

EVALUASI SISTEM PENGENDALIAN LIVE STOCKPILE UNTUK MENGURANGI POTENSI TERJADINYA SWABAKAR DI LIVE STOCKPILE WESTHAM SITE MTB PT BUKIT ASAM Tbk

Evaluation of the Live Stockpile Control System to Mitigate the Risk of Spontaneous Combustion in the Live Stockpile Westham Site MTB PT Bukit Asam Tbk

M. Taufiq Nurhidayat*¹, Rodiyah Nursani², Suhardiman Gumanti³

Universitas Prabumulih, Indonesia^{1,2,3}

*mhdtaufiq03@gmail.com

Abstrak

Swabakar (*spontaneous combustion*) merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi pada timbunan batubara akibat reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung secara terus-menerus. Kondisi ini dapat menyebabkan peningkatan temperatur timbunan yang berpotensi menurunkan kualitas batubara, menimbulkan kerugian ekonomi, serta mengganggu keselamatan operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya swabakar serta menganalisis cara pengendalian live stockpile dalam upaya mengurangi potensi terjadinya swabakar pada *Live Stockpile Westham Site MTB PT Bukit Asam Tbk*. Metode penelitian dilakukan melalui observasi lapangan, pengukuran temperatur batubara menggunakan thermocouple pada 10 titik pengamatan selama tiga minggu, serta pengumpulan data sekunder berupa kualitas batubara, curah hujan, dan prosedur operasional stockpile. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi efektivitas sistem penanganan yang diterapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur *live stockpile* selama periode pengamatan berada pada rentang 28°C–40°C dengan rata-rata temperatur 34°C–36°C. Faktor yang memengaruhi potensi swabakar meliputi faktor internal berupa kandungan volatile matter batubara MT 49 yang relatif tinggi (37,07%–43,06%), faktor operasional berupa tinggi timbunan 6 meter dan pola penimbunan chevcon, faktor lingkungan berupa curah hujan, serta faktor manajemen berupa penerapan sistem FIFO. Sistem penanganan yang diterapkan melalui pola penimbunan chevcon, pemadatan timbunan, penyiraman, dan sistem FIFO dengan waktu tinggal batubara sekitar satu hari terbukti mampu mengendalikan peningkatan temperatur dan menekan potensi terjadinya swabakar. Namun demikian, diperlukan pemantauan temperatur secara berkala untuk meningkatkan efektivitas pengendalian swabakar pada *live stockpile*.

Kata kunci: Swabakar, *Live stockpile*, Batubara, FIFO, Temperatur, Oksidasi.

Abstract

Spontaneous combustion is a frequent issue in coal stockpiles caused by continuous exothermic oxidation reactions. This condition can lead to rising stockpile temperatures, potentially degrading coal quality, causing economic losses, and compromising operational safety. This study aims to identify the factors influencing spontaneous combustion and analyze control measures for the "live stockpile" at the Westham Site (MTB) of PT Bukit Asam Tbk to mitigate this risk. The research methodology involved field observations, coal temperature measurements using thermocouples at ten monitoring points over three weeks, and the collection of secondary data regarding coal quality, rainfall, and stockpile operational procedures. The data were analyzed descriptively to evaluate the effectiveness of the implemented handling system. Results indicate that live stockpile temperatures during the observation period ranged from 28°C to 40°C, with an average of 34°C–36°C. Factors influencing spontaneous combustion potential included internal factors (relatively high volatile matter content in MT 49 coal, ranging from 37.07% to 43.06%), operational factors (a 6-meter stockpile height and "chevron" stacking pattern), environmental factors (rainfall), and management factors (implementation of the FIFO system). The handling system – comprising the chevron stacking pattern, stockpile compaction, watering, and a FIFO system with a coal residence time of approximately one day – proved effective in controlling temperature increases and suppressing the risk of spontaneous combustion. Nevertheless, periodic temperature monitoring is required to further enhance spontaneous combustion control in the live stockpile.

Keywords: Spontaneous Combustion, Live Stockpile, Coal, FIFO, Temperature, Oxidation.



© 2026 M. Taufiq Nurhidayat. 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

Batubara merupakan sumber daya alam dengan nilai strategis, baik sebagai sumber energi maupun sebagai penyumbang devisa nasional. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya batubara yang cukup besar dan tersebar di berbagai wilayah. Salah satu daerah penghasil batubara yang cukup terkenal berada di Tanjung Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Kegiatan penambangan dan pengelolaan batubara di wilayah ini dilakukan oleh PT Bukit Asam Tbk (PTBA) yang merupakan perusahaan milik negara (BUMN) yang bergerak di sektor pertambangan batubara. Perusahaan ini berperan dalam pengelolaan sumber daya batubara mulai dari kegiatan penambangan hingga proses pengangkutan dan pemasaran.

Dalam kegiatan operasional pertambangan batubara, salah satu fasilitas penting yang digunakan adalah stockpile. Stockpile merupakan tempat penimbunan sementara batubara sebelum dilakukan proses pengangkutan, pengolahan, ataupun pengiriman kepada konsumen. Pengelolaan dan perancangan *stockpile* menjadi aspek penting dalam menunjang kegiatan penanganan batubara, terutama dalam menentukan kapasitas, tata letak, dan sistem penimbunan yang sesuai dengan kebutuhan operasional (Arta, 2019). Penimbunan batubara juga merupakan bagian integral dari proses penanganan batubara. Sistem penimbunan yang tidak memadai dapat mengganggu kegiatan pembongkaran serta meningkatkan risiko terjadinya pembakaran spontan pada batubara (Sarmidi et al., 2024).

Salah satu permasalahan utama yang sering terjadi pada proses penumpukan batubara di area *stockpile* adalah swabakar (*spontaneous combustion*). Swabakar dapat terjadi akibat adanya peningkatan temperatur pada timbunan batubara yang berlangsung secara bertahap hingga mencapai kondisi yang memungkinkan terjadinya pembakaran. Oleh karena itu, kenaikan temperatur batubara dapat digunakan sebagai salah satu indikator awal untuk mengetahui potensi terjadinya swabakar pada area stockpile (Yolanda et al., 2024).

Permasalahan swabakar dapat memberikan dampak terhadap kegiatan operasional pertambangan. Batubara yang mengalami swabakar dapat mengalami penurunan kualitas dan kehilangan sebagian volumenya, serta membutuhkan penanganan tambahan untuk mengendalikan kondisi timbunan. Penelitian mengenai pencegahan swabakar pada timbunan batubara menunjukkan bahwa pengelolaan timbunan yang tepat diperlukan untuk mengurangi potensi terjadinya pembakaran spontan (Adiwikarta et al., 2024). Selain itu, analisis terhadap timbunan sementara juga diperlukan sebagai bagian dari upaya pengendalian dan pencegahan pembakaran spontan pada batubara (Sarmidi et al., 2024).

Pencegahan swabakar tidak hanya berkaitan dengan pemantauan temperatur, tetapi juga dengan desain dan pengelolaan *stockpile*. Evaluasi terhadap desain stockpile dapat dilakukan untuk mengetahui kesesuaian bentuk dan kondisi timbunan dalam mendukung upaya pencegahan swabakar (Renaldy et al., 2025). Manajemen penimbunan yang baik juga diperlukan untuk menjaga kondisi batubara selama berada di area stockpile serta meningkatkan efektivitas pengelolaan timbunan (Manissa et al., 2026).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diketahui bahwa sistem penanganan dan pengelolaan stockpile memiliki peranan penting dalam mengurangi risiko terjadinya swabakar batubara. Pemantauan temperatur, pengaturan sistem penimbunan, evaluasi desain *stockpile*, serta penerapan manajemen penimbunan yang

tepat merupakan beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam upaya pencegahan swabakar (Yolanda et al., 2024; Sarmidi et al., 2024; Renaldy et al., 2025).

Oleh karena itu, diperlukan evaluasi mengenai sistem penanganan untuk mengurangi swabakar pada area timbunan di PT Bukit Asam Tbk. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kondisi *stockpile*, sistem penanganan yang diterapkan, serta upaya pencegahan swabakar sehingga dapat menjadi bahan evaluasi dalam meningkatkan pengelolaan *stockpile* yang lebih efektif.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di PT Bukit Asam Tbk, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Pelaksanaan penelitian berlangsung selama 8 minggu, yaitu mulai bulan Maret sampai dengan Mei 2026. Kegiatan penelitian dilaksanakan secara bertahap yang meliputi observasi lapangan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, serta presentasi dan penyusunan laporan. Seluruh tahapan penelitian dilakukan secara sistematis sesuai dengan jadwal pelaksanaan yang telah ditentukan.

Tahapan penelitian merupakan serangkaian langkah yang dilakukan secara sistematis untuk memperoleh data yang diperlukan dan mencapai tujuan penelitian. Penelitian diawali dengan observasi lapangan berupa kegiatan kunjungan dan pengamatan secara langsung terhadap kondisi objek penelitian. Observasi dilakukan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian Tugas Akhir, baik berupa data primer maupun data sekunder. Melalui observasi lapangan, peneliti dapat mengetahui kondisi aktual *live stockpile* serta berbagai faktor yang berkaitan dengan potensi terjadinya swabakar.

Tahap selanjutnya adalah pengambilan dan pengumpulan data yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Pengumpulan data dilakukan di lapangan dengan mencatat dan mengumpulkan informasi yang diperoleh pada saat observasi maupun data yang diberikan secara langsung oleh pihak perusahaan. Data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari lapangan, meliputi dimensi *stockpile*, suhu batubara, serta dokumentasi kondisi *stockpile*. Sementara itu, data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber yang telah tersedia sebelumnya dan digunakan sebagai data pendukung penelitian. Data sekunder yang digunakan meliputi studi literatur, peta lokasi penelitian, data curah hujan, dan data kualitas batubara.

Teknik pengumpulan data merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian. Proses pengumpulan data dilakukan secara strategis dan sistematis agar data yang diperoleh akurat serta sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, pengukuran, dokumentasi, serta pengumpulan data pendukung dari pihak perusahaan dan sumber literatur yang relevan.

Data yang telah diperoleh dari lapangan, khususnya data temperatur batubara, selanjutnya diolah menggunakan *Microsoft Excel*. Pengolahan dan analisis data dilakukan untuk mengetahui hubungan antara temperatur batubara dengan faktor-faktor yang memengaruhinya serta mengevaluasi potensi terbentuknya

hotspot pada *live stockpile*. Hasil pengolahan data kemudian digunakan sebagai dasar dalam melakukan interpretasi terhadap kondisi *stockpile* dan potensi terjadinya swabakar.

Bagan alir penelitian merupakan gambaran mengenai tahapan pelaksanaan penelitian mulai dari proses awal hingga diperoleh kesimpulan. Penelitian ini diawali dengan studi dan observasi lapangan pada kegiatan Evaluasi Sistem Penanganan *Live Stockpile* untuk Mengurangi Swabakar di *Live Stockpile Westham Site* MTB PT Bukit Asam Tbk. Setelah observasi dilakukan, tahap berikutnya adalah pengambilan dan pengumpulan data yang terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer meliputi dimensi *stockpile*, suhu batubara, dan kondisi *stockpile*, sedangkan data sekunder meliputi studi literatur, peta lokasi penelitian, data curah hujan, dan kualitas batubara. Data yang telah terkumpul selanjutnya diolah dan dianalisis untuk memperoleh hasil penelitian. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan. Bagan alir penelitian digunakan sebagai pedoman agar setiap tahapan penelitian dapat dilaksanakan secara terarah dan sistematis.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengambilan data primer dan data sekunder yang berkaitan dengan kondisi *live stockpile* dan potensi terjadinya swabakar. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, meliputi pengukuran temperatur batubara pada beberapa titik timbunan menggunakan thermometer, pengamatan kondisi fisik *stockpile* yang meliputi tinggi, luas, pola penimbunan, serta lama timbunan. Pengukuran suhu dilakukan secara berkala pada titik-titik yang telah ditentukan untuk mengetahui distribusi temperatur dan mengidentifikasi potensi terbentuknya hotspot. Selain itu, dokumentasi kondisi *stockpile* dilakukan sebagai data pendukung untuk menggambarkan kondisi aktual di lapangan.

Data sekunder diperoleh dari perusahaan dan sumber pendukung lainnya yang berkaitan dengan penelitian. Data tersebut meliputi data curah hujan, data kualitas batubara, serta data operasional *stockpile* yang dapat mendukung proses analisis. Data sekunder digunakan sebagai informasi tambahan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpotensi memengaruhi perubahan temperatur batubara dan terjadinya swabakar pada *live stockpile*.

Setelah seluruh data diperoleh, dilakukan proses pengolahan data secara sistematis. Data hasil pengukuran suhu dikelompokkan dan direkap berdasarkan waktu serta titik pengamatan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai rata-rata temperatur untuk mengetahui kecenderungan perubahan suhu pada *stockpile*. Data temperatur kemudian dibandingkan dengan variabel lain, seperti curah hujan, tinggi timbunan, lama timbunan, dan kualitas batubara untuk mengetahui keterkaitan antara faktor-faktor tersebut dengan perubahan temperatur batubara. Hasil pengolahan data selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik agar lebih mudah dipahami dan dianalisis. Tahap terakhir dilakukan interpretasi terhadap hasil pengolahan data untuk mengidentifikasi pola distribusi suhu serta potensi terbentuknya hotspot pada *live stockpile*.

Melalui teknik pengumpulan dan pengolahan data tersebut, diharapkan dapat diperoleh informasi yang akurat mengenai kondisi *live stockpile*, hubungan temperatur batubara dengan faktor-faktor yang memengaruhinya, serta potensi terjadinya swabakar. Hasil penelitian selanjutnya dapat digunakan untuk

menganalisis faktor-faktor penyebab swabakar dan mengevaluasi efektivitas sistem penanganan *live stockpile* di Westham Site MTB PT Bukit Asam Tbk..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi terjadinya swabakar pada *Live Stockpile Westham* dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, yaitu faktor internal, operasional, lingkungan, dan manajemen. Berdasarkan kondisi aktual penelitian, sistem penanganan telah menerapkan FIFO secara optimal dengan waktu tinggal batubara relatif singkat, yaitu sekitar ± 1 hari, serta didukung oleh kegiatan penyiraman, sehingga peningkatan suhu timbunan dapat dikendalikan dengan baik.

Faktor internal yang dapat menyebabkan swabakar batubara berasal dari sifat dan karakteristik batubara. Faktor-faktor tersebut sangat memengaruhi cepat atau lambatnya proses terjadinya swabakar. Faktor internal meliputi kandungan zat terbang (*volatile matter*), kandungan air (*moisture*), ukuran butir batubara, peringkat batubara, dan kandungan karbon. Batubara dengan kandungan *volatile matter* yang tinggi lebih mudah mengalami oksidasi dan pemanasan sendiri. Kandungan air di dalam batubara dapat membantu penyerapan oksigen dan mempercepat reaksi kimia, sedangkan proses penguapan air dapat meningkatkan temperatur di dalam timbunan batubara. Ukuran butir batubara merupakan tingkat besar atau kecilnya pecahan batubara yang dinyatakan dalam satuan milimeter setelah proses penambangan maupun pengolahan. Peringkat batubara menunjukkan perubahan sifat fisik dan kimia batubara akibat proses pembatubaraan. Sementara itu, kandungan karbon merupakan jumlah unsur karbon (C) yang terdapat dalam batubara dan umumnya dinyatakan dalam persentase. Data kualitas batubara yang terdiri dari TM (*Total Moisture*), IM (*inherent moisture*), ASH (abu), VM (*volatile matter*), FC (*fixed carbon*), TS (*total sulfur*) dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Table 4.1 Data Kualitas Batubara

MINE BRAND	TM	IM	ASH		VM	
	%AR	%ADB	%ADB	%AR	%ADB	%AR
MT 49	24,70-34,24	9,63-19,54	1,70-18,33	1,33-16,02	37,07-43,06	30,17-36,34

MINE BRAND	FC		TS		GCV	
	%ADB	%AR	%ADB	%AR	ADB	AR
MT 49	26,69-43,42	23,32-36,52	0,19-1,58	0,16-1,39	5.000-6.000	4.500-5.200

Sumber: Satker Penambangan (MTB)

Berdasarkan data kualitas batubara MT 49, diketahui bahwa nilai total moisture berkisar antara 24,70%–34,24% dan *volatile matter* berkisar antara 37,07%–43,06%. Kandungan *volatile matter* yang relatif tinggi menunjukkan bahwa batubara memiliki potensi mengalami oksidasi yang dapat menghasilkan panas. Namun demikian, kandungan *moisture* yang cukup tinggi turut berperan dalam menyerap panas sehingga mampu

menekan laju peningkatan temperatur. Ditinjau dari geometri tumpukan, *Live Stockpile Westham* menggunakan pola penimbunan chevcon dengan dimensi sebagai berikut :

Tabel 1. Dimensi Aktual Timbunan *Live Stockpile Westham*

Ket	Dimensi	Pola Penimbunan <i>Chevcon</i>
a.	Panjang lantai bawah	127 m
b.	Lebar lantai bawah	71 m
	Luas lantai bawah	9.017 m²
c.	Panjang lantai atas	80 m
d.	Lebar lantai atas	55 m
	Luas lantai atas	4.400 m²
Ket	Dimensi	Pola Penimbunan <i>Chevcon</i>
y.	Tinggi	6 m
x.	Panjang Horizontal	10 m
	Sudut Slope	31 °

Sumber: Penulis (2026)

Faktor operasional berkaitan dengan metode penimbunan dan dimensi timbunan. Ditinjau dari geometri tumpukan, *Live Stockpile Westham* menggunakan pola penimbunan chevcon dengan panjang lantai bawah 127 meter, lebar lantai bawah 71 meter, dan luas lantai bawah sebesar 9.017 m². Sementara itu, panjang lantai atas mencapai 80 meter dengan lebar 55 meter dan luas lantai atas sebesar 4.400 m². Tinggi timbunan mencapai 6 meter, panjang horizontal 10 meter, dan sudut slope sebesar 31°. Tinggi tumpukan sebesar 6 meter berpotensi menyebabkan terperangkapnya panas di bagian dalam tumpukan karena sirkulasi udara pada tumpukan yang lebih dalam cenderung terbatas sehingga panas hasil oksidasi tidak dapat terdisipasi secara optimal. Akan tetapi, dengan penerapan sistem FIFO yang optimal, waktu tinggal batubara menjadi sangat singkat sehingga panas yang dihasilkan dari proses oksidasi tidak sempat terakumulasi secara signifikan.

Faktor lingkungan merupakan faktor yang berasal dari kondisi alam atau lingkungan sekitar stockpile yang dapat mempercepat proses oksidasi dan meningkatkan temperatur sehingga memicu swabakar. Salah satu faktor lingkungan yang diamati adalah kondisi curah hujan. Berdasarkan data curah hujan bulan Maret 2026, total curah hujan mencapai 135,3 jam, dengan beberapa hari menunjukkan intensitas hujan yang tinggi. Kondisi tersebut berpengaruh terhadap penurunan suhu timbunan serta membantu menjaga kelembaban batubara. Namun demikian, pengaruh curah hujan bersifat sementara karena setelah kondisi kering, proses oksidasi kembali berlangsung.

Faktor manajemen merupakan faktor yang berkaitan dengan pengelolaan, pengawasan, perencanaan, dan penerapan prosedur kerja dalam penanganan *stockpile* batubara yang dapat memicu terjadinya swabakar. Faktor manajemen yang dapat berpengaruh meliputi tidak adanya SOP pengelolaan stockpile, kurangnya monitoring temperatur, tidak diterapkannya sistem FIFO, lemahnya pengawasan operasional, kurangnya pelatihan pekerja, tidak tersedianya sistem pencegahan swabakar, perencanaan stockpile yang kurang baik, serta kurangnya evaluasi dan audit keselamatan.

PT Bukit Asam Tbk memiliki Live Stockpile yang berasal dari penambangan Pit Muara Tiga Besar Selatan (MTBS), Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU), dan *temporary stockpile* CCP. Batubara tersebut diangkut

menggunakan dump truck jenis Hino 500 dan Volvo FMX-460 menuju *Live Stockpile* berjenis sub bituminus dengan nilai kalori 4.700–4.900 Kkal/kg AR. Pengendalian *Live Stockpile* dilakukan sebagai upaya untuk meminimalkan potensi terjadinya swabakar pada timbunan batubara. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, sistem pengendalian yang diterapkan pada *Live Stockpile Westham* meliputi penerapan pola penimbunan, sistem FIFO, pemadatan timbunan, penyiraman, serta pengawasan kondisi stockpile.

Pola penimbunan pada *Live Stockpile Westham* menggunakan pola chevcon. Pola ini merupakan metode penimbunan batubara yang dilakukan secara teknis dengan metode penumpukan berurutan menggunakan alat angkut dump truck pada area *Live Stockpile*. Selanjutnya, material batubara diratakan dan dilakukan proses pemadatan hingga membentuk geometri limas terpancung menggunakan bulldozer D6R2. Kegiatan tersebut dilakukan sampai mencapai ketinggian tumpukan yang diinginkan, yaitu sekitar ± 12 meter, yang merupakan standar tinggi maksimal tumpukan yang direkomendasikan di PT Bukit Asam Tbk. Pengaturan pola penimbunan bertujuan untuk mengurangi suplai oksigen dan penumpukan panas di dalam timbunan batubara.

Pemadatan dilakukan menggunakan bulldozer D6R2 pada setiap lapisan timbunan batubara. Tujuan utama pemadatan adalah mengurangi porositas timbunan sehingga aliran udara ke dalam *stockpile* dapat diminimalkan dan masuknya udara ke dalam timbunan batubara dapat dihambat untuk mengurangi reaksi oksidasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa proses pemadatan yang dilakukan sudah cukup baik, namun pada beberapa area masih ditemukan permukaan timbunan yang kurang padat akibat tingginya aktivitas keluar masuk alat berat. Kondisi tersebut dapat menyebabkan masuknya oksigen ke dalam timbunan sehingga mempercepat proses oksidasi batubara. Semakin baik proses pemadatan yang dilakukan, maka potensi terjadinya swabakar akan semakin kecil karena suplai oksigen di dalam timbunan dapat berkurang.

Sistem FIFO diterapkan dengan cara mengeluarkan batubara yang pertama masuk ke stockpile untuk menjadi batubara pertama yang dikirim. Penerapan sistem ini bertujuan untuk mengurangi waktu tinggal atau *residence time* batubara di area penimbunan sehingga proses oksidasi dapat ditekan. Semakin lama batubara berada di stockpile, maka kontak antara batubara dengan oksigen akan semakin lama sehingga dapat meningkatkan temperatur timbunan. Dengan penerapan FIFO, akumulasi panas akibat proses oksidasi dapat diminimalkan sehingga risiko terjadinya swabakar menjadi lebih rendah. Berdasarkan kondisi di lapangan, penerapan sistem FIFO pada *Live Stockpile Westham* telah berjalan cukup baik, namun pada kondisi tertentu masih terdapat penumpukan batubara pada beberapa area akibat tingginya produksi dan keterbatasan pengiriman.

Pada *Live Stockpile Westham* belum dilakukan pemantauan suhu batubara secara langsung. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengukuran suhu secara berkala pada timbunan *stockpile* guna mengetahui batas suhu batubara dalam kondisi normal, praswabakar, hingga swabakar. Selama pelaksanaan penelitian, pemantauan suhu dilakukan menggunakan alat *thermocouple*. Pengukuran dilakukan pada 10 titik selama tiga minggu dengan frekuensi lima hari per minggu dan satu kali pengukuran setiap hari pada pukul 09.00 WIB. Berdasarkan hasil pengukuran, pada minggu pertama temperatur batubara relatif stabil dengan kisaran 31°C hingga 37°C. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses oksidasi masih berlangsung pada tingkat normal dan

belum terjadi akumulasi panas yang signifikan. Memasuki minggu kedua, mulai terlihat adanya fluktuasi suhu yang lebih tinggi dengan temperatur maksimum mendekati 38–39°C. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya peningkatan aktivitas oksidasi pada beberapa bagian timbunan, meskipun secara umum suhu masih berada dalam kategori aman. Pada minggu ketiga, terjadi kecenderungan peningkatan suhu yang lebih jelas, dengan rata-rata temperatur meningkat menjadi 35,77°C. Beberapa titik pengamatan mencatat suhu mendekati 39,4°C yang merupakan batas awal kondisi praswabakar.

Monitoring kondisi stockpile merupakan salah satu tahapan penting dalam sistem pengendalian swabakar. Kegiatan monitoring dilakukan melalui pengamatan visual terhadap perubahan kondisi timbunan, seperti munculnya asap, perubahan warna material, serta peningkatan temperatur pada area tertentu. Monitoring dilakukan untuk mengetahui perubahan kondisi timbunan secara lebih dini sehingga tindakan pengendalian dapat dilakukan apabila ditemukan indikasi peningkatan temperatur atau tanda-tanda awal terjadinya swabakar.

Penyiraman stockpile dilakukan secara berkala menggunakan unit *water truck* dengan tujuan menjaga kelembaban permukaan timbunan dan mengurangi debu akibat aktivitas operasional alat berat. Selain berfungsi sebagai pengendali debu, penyiraman juga bertujuan membantu menurunkan temperatur permukaan *stockpile*, terutama pada kondisi cuaca dengan intensitas panas yang tinggi. Namun demikian, pelaksanaan penyiraman harus dilakukan secara terkontrol karena kelembaban yang berlebihan dapat memengaruhi kualitas batubara serta mempercepat proses degradasi material. Oleh sebab itu, pengendalian jumlah dan intensitas penyiraman perlu diperhatikan agar kondisi kelembaban *stockpile* tetap berada pada batas optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai evaluasi sistem penanganan live stockpile untuk mengurangi swabakar di *Live Stockpile Westham Site* MTB PT Bukit Asam Tbk, dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab swabakar di *Live Stockpile Westham* bersumber dari empat aspek, yaitu faktor internal, operasional, lingkungan, dan manajemen. Faktor internal berupa karakteristik batubara MT 49 yang memiliki kandungan Volatile Matter tinggi, yaitu 37,07%–43,06% ADB, dan tergolong batubara sub-bituminous yang reaktif. Faktor operasional berupa geometri tumpukan dengan tinggi 6 m yang dapat membatasi sirkulasi udara. Faktor lingkungan berupa kondisi cuaca dengan total aktual jam hujan sebesar 135,3 jam pada bulan Maret 2026 yang memengaruhi fluktuasi temperatur tumpukan. Sementara itu, faktor manajemen telah berjalan cukup baik melalui penerapan sistem FIFO. Penerapan sistem FIFO dengan residence time selama 1 hari merupakan pengendalian yang paling efektif dalam menekan risiko terjadinya swabakar.

Temperatur Live Stockpile Westham selama periode pengamatan bulan Maret 2026 berada pada rentang 28°C–40°C dengan nilai rata-rata 34°C–36°C. Beberapa titik sampel tercatat mendekati ambang batas kritis 40°C sehingga mengindikasikan adanya potensi swabakar yang perlu mendapat penanganan lebih lanjut. Secara keseluruhan, sistem penanganan *Live Stockpile Westham* telah berjalan dengan baik, yang

ditunjukkan oleh efektivitas penerapan sistem FIFO. Namun demikian, sistem tersebut masih memerlukan penguatan pada aspek pemantauan temperatur secara berkala, pemadatan tumpukan, serta prosedur penanganan darurat guna mengantisipasi kemungkinan terjadinya eskalasi swabakar.

Berdasarkan kesimpulan penelitian, penerapan sistem FIFO perlu dipertahankan dan diawasi secara ketat agar *residence time* batubara di dalam tumpukan tidak melebihi batas yang telah ditetapkan. Hal ini penting mengingat reaktivitas batubara MT 49 yang relatif tinggi dan berpotensi memicu swabakar dalam waktu singkat apabila penimbunan berlangsung lebih lama. Selain itu, pemantauan temperatur perlu dilakukan secara terjadwal untuk mengetahui perubahan temperatur pada timbunan secara lebih dini. Penggunaan teknologi *infrared thermal imaging* direkomendasikan untuk memperoleh informasi mengenai distribusi panas yang lebih komprehensif dan akurat sehingga potensi terbentuknya hotspot dapat diidentifikasi dan ditangani lebih cepat.

REFERENSI

- Adiwikarta, R. Q. F., Sriyanti, & Pulungan, L. (2024). Studi pencegahan swabakar batubara di Muara Tiga Besar, PT XYZ. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 4(1), 57–64.
- Arta, M. (2019). Rancangan teknis Stockpile 2 di PT Bukit Asam Tbk, Unit Pelabuhan Tarahan–Lampung. *Jurnal Bina Tambang*, 4(1), 266–275.
- Manissa, R., Tanggara, D. N. S. P., Wiryanto, Y. H., Putrawiyanta, I. P., & Virgiyanti, L. (2026). Analisis manajemen penimbunan batubara pada area stockpile di PT Barito Bangun Nusantara. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 223–239.
- Renaldy, D., Bahar, H., & Yuwanto, S. H. (2025). Evaluasi desain stockpile pada live stock BWE 203–MTBU untuk pencegahan swabakar batubara PT Bukit Asam Tbk Kecamatan Tanjung Enim Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan V (SENASTITAN V)*, 1–9.
- Sarmidi, Zulatama, A., & Widodo, R. (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 (JITS)*, 1(3), 118–125.
- 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.