentifikasi memiliki beberapa titik kritis yang berpotensi memicu terjadinya swabakar jika tidak dikelola dengan benar. Perusahaan ini menghadapi tantangan simultan dari karakteristik batubara peringkat rendah yang mereka tambang, serta praktik penimbunan yang masih menunjukkan adanya sudut timbunan yang besar, variasi ukuran butir, dan kurangnya penanganan spesifik terhadap sisi timbunan yang terpapar angin. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk melakukan evaluasi mendalam terhadap sistem dan pola penimbunan batubara yang diterapkan di *ROM stockpile* PT DBU. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi kelemahan dalam praktik saat ini dan merumuskan rekomendasi perbaikan yang sistematis, sehingga risiko terjadinya swabakar dapat diminimalkan, dan kerugian perusahaan dapat dicegah secara efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan metode campuran (kualitatif dan kuantitatif) untuk mengevaluasi secara komprehensif pola penimbunan batubara di PT Duta Bara Utama (DBU), Muara Enim. Pengambilan data dilaksanakan selama periode enam minggu, dari 16 April hingga 31 Mei, dengan fokus utama pada area *ROM (Run-of-Mine) stockpile* A, B, dan C. Pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami proses dan praktik yang berjalan, sementara pendekatan kuantitatif dimanfaatkan untuk mengukur parameter fisik yang menjadi faktor risiko swabakar.

Pengumpulan data primer dilakukan melalui tiga teknik utama. Pertama, observasi lapangan secara sistematis untuk mengamati secara langsung aktivitas penimbunan harian, penerapan pola *windrow/layering*, metode kerja alat berat (*wheel loader* dan *dozer*), serta mengidentifikasi tanda-tanda awal pemanasan pada

tumpukan. Kedua, pengukuran langsung di lapangan untuk mendapatkan data kuantitatif, yang mencakup dimensi timbunan (panjang, lebar, dan tinggi) serta pengukuran sudut kemiringan timbunan (*angle of repose*). Ketiga, wawancara semi-terstruktur dengan personel kunci di lapangan, seperti pengawas operasional dan operator alat berat. Wawancara ini bertujuan untuk memverifikasi temuan observasi, memahami standar operasional prosedur (SOP) yang diterapkan perusahaan, dan menggali informasi mengenai strategi pencegahan swabakar yang sudah berjalan, seperti sistem *FIFO* dan durasi maksimal penyimpanan.

Data sekunder yang digunakan untuk melengkapi analisis meliputi spesifikasi teknis batubara jenis Sub-Bituminus dari perusahaan, peta Izin Usaha Pertambangan (IUP) untuk memberikan konteks spasial, serta data curah hujan regional. Seluruh data yang terkumpul kemudian dianalisis secara deskriptif, yaitu dengan membandingkan kondisi aktual di lapangan seperti *angle of repose* yang mencapai 40° - 50° dan variasi ukuran butir dengan standar ideal dan praktik terbaik dalam manajemen *stockpile* untuk pencegahan swabakar. Evaluasi ini menjadi dasar untuk merumuskan kesimpulan mengenai efektivitas pola penimbunan dan upaya pengendalian yang telah dilakukan oleh PT DBU.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT DBU memiliki tiga *ROM stockpile* batubara yang berasal dari pit penambangan yang terdiri dari *stockpile* A, B, dan C. Namun untuk *stockpile* A dan B itu digabung dikarenakan untuk mempermudah akses masuk *coal getting* dan *hauling* batubara untuk luasan berkisar 2,4 Ha serta kapasitas tampungan sebanyak 150.000 Ton sedangkan *stockpile* C letaknya terpisah yang mempunyai luasan 1,75 Ha dengan daya tampung batubara sebanyak 110.000 Ton. Dalam satu hari target produksi *hauling* mencapai 7000 Ton. Batubara dari front penambangan diangkut menggunakan *dump truck* menuju *ROM stockpile* batubara. Batubara berjenis Sub Bituminus dengan kalori bekisar 4165 kkal (ar).

Bedding Coal

Bedding Coal atau lapisan batubara kotor yang dihamparkan pada permukaan tanah sebagai tahapan akhir pembuatan lantai *ROM stockpile*, berfungsi sebagai pembatas antara timbunan batubara dengan tanah agar tidak terkontaminasi. Lantai *ROM stockpile* PT DBU sudah dilapisi *material bedding coal* di atasnya, namun akibat dari aktivitas alat berupa *wheel loader* yang menggerus terlalu dalam membuat lapisan lantai tercampur dengan *bedding coal*.

Lantai Dasar *ROM Stockpile*

Terdapat tiga tempat *ROM stockpile* pada PT DBU yang diberi nama yaitu; *ROM stockpile* A, B dan C, dimana untuk A dan B itu tergabung menjadi satu. Lantai dasar pada *ROM stockpile* A dan B memiliki luas 16.210 m² sedangkan yang C memiliki luas 13.168 m². Lantai *ROM stockpile* PT ini dibuat dari hasil material yang terdapat pada *disposal* dan dilakukan penumpukan serta pemadatan, setelah benar-benar padat barulah dihampiri material *bedding coal* sebagai tahap akhir.

Akses Jalan Keluar Masuk *ROM Stockpile*

Hasil pengukuran serta pengamatan dilapangan pada area *ROM stockpile* PT DBU memiliki 4 jalan akses keluar masuk dengan lebar jalan berkisar 10-15 meter, jalan tersebut berguna untuk sebagai akses jalan keluar masuk *dump truck coal getting* dan *hauling*. Banyaknya jalan keluar masuk tersebut dibuat agar aktivitas di *ROM stockpile* berjalan lancar. Dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Akses Jalan Keluar Masuk *ROM Stockpile* A dan B

Evaluasi Sistem dan Pola Penimbunan Batubara

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, metode penimbunan yang digunakan yakni *open stockpile* atau metode penimbunan terbuka diatas tanah. Pola penimbunan batubara yang diterapkan pada *ROM stockpile* PT DBU yaitu pola penimbunan *Windrow/Layering* dimana pola penimbunan tersebut dilakukan dengan cara men *dumping* material batubara secara berurutan memanjang kemudian diratakan dan dipadatkan selapis demi lapis atau *layer* sepanjang area *ROM stockpile* dengan ketinggian timbunan yang ditetapkan perusahaan yaitu 6 meter. bentuk sempurna dari pola penimbunan batubara ini menyerupai limas terpancung dengan tampak samping terlihat seperti bangun datar trapesium dan tampak bagian atas datar/rata karena dilakukan pemadatan serta bagian sudut timbunan sedikit melingkar. Dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Pola Penimbunan *Windrow*

Dimensi Timbunan Batubara

Dari hasil pengamatan, pengukuran serta wawancara kepada petugas yang bekerja dilapangan didapatkan hasil ukuran tinggi timbunan, panjang timbunan, lebar timbunan, bentuk timbunan pada *ROM stockpile* PT DBU. Dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Dimensi Timbunan

No	Dimensi	Penimbunan <i>Windrow</i>
1	Panjang lantai bawah	137 m
2	Lebar lantai bawah	79 m
3	Panjang lantai atas	115 m
4	Lebar lantai atas	60 m
5	Tinggi timbunan	6 m

Tabel 1 menunjukkan dimensi pengukuran timbunan. Berdasarkan tabel dimensi yang diberikan, timbunan *windrow* tersebut memiliki bentuk geometris limas terpancung persegi panjang, yang secara visual dapat dibayangkan seperti piramida dengan puncak yang terpotong rata. Bentuk ini didefinisikan oleh alas bawah yang luas dengan panjang 137 meter dan lebar 79 meter, serta permukaan atas yang lebih kecil berukuran 115 meter kali 60 meter. Dengan tinggi vertikal mencapai 6 meter, struktur ini dirancang untuk stabilitas maksimum. Untuk menentukan kapasitasnya, volume total timbunan dihitung menggunakan rumus volume untuk limas terpancung. Dengan menghitung luas alas (10.823 m^2) dan luas permukaan atas (6.900 m^2), lalu memasukkan nilai-nilai tersebut ke dalam rumus bersama dengan tingginya, didapatkan hasil total volume sekitar 52.730 meter kubik. Angka ini memiliki implikasi praktis yang signifikan. Volume sebesar itu tidak hanya menunjukkan kapasitas penyimpanan material yang sangat besar, tetapi juga menegaskan kebutuhan lahan yang luas, dimana tapaknya saja memerlukan lebih dari satu hektar. Selain itu, bentuknya yang mengerucut ke atas menjamin stabilitas struktural yang kokoh untuk mencegah longsor, sementara ketinggian 6 meter mengindikasikan perlunya penggunaan alat berat khusus seperti *stacker* atau ekskavator jangkauan panjang untuk manajemen operasional yang efisien dan aman.

Volume Timbunan Batubara

Volume timbunan batubara yang ditimbun melebihi dari batas tampung maksimal *ROM stockpile* akan mempercepat terjadinya oksidasi batubara dan memicu terjadinya swabakar karena panas yang dihasilkan akibat tekanan berlebihan. Kegiatan penimbunan batubara sudah berjalan baik, karena timbunan batubara ditimbun tidak melebihi batas tampung maksimal yaitu 150.000 Ton batubara untuk *ROM stockpile* A dan B. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan, luas alas sebesar 10.823 m^2 , luas atas sebesar 6.900 m^2 , tinggi timbunan batubara 6 meter, dan dari perhitungan limas terpancung didapatkan volume timbunan sebesar 63.275,328 Ton. Untuk dapat

mengitung volume digunakan rumus persamaan volume limas terpancung $V = \frac{1}{3} \times t (L \text{ alas} + \sqrt{L \text{ alas} \times L \text{ atas}} + L \text{ Atas})$.

Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Swabakar Batubara

Penimbunan pada PT DBU memiliki macam-macam faktor penyebab terjadinya swabakar, maka dari itu butuh upaya pencegahan yang tepat. Penimbunan batubara di *ROM stockpile* tersebut hanya sebatas sampai mengeluarkan asap (tipis) sebab timbunan diperkirakan tidak sampai 1 bulan. Pada saat melakukan observasi lapangan di *ROM stockpile* PT DBU masih terdapat permasalahan yang dapat menyebabkan terjadinya swabakar batubara yaitu; batubara peringkat rendah, sudut timbunan yang besar dengan *angle of repose* mulai dari 40°-50°, ukuran butir batuan yang beragam, dan tidak adanya penanganan pada sisi timbunan terhadap arah mata angin. Sedangkan sudut *angle of repose* timbunan batubara pada *stockpile* yang cukup ideal yaitu 38° (Hardianti, 2018).

Swabakar batubara umumnya terjadi pada batubara peringkat rendah, batubara perusahaan termasuk peringkat rendah (sub-bituminus) dimana batubara peringkat rendah lebih mudah terbakar dibanding dengan batubara peringkat diatasnya. Variasi ukuran batubara yang beragam dari kecil hingga besar membuat rongga-rongga sirkulasi udara pada timbunan serta tidak adanya penanganan pada sisi timbunan yang menghadap arah mata angin akan mempercepat reaksi oksidasi akibat angin yang terus menerpa sisi timbunan. Sudut *angle of repose* atau sudut kemiringan timbunan yang besar membuat timbunan tidak stabil dan rawan akan runtuh. Semua faktor-faktor tersebut terjadi secara beruntun dan memicu terjadinya swabakar batubara, perusahaan perlu menindaki masalah yang terjadi agar perusahaan tidak mengalami kerugian.

Upaya Pencegahan Terjadinya Swabakar Batubara

Upaya pencegahan swabakar yang tepat dan optimal akan mencegah terjadinya swabakar pada batubara, untuk menghindarinya perusahaan mengatur beberapa strategi. Adapun upaya pencegahan yang diterapkan di *ROM stockpile* yaitu, perusahaan telah menerapkan sistem *FIFO (First in First Out)* sehingga proses penumpukan dan pembongkaran batubara berjalan efektif atau mencegah batubara tertimbun terlalu lama dengan cara batubara yang pertama kali masuk itu nantinya harus dikeluarkan terlebih dahulu serta didukung dengan 4 jalan akses keluar masuk *ROM stockpile* guna mempelancar sistem *FIFO* berlangsung tanpa adanya kemacetan sehingga batubara tidak tertahan lama. Selanjutnya, perusahaan juga memperhatikan tinggi timbunan batubara agar stabilitas timbunan terjaga dengan menetapkan batas maksimum 6 meter khususnya untuk batubara berkalori rendah yang disimpan lebih dari 30 hari (Yolanda, 2024). Selain itu, dilakukan pula pemadatan timbunan dengan pola penimbunan *windrow* melalui tahapan *dumping*, *spreading*, dan *compacting* menggunakan alat berat seperti wheel dozer untuk meratakan serta menekan lapisan batubara hingga ketebalan rata-rata 0,75 meter, diulang secara berlapis sampai ketinggian yang direncanakan tercapai, sehingga rongga-rongga batubara dapat berkurang dan potensi oksidasi berlebih dapat dicegah. Upaya terakhir adalah dengan mengendalikan lama waktu penyimpanan, di mana hasil pengamatan menunjukkan bahwa timbunan batubara tidak melebihi satu bulan karena tingginya aktivitas *hauling* dan *coal getting*, sehingga risiko terjadinya swabakar dapat ditekan. Dengan langkah-langkah yang diterapkan tersebut akan mencegah terjadinya swabakar jika dilakukan dengan maksimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa PT DBU memiliki tiga *ROM stockpile* yaitu A, B, dan C yang telah memenuhi standar dengan kondisi lantai yang padat serta memadai, dilengkapi akses jalan untuk alat berat, dan menggunakan material bedding coal sebagai lapisan lantai, meskipun aktivitas alat seperti *wheel loader* terkadang menggerus lapisan sehingga tercampur dengan *bedding coal*. Pola penimbunan yang diterapkan adalah penimbunan *windrow* dengan metode *layering* yang terstruktur. Potensi penyebab terjadinya swabakar pada *ROM stockpile* PT DBU antara lain penggunaan batubara peringkat rendah, ukuran butiran batubara yang beragam, sudut timbunan yang cukup besar yaitu 40°-50°, serta kurangnya perhatian terhadap orientasi sisi miring timbunan terhadap arah mata angin. Untuk mencegah hal tersebut, PT DBU telah menerapkan berbagai upaya pengendalian berupa manajemen *FIFO (First in First Out)*, pengaturan tinggi timbunan, pemadatan pada setiap lapisan timbunan, serta pengendalian lama penyimpanan agar batubara tetap stabil dan risiko swabakar dapat diminimalkan.

REFERENSI

Ananda, P. A., & Ayu, F. (2023). Upaya Pencegahan & Proteksi Kebakaran Sebagai Bagian dari Fire Safety Area Pertambangan Batu Bara PT. Berau Coal. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, 4(1), 370-375. <https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jpkm/article/view/850>

- Apriyadi, M. R., & Purwoko, B. (2019). Kajian Teknis Manajemen Penimbunan Batubara di ROM Stockpile PT. Ganda Alam Makmur Kecamatan Kaubun dan Karang Kabupaten Kutai Timur Kalimantan Timur. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 6(1). <https://doi.org/10.26418/jelast.v6i1.31439>
- Arneta, O., Yovanda, R., & Yansen, D. (2025). Evaluasi Pengaruh Penggunaan Bahan Peledak Terhadap Batuan Hasil Peledakan Overburden PIT 2 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk. *Jurnal Humaniora dan Sosial Sains*, 2(3), 329-333. <https://humaniorasains.id/jhss/article/view/142>
- Bandaso, S., Winarno, A., Hasan, H., Respati, L. L., & Magdalena, H. (2023). Studi Kehilangan Batubara Dari Stockpile ke Tongkang di PT. Indochin Resources Kecamatan Palaran Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Journal of Comprehensive Science (JCS)*, 2(11), 1813-1820.
- Hardianti, S., & Billi, B. (2018). P Pengaruh Temperature, Lama Timbunan dan Dimensi Timbunan Terhadap Terjadinya Swabakar. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 9(02), 4-13.
- Jolo, A. (2016). Manajemen Stockpile untuk Mencegah Terjadinya Swabakar Batubara di PT. PLN (Persero) Tidore. *Dintek*, 9(2), 6-14.
- Kurniawan, I., & Aryansyah, A. (2020, December). Analisis Kualitas Batubara sebagai Penentu Faktor Swabakar. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit/article/view/7807>
- Mulyana H, (2005). *Kualitas Batubara dan Stockpile Management*. Yogyakarta: PT. Geosevies, Ltd.
- Pramesti, C. A. (2023). Analisa Penumpukan Batubara yang Mengalami Overstock Pada Coalyard PT PLN Indonesia Power PLTU Suralaya Banten. *LOGISTIK*, 16(02), 72-82. <https://doi.org/10.21009/logistik.v16i02.36201>
- Putri, E. S. L., Gumanti, S., & Yansen, D. (2025). Analisis Upaya Pencegahan Swabakar Pada Stockpile RL 56 Tambang Air Laya PT Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim. *Jurnal Humaniora dan Sosial Sains*, 2(3), 323-328. <https://humaniorasains.id/jhss/article/view/141>
- Syahrul, S. (2015). Efektifitas Penggunaan Cara Pemadatan Untuk Mencegah Terjadinya Swabakar Pada Temporary Stockpile PIT 1B di PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim. *Scint Stockpile*, 1(3), 22-31.
- Winarta, F. P. (2023). Studi Kasus Potensi Gangguan Terhadap Sistem Operasi Coal Mill Pada PLTU Keban Agung 2 X 135 MW. *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, 3(1), 1-6. <http://ejournal.polraf.ac.id/index.php/JTERAF/article/view/255>
- Yolanda, A., Nugroho, W., Pontus, A. J., Winarno, A., & Trides, T. (2024). Analisis Pengaruh Kenaikan Temperatur Batubara Sebagai Indikator Awal Terjadinya Swabakar (*Spontaneous Combustion*) di *Product Coal* Stockpile Pada PT. Mahakam Sumber Jaya Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral Ft Unmul*, 12(2), 11-23. <http://dx.doi.org/10.30872/jtm.v12i2.17815>
- Yuito, P., Yovanda, R., & Susilo, A. (2025). Evaluasi Teknik Penanganan Swabakar Pada Stockpile di PT Budi Gema Gempita, Lahat, Sumatera Selatan. *Jurnal Humaniora dan Sosial Sains*, 2(3), 334-337. <https://humaniorasains.id/jhss/article/view/143>
- Yusuf, M. (2023). Pola Hubungan Temperatur Terhadap Pembentukan Emisi Gas Metana Pada Swabakar Batubara di Temporary Stockpile Banko Barat. *Jurnal Pertambangan*, 7(4), 182-190. <https://doi.org/10.36706/jp.v7i4.2173>