Evaluasi Kegiatan Penimbunan Batubara pada *Stockpile* di PT. M Kabupaten Malinau

Esthi Kusdarini[1], Risa Afrianti[2], Sapto Heru Yuwanto[3], Agus Budianto[4]
Intitut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]
e-mail: esti@itats.ac.id

ABSTRACT

Coal stockpiling activities have the potential to cause self-burning and work accidents, therefore it is necessary to minimize the negative impacts that may occur. The research aims: 1) explain the conditions of coal stockpiling activities at PT M; 2) explain the factors that have the potential to have a negative impact on coal stockpiling activities at PT M; 3) explain efforts to minimize negative impacts on coal stockpiling activities at PT M. The methods used are observation, interviews and secondary data collection. The results of the research show that: 1) the coal being stockpiled is 5400-5700 cal sub bituminous type, the delivery system uses first in first out (FIFO), the stockpile follows a windrow pattern, in the stockpile there is puddles of water when it rains, the coal has been watered twice a day to prevent self-burning, plastic waste is found in the coal pile, the angle of repose is too large or the height of the pile is up to 9 m from the maximum limit of 7 m; 2) the presence of standing water in the stockpile area has the potential to increase the water content of coal, the height of the pile exceeding the maximum permitted limit has the potential to cause work accidents, the presence of plastic waste in the stockpile area has the potential to contaminate the coal; 3) in the stockpile area, water channels should be made so that the water content of the coal does not increase, the angle of the coal pile should be reduced or the height of the coal pile should not be more than 7 m and keep the stockpile clean from plastic waste.

Keywords: *Coal, stockpile, self-healting, pile, windrow*

ABSTRAK

Kegiatan penimbunan batubara berpotensi menimbulkan swabakar dan kecelakaan kerja, oleh karena perlu diminimalisir dampak negatif yang kemungkinan terjadi. Penelitian bertujuan: 1) menjelaskan kondisi kegiatan penimbunan batubara di PT M; 2) menjelaskan faktor-faktor yang berpotensi menimbulkan dampak negatif pada kegiatan penimbunan batubara di PT M; 3) menjelaskan upaya-upaya untuk meminimalisir dampak negatif pada kegiatan penimbunan batubara di PT M. Metode yang digunakan adalah pengamatan, wawancara, dan pengumpulan data sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) batubara yang ditimbun adalah jenis sub bituminus 5400-5700 kal, sistem pengiriman menggunakan *first in first out (FIFO),* penimbunan mengikuti pola *windrow,* pada *stockpile* terdapat genangan air apabila turun hujan, sudah dilakukan penyiraman pada batubara dua kali sehari untuk mencegah *swabakar,* ditemukan sampah plastik pada timbunan batubara, *angle of repose* terlalu besar atau ketinggian timbunan sampai 9 m dari batas maksimal 7 m; 2) adanya genangan air pada area *stockpile* berpotensi meningkatkan kadar air batubara, ketinggian timbunan melebihi batas maksimal yang diijinkan berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja, adanya sampah plastik pada area *stockpile* berpotensi mencemari batubara; 3) pada area *stockpile* sebaiknya dibuat saluran air sehingga kadar air batubara tidak meningkat, sudut timbunan batubara dikurangi atau ketinggian timbunan batubara maksimal 7 m, serta dijaga kebersihan *stockpile* dari sampah plastik.

Kata kunci: Batubara, *stockpile,* swabakar*,* timbunan, *windrow*

PENDAHULUAN

Dalam panorama energi global, batubara telah lama memegang peranan krusial sebagai sumber energi yang vital. Dengan karakteristiknya sebagai lapisan batuan sedimen organik yang

padat dan heterogen, batubara menyimpan potensi besar, namun kerumitan terletak pada perbedaan lapisan batubara menghasilkan peringkat kualitas yang beragam, memicu kebutuhan akan pengelolaan yang efektif. Selanjutnya batubara yang telah dieksploitasi atau ditambang dari front penambangan pada umumnya tidak langsung dikirim ke konsumen sehingga batubara tersebut harus ditumpuk ditempat penumpukan yang disebut dengan istilah *stockpile*. Hal ini dimaksudkan agar batubara terhindar dari gangguan jangka pendek maupun jangka panjang seperti penurunan kualitas batubara karena oksidasi, pemanasan, dan degradasi. Stockpile, sebagai tahap penumpukan batubara sebelum dipasarkan, menjadi elemen utama dalam memastikan kualitas batubara terjaga. Saat batubara dieksploitasi, perbedaan peringkat dan karakteristik menyebabkan kebutuhan untuk memastikan bahwa batubara mencapai standar kualitas yang diinginkan oleh konsumen.

Oleh karena adanya kegiatan penimbunan batubara di *stockpile* yang berpotensi mengakibatkan perubahan kualitas batubara maupun dampak lainnya, maka penelitian mengenai kegiatan penimbunan batubara ini perlu dikaji. Beberapa temuan telah dihasilkan oleh beberapa penelitian terdahulu terkait penimbunan batubara pada *stockpile.* Sugianto et al. menghasilkan temuan bahwa telah terjadi perubahan kualitas beberapa parameter batubara yang ada di area penambangan dengan yang tersimpan dalam *stockpile* [1]. Yenni et al. juga telah menghasilkan temuan adanya perubahan kualitas batubara yang ada di area penambangan dengan yang di *stockpile*, faktor-faktor yang menyebabkan perubahan kualitas dan upaya penanganannya [2]. Rusyada et al. juga menghasilkan temuan bahwa pengoperasian aktivitas pada *stockpile* yang tidak sesuai dengan rencana semula sehingga belum bisa mengimbangi peningkatan produksi batubara pada PT Multi Harapan Utama [3]. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menghasilkan temuan bahwa kegiatan penimbunan batubara dalam *stockpile* belum optimal sehingga terjadi perubahan kualitas batubara ketika berada dalam *stockpile.* Penelitian ini menyempurnakan penelitian sebelumnya dengan mengkaji dua komponen, yaitu kualitas batubara dan pekerja. Penelitian ini tidak hanya terbatas pada konteks akademis, tetapi juga melibatkan manfaat praktis bagi perusahaan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik terkait sistem manajemen penimbunan batubara, serta memberikan landasan untuk perbaikan dan peningkatan kinerja *stockpile* di PT. M. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya menjaga keberlanjutan operasional perusahaan dan memenuhi tuntutan pasar dengan kualitas batubara yang optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

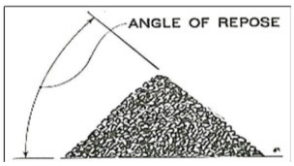
PT. M didirikan pada tahun 1992 sebagai salah satu pemimpin di industri pertambangan batubara. Fokus utama perusahaan ini adalah kegiatan pertambangan batubara, dan dengan infrastruktur terintegrasi dari eksplorasi hulu hingga hilir, PT. M memiliki kuasa eksplorasi dan penambangan di daerah seluas 1.930 hektar di Kabupaten Malinau, Provinsi Kalimantan Utara. Beroperasi sejak 2008, perusahaan ini memegang sertifikat clear and clean sejak 2012. Pada tahun 2013, PT. M menciptakan sinergi dengan keunggulan cadangan batubara dan infrastruktur terintegrasi. Melalui penawaran umum saham perdana pada Bursa Efek Indonesia pada tahun 2014, perusahaan berhasil mendapatkan dana untuk pengembangan fasilitas dan operasional penanganan batubara. PT. M dikenal menghasilkan batubara berkualitas tinggi dengan nilai kalori menengah, yang diminati di pasar internasional. PT M berlokasi di Kabupaten Malinau, Provinsi Kalimantan Utara. PT M memiliki wilayah pertambangan yang dikelola oleh kontraktor KPP pada Pit Yarder. Akses ke lokasi dapat dicapai melalui rute udara, sungai, atau darat, mencerminkan keragaman pilihan transportasi yang tersedia.

Seperti pada umumnya wilayah Indonesia, lokasi penelitian juga memiliki iklim tropis dengan dua musim: kemarau dari Juli hingga Oktober dan musim hujan dari November hingga Juli. Karakteristik cuaca berupa curah hujan yang bervariasi dari rendah hingga tinggi, dengan durasi singkat dan panjang, menandai daerah ini sebagai daerah berhujan tropis. Kondisi geologi di wilayah penelitian perusahaan mencakup Formasi Langap dan Formasi Malinau. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Malinau, daerah penelitian berada di atas Formasi Langap, dengan stratigrafi yang mencakup tuf putih, kapur, konglomerat, dan lapisan batubara. Pengetahuan ini menjadi dasar bagi kegiatan penambangan yang dijalankan oleh PT. M.

Kegiatan penambangan batubara di PT M menggunakan metode tambang terbuka (*Strip mine*). Kegiatan penambangan melibatkan proses pembersihan lahan, pengupasan tanah pucuk, dan pengupasan *overburden*. *Top soil* dan *overburden* ditempatkan pada lokasi timbunan khusus untuk tujuan reklamasi. Berdasarkan data 2023, PT. M memiliki cadangan batubara terkira sebesar 350 ribu ton dan terbukti sebesar 11.455 ribu ton. Sementara itu, target produksi tahun 2023 adalah sebanyak 2.200 ribu ton. Data ini mencerminkan ketahanan cadangan yang kuat dan ambisi perusahaan dalam memenuhi kebutuhan pasar. Selanjutnya batubara yang telah ditambang tidak langsung dikirim ke konsumen, akan tetapi disimpan dulu dalam *stockpile.* Kegiatan penimbunan dan pembongkaran batubara dalam *stockpile* perlu diatur dalam manajemen *stockpile.*

Manajemen *stockpile* merupakan suatu proses yang melibatkan pengaturan dan prosedur penumpukan batubara dengan tujuan mengontrol kualitas dan kuantitasnya. Hal ini bertujuan untuk mencegah kerugian yang dapat timbul dari penanganan batubara, seperti dampak cuaca dan risiko terbakar. Aspek penting dalam manajemen *stockpile* melibatkan kontrol temperatur, swabakar, kontaminasi, *housekeeping*, serta pengaturan terhadap aspek kualitas dan lingkungan. Proses ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu *storage* atau *stocking management*, *quality* dan *quantity management*. Baik pada tingkat *supplier* batubara maupun pada *end user* seperti *power plant*, manajemen *stockpile* memiliki fokus yang berbeda, namun tujuannya tetap sama, yaitu mengontrol kualitas dan kuantitas batubara.

Dalam manajemen *stockpile* juga direncanakan desain *stockpile.* Desain *stockpile* ditentukan oleh kapasitas penyimpanan, dengan pertimbangan agar penurunan kualitas batubara dapat diminimalkan. Beberapa pola penimbunan seperti *Cone Ply, Chevron, Chevcon*, dan *Windrow* digunakan untuk mencapai tujuan tertentu, disesuaikan dengan kebutuhan dan alat yang digunakan. Desain permukaan dasar *stockpile* juga memiliki peran penting dalam mencegah genangan air dan memastikan drainase yang lancar. Selain desain permukaan dasar, *angle of repose* dari timbunan batubara juga mempengaruhi ketinggian maksimal timbunan seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Angle of repose* timbunan batubara
Sumber: [4]

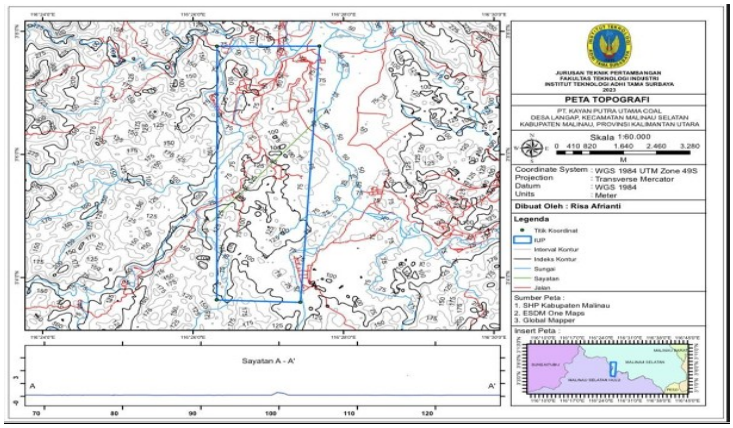
Pada kegiatan penimbunan, syarat dan teknis penimbunan menekankan pada kualitas batubara, ukuran butiran, keadaan tempat penimbunan, dan desain permukaan dasar. Pengelolaan penimbunan yang baik dapat mencegah dampak negatif seperti swabakar dan genangan air. Sistem

penumpukan batubara dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti menumpuk batubara memanjang searah angin untuk mengurangi permukaan yang terpapar angin, serta pola pengiriman batubara menggunakan sistem LIFO (*Last In First Out*) atau FIFO (*First In First Out*) dengan pertimbangan manajemen kualitas.

Kualitas batubara menjadi faktor utama dalam keputusan konsumen dan dipengaruhi oleh parameter seperti nilai kalori, kandungan sulfur, air total, air bawaan, abu, zat terbang, karbon tertambat, dan indeks ketergerusan. Pengiriman batubara menggunakan sistem FIFO dapat membantu mencegah pembakaran spontan di stockpile. Terakhir, volume *live stockpile* perlu memadai untuk mencapai target produksi dengan memperhatikan bentuk dan dimensi timbunan batubara. Bentuk umum *stockpile* melibatkan kerucut dan limas terpancung.

METODE

Penelitian berlokasi di area *stockpile* PT M yang berlokasi di Kabupaten Malinau, Kalimantan Utara dengan peta topografi disajikan pada Gambar 2. Area *stockpile* terdiri dari dua bagian, yaitu *stockpile* B dan L. Pengumpulan data primer diperoleh melalui pengamatan, dokumentasi dan wawancara, seperti pengukuran temperatur batubara, dimensi timbunan, pengecekan pola penimbunan, jadwal penyiraman, luas dan kapasitas *stockpile* dan proses penimbunan, serta kondisi area *stockpile*. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, jurnal, dan buku literatur seperti temperatur dan kualitas batubara, jadwal penyiraman. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data mengenai: 1) kegiatan penimbunan batubara, yang diperoleh melalui pengamatan di lapangan dan wawancara; 2) faktor-faktor yang berpotensi menimbulkan dampak negatif pada kegiatan penimbunan batubara, yang diperoleh melalui pengamatan, wawancara, dan pengumpulan data sekunder; 3) upaya-upaya untuk meminimalisir terjadinya dampak negatif pada kegiatan penimbunan, yang diperoleh melalui pengamatan dan pengumpulan data sekunder. Pengamatan di lapangan dilakukan selama 30 hari. Data penelitian dianalisa dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif.



Gambar 2. Peta topografi area *stockpile*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Penimbunan Batubara di Area *Stockpile*

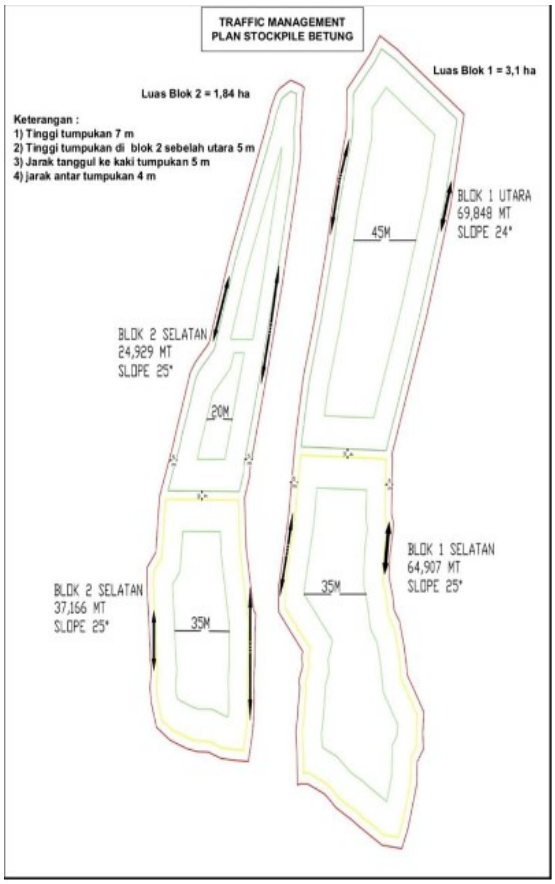
Kegiatan penambangan batubara yang telah direncanakan dengan baik juga harus diimbangi dengan kegiatan penimbunan batubara yang baik pula [5]. Kegiatan penimbunan batubara oleh PT M dilakukan pada dua lokasi *stockpile,* yaitu *stockpile* B dan L. Stockpile B dibagi menjadi dua blok dengan total kapasitas 180.000 MT, sedangkan Stockpile L memiliki kapasitas sebesar 300.000 MT. *Stockpile* B memiliki batas umur batubara maksimal 35 hari, dengan jenis seam seperti CHS, CLS, DHS, dan DLS serta kalori yang bervariasi. Sementara itu *stockpile* L digunakan untuk menyimpan batubara dengan kualitas atau kalori rendah (5000 kal). Adanya target utilisasi *stockpile* B sebesar 95% dan *stockpile* L hanya 5% terkait dengan perbedaan biaya pengangkutan dari pit ke masing-masing *stockpile*, dengan jarak dumping yang lebih dekat ke *stockpile* B.

(a)

(b)

Gambar 2. a) *Stockpile* B, b) *stockpile* L

Analisis area *stockpile* mencakup kondisi lingkungan, lantai *stockpile*, dan *traffic management*. Kondisi lingkungan pada *stockpile* B yang terbuka meningkatkan risiko kebakaran batubara, sedangkan *stockpile* L dengan wilayah lembah dapat melambatkan kebakaran. Lantai *stockpile* B blok 1 memiliki luasan 3,1 Ha, lebar 80 m dan di blok 1 utara memiliki slope 24^{o}, blok 2 bagian selatan memiliki slope 25^{o} dan pada blok 2 memiliki luas 1,84 Ha dan lebar 55 m. Pada blok 2 bagian utara memiliki slope 25^{o} dan pada bagian selatan memiliki slope 25^{o}. Adapun lantai *stockpile* terbuat dari tanah kemudian dilapisi dengan batubara kotor. Sementara pengaturan *traffic management* bertujuan untuk menjaga keselamatan dan efisiensi aktivitas *dumping* dan *loading* (Gambar 3).



Gambar 3. *Traffic manajemen stockpile*

Pola Penimbunan dan Pengiriman Batubara

Pola penimbunan batubara di *stockpile* B menggunakan pola *windrow*, menghasilkan timbunan berbentuk limas terpancung. Batas tinggi timbunan idealnya 7 m, dengan jarak antar timbunan 4 meter, dan jarak antar tanggul 5 meter untuk memudahkan *hauling* (Gambar 4). Proses *dumping* melibatkan *wheel loader* untuk meratakan timbunan batubara. Sedangkan sistem pengiriman batubara menggunakan metode *First in First Out* (FIFO).

Gambar 4. Timbunan batubara pada area *stockpile*

Kualitas Batubara

Kualitas batubara di area *stockpile* B mempunyai spesifikasi seperti disajikan pada Tabel 1. Batubara termasuk jenis sub bituminus 5400-5700 kal. Sedangkan kualitas batubara di area *stockpile* L mempunyai spesifikasi seperti disajikan pada Tabel 2. Batubara termasuk jenis sub bituminus 5000 kal. Untuk meningkatkan nilai jual batubara dimungkinkan untuk melakukan *blending* antara batubara yang memiliki kalori rendah dengan kalori lebih tinggi [6].

Tabel 1. Seam dan kalori batubara pada *stockpile* B

No	Seam	Kalori
1	CHS	5700
2	CHS	5400
3	CLS	5400
4	DHS	5700
5	DHS	5400
6	DLS	5400

Tabel 2. Seam dan kalori batubara pada *stockpile* L

No	Seam	Kalori
1	X	5000
2	A	5000
3	B	5000
4	F	5000

Potensi Dampak Negatif dan Upaya Pencegahan pada Kegiatan Penimbunan Batubara

Kegiatan penimbunan batubara bisa berpotensi menimbulkan dampak negatif. Pada penelitian ini diduga ada potensi terjadi swabakar akibat kenaikan temperatur batubara, peningkatan kadar air batubara akibat adanya air yang tergenang di area *stockpile*, kontaminasi timbunan batubara oleh zat pengotor seperti sampah plastik.

Kenaikan Temperatur Batubara

Pengukuran temperatur batubara menggunakan *thermogun* menunjukkan perbedaan temperatur antara batubara yang baru masuk dan yang sudah lama tertimbun. Batubara baru masuk memiliki temperatur rendah (34°C), sementara yang sudah lama tertimbun dapat mencapai temperatur tinggi (62°C). Temperatur batubara dipengaruhi oleh jenis seam dan waktu penimbunan. Temperatur batubara yang diukur pada tumpukan batubara CLS-DLS dengan metode penimbunan *windrow* menunjukkan bahwa temperatur batubara tetap di bawah suhu kritis (50°C). Penurunan kualitas batubara yang tertimbun terlalu lama itu pasti terjadi karena batubara yang terlalu lama ditimbun sekitar 1-2 bulan pasti akan terbakar. PT M menggunakan sistem *First in First Out* (FIFO) pada proses pembongkaran untuk meminimalisir penurunan kualitas batubara. Hal ini sesuai dengan temuan peneliti sebelumnya bahwa sistem FIFO merupakan sistem pembongkaran batubara terbaik [7]. Untuk menurunkan temperatur batubara dapat dilakukan dengan penyiraman kimia (disajikan pada Gambar 5). Hal ini dapat meminimalkan risiko kebakaran dan menjaga kualitas batubara.

Gambar 5. Kegiatan penyiraman kimia batubara

Pada operasional *stockpile,* setiap seam dilakukan pengukuran temperatur karena setiap seam memiliki kalori yang berbeda dan temperatur yang berbeda juga. Batubara yang baru datang dari pit penambangan dan ditimbun temperaturnya akan rendah dan jika batubara sudah tertimbun 3 sampai 4 hari temperaturnya akan naik. Untuk itu dilakukannya pengukuran temperatur setiap hari. Hasil pengukuran temperatur pada tumpukan batubara CLS-DLS yang

memakai metode penimbunan *windrow* menunjukkan temperatur tidak melebihi suhu kritis 50ºC. Suhu tertinggi terjadi pada timbunan batubara yang berumur 12 hari yaitu 48,2ºC dan suhu akan turun setelah dilakukannya penyiraman kimia menjadi 29,4ºC. Adapun perbedaan temperatur batubara yang sebelum dan sesudah dilakukannya penyiraman kimia disajikan pada Tabel 3 dan 4. Penyiraman sendiri selain bertujuan untuk menurunkan temperatur batubara juga menghilangkan debu yang menempel pada batubara [8].

Tabel 3. Temperatur batubara sebelum penyiraman

No	Seam	Temperatur (C°)
1	CLS-DLS	39
2		42,4
3		46,3
4		33,5
5		48,2
6		36,8
7		44,8
8		42,6
9		34,7
10		46,6

Tabel 4. Temperatur batubara setelah penyiraman

No	Seam	Temperatur (C°)
1	CLS-DLS	29,4
2		42
3		36,3
4		33,3
5		47,1
6		33,5
7		44,3
8		39,9
9		30,9
10		33,4

Peningkatan temperatur batubara yang berpotensi menyebabkan swabakar bisa disebabkan beberapa faktor dari yang terbesar sampai terkecil, yaitu ukuran partikel, porositas, sudut kemiringan, dan tinggi timbunan. Timbunan batubara dengan porositas kecil, ukuran partikel

kecil, dan sudut kemiringan lebih kecil dapat menyimpan batubara dengan lebih aman, efisien, dan ramah lingkungan. Ditemukan bahwa dengan meningkatnya kecepatan angin masuk, mode pengaruh perubahan suhu maksimum adalah kontrol intensitas pembuangan panas, kontrol konsentrasi oksigen di seluruh tahap, dan kontrol konsentrasi oksigen di tahap suhu tinggi; mode pengaruh perubahan distribusi area suhu tinggi tercermin sebagai kontrol intensitas pembuangan panas, kontrol konsentrasi oksigen dan kontrol gabungan intensitas pembuangan panas dan konsentrasi oksigen. Ketika kecepatan angin masuk kurang dari 2 m/s, hal ini dapat secara efektif menunda pemanasan timbunan batubara, sehingga kondusif bagi pengendalian pembakaran spontan, pemeliharaan nilai kalor, dan pengurangan pelepasan gas rumah kaca dari timbunan batubara [9].

P*eningkatan Kadar Air Batubara*

Peningkatan kadar air pada batubara dapat terjadi akibat terjadinya hujan yang mana air hujan yang meresap ke tumpukan batubara dan terjadi genangan air pada area *stockpile* (disajikan pada Gambar 6). Untuk itu perlu dibuat saluran air hujan pada area *stockpile.*

Gambar 6. Genangan air pada area *stockpile*

Kontaminasi Batubara

Kontaminasi batubara bisa terjadi pada saat batubara di bawa dari pit ke tempat penimbunan dan juga pada saat di *stockpile.* Kontaminan batubara yang ada di *stockpile* PT M berupa sampah plastik (Gambar 7). Untuk itu perlu dijaga kebersihan area *stockpile.*

Gambar 7. Sampah plastik di area *stockpile*

Tinggi Timbunan

Timbunan batubara pada *stockpile* di PT M berbentuk limas terpancung, yang mana dari hasil perhitungan matematis diperoleh ketentuan bahwa tinggi timbunan maksimal yang aman adalah 7 m atau *angle of repose* 25-30^o [10]. Pada beberapa timbunan ditemukan ketinggiannya lebih dari 7 m, bahkan sampai 9 m. Kondisi ini berpotensi mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja pada para pekerja. Oleh karena itu perlu dilakukan pengawasan dan kontrol yang lebih ketat agar tidak ada timbunan yang ketinggiannya melebihi batas aman bagi para pekerja.

KESIMPULAN

Kegiatan penimbunan batubara jenis sub bituminus 5400-5700 kal di *stockpile* PT M mengikuti pola *windrow* yang mana pola ini bisa meminimalisir kenaikan temperatur batubara. Selain menggunakan pola *windrow* pada proses penimbunan, PT M melakukan penyiraman pada batubara dua kali sehari untuk mencegah terjadinya swabakar dan menghilangkan debu. Swabakar akibat kenaikan temperatur batubara juga diminimalisir dengan sistem pembongkaran batubara menggunakan sistem *First in First Out (FIFO).* Selanjutnya ditemukannya genangan air pada beberapa area *stockpile* apabila turun hujan berpotensi menurunkan kualitas batubara akibat kadar air batubara yang meningkat. Oleh karena itu perlu dibuat sistem penyaliran air hujan pada area *stockpile.* Temuan di lapangan juga menunjukkan adanya sampah plastik pada timbunan batubara sehingga menurunkan kualitas batubara. Untuk mencegah tercampurnya sampah plastik dengan batubara maka harus dijaga kebersihan area *stockpile.* Selain potensi turunnya kualitas batubara, operasional *stockpile* juga dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Hal ini ditemukan di lapangan akibat dari timbunan batubara yang *angle of repose* lebih besar dari 30^o atau ketinggian timbunan sampai 9 m dari batas maksimal 7 m. Kondisi ini dapat membahayakan keselamatan pekerja akibat longsornya timbunan batubara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. M atas ijin dan dukungannya dalam penyelenggaraan penelitian ini. Kontribusi dari pihak perusahaan dalam memberikan akses ke lokasi penelitian, data, dan informasi sangat berarti bagi kelancaran penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. I. Sugianto, R. A. E. Wijaya, and B. P. Putra, "QUALITY CONTROL BATUBARA DARI CHANNEL- PIT MENUJU STOCKPILE PT. KUASING INTI MAKMUR," *Min. Insight*, vol. 1, no. 1, pp. 43–52, 2020.

[2] F. R. Yenni and H. Prabowo, "Management Pengendalian Kualitas Batubara Berdasarkan Parameter Kualitas Batubara Mulai Dari Front Sampai Ke Stockpile Di PT. Budi Gema Gempita, Merapi Timur, Lahat, Sumatera Selatan," *J. Bina Tambang*, vol. 6, no. 110–120, 2021.

[3] R. A. RUSYADA, D. P. W. ADJI, T. A. CAHYADI, E. NURSANTO, K. GUNAWAN, and R. DARMAWAN, "KAJIAN TEKNIS KESIAPAN ROM STOCKPILE UNTUK RENCANA PENINGKATAN PRODUKSI BATUBARA," *J. Teknol. Miner. dan Batubara*, vol. 18, no. 1, pp. 23–33, 2022.

[4] W. Sulistyana, *Perencanaan Tambang*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran," 2010.

[5] E. N. H. Prasetyono, E. Kusdarini, and Y. D. G. Cahyono, "Rancangan Pit Penambangan Batubara Pada Pit X Pt. Prolindo Cipta Nusantara, Site Sie Loban, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan," *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 2, no. 1, pp. 71–18, 2020.

[6] Y. D. G. Cahyono, Firmansyah, and E. Kusdarini, "OPTIMIZATION OF COAL BLENDING PROCESS TO MEET DEMAND OF PLTU SURALAYA WITH MARKET BRAND BA-48 AT PT. BUKIT ASAM Tbk.," *Kurvatek*, vol. 8, no. 1, pp. 17–22, 2023.

[7] F. A. Syifa, M. Gusman, T. G. Saldy, and R. HAR, "Perencanaan Stockpile Pelabuhan pada Coal Handling Facility PT. Surya Global Makmur Kecamatan Taman Rajo, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi," *J. Bina Tambang*, vol. 7, no. 3, pp. 128–142, 2022.

[8] P.-H. Yen, W.-H. Chen, C.-S. Yuan, Y.-L. Tseng, J.-S. Lee, and C.-C. Wu, "Exploratory investigation on the suppression efficiency of fugitive dust emitted from coal stockpile: Comparison of innovative atomizing and traditional spraying technologies," *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 154, pp. 348–359, 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.psep.2021.08.026.

[9] J. Zhang, J. An, A. Zhou, K. Wang, G. Si, and B. Xu, "Development and parameterization of a model for low-temperature oxidative self-heating of coal stockpiles under forced convection," *Fuel*, vol. 339, 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.127349.

[10] C. T. Al Hairi, Y. Fanani, and R. H. K. Putri, "RANCANGAN TEKNIS STOCKPILE BATUBARA DI PT. TEBO AGUNG INTERNATIONAL, SUMAY, TEBO–JAMBI," *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 2, pp. 536–544, 2023.-0