

ANALISIS POTENSI SELF HEATING BATUBARA PADA LIVE STOCK DAN TEMPORARY STOCKPILE BANKO BARAT PT. BUKIT ASAM

SELF HEATING POTENTIAL ANALYSIS OF COAL IN LIVE STOCK AND TEMPORARY STOCKPILE BANKO BARAT PT. BUKIT ASAM

Abdi Alfarisi¹, Eddy Ibrahim² dan Makmur Asyik³

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Palembang-Prabumulih KM.32, Indralaya, Sumatera Selatan, Indonesia
E-mail : abdialfarisi@yahoo.com

ABSTRAK

Tambang banko barat PT. Bukit Asam (Persero). Tbk memiliki dua jenis tempat penimbunan batubara yaitu live stock dan temporary stockpile. Terdapat perbedaan kualitas batubara yang ditimbun dan manajemen yang diterapkan di kedua tempat tersebut sehingga potensi terjadinya self heating pada masing-masing tempat penimbunan pun berbeda. Self heating merupakan hal yang perlu diperhatikan guna mencegah terjadinya swabakar pada timbunan batubara, diperlukan suatu pemantauan agar temperatur timbunan batubara tidak melebihi batas yang ada bahkan mencapai titik swabakar batubara. Pemantauan dilakukan dengan melakukan penelitian terhadap temperatur kritis self heating masing-masing jenis batubara dan temperatur batubara di dalam timbunan. Beberapa kondisi stockpile juga dipantau agar diketahui faktor apa saja yang mempengaruhi temperatur batubara di dalam stockpile. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di laboratorium, batubara dengan market brand BA-50 memiliki temperatur kritis sebesar $50,7^{\circ}\text{C}$ yang lebih cepat dibandingkan dengan mine brand BB-52HS dan BB-52LS yang masing-masing memiliki temperatur kritis sebesar $59,8^{\circ}\text{C}$ dan $61,6^{\circ}\text{C}$, hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan volatile matter pada jenis batubara BA-50. Sedangkan pada keadaan lapangan, temperatur timbunan tertinggi terjadi di timbunan temporary stockpile IA mine brand BB-52HS dengan temperatur rata-rata timbunan sebesar $49,84^{\circ}\text{C}$, bukan terjadi di live stock 3 dengan market brand BA-50 yang hanya memiliki temperatur rata-rata timbunan sebesar $45,21^{\circ}\text{C}$. Hal ini disebabkan oleh penerapan manajemen yang kurang baik pada temporary stockpile IA BB-52HS, tinggi dan sudut timbunan yang melebihi batas yang disarankan, batubara yang ditimbun lama, serta penerapan prinsip manajemen FIFO yang kurang baik menjadi faktor yang menyebabkan tingginya temperatur batubara dalam timbunan di stockpile.

Kata Kunci: Live Stock, Temporary Stockpile, Self Heating.

1. PENDAHULUAN

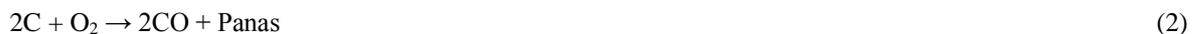
Batubara hasil produksi tambang banko barat PT. Bukit Asam (Persero), Tbk jenis *market brand* BA-50 mengalami penumpukan sebanyak 140.000 ton pada bulan Juli-Agustus 2016 di pelabuhan Tarahan, Lampung. Penumpukan batubara yang terjadi berdampak kepada proses pengiriman yang dilakukan oleh *live stock* 3 banko barat, proses pengiriman batubara dari *live stock* 3 dikurangi untuk sementara sedangkan proses penambangan dilakukan sesuai dengan rencana yang telah dibuat, sehingga penumpukan batubara di *stockpile* banko barat tidak dapat dihindari. Salah satu permasalahan yang dapat terjadi akibat adanya tumpukan batubara adalah penurunan kualitas batubara yang disebabkan oleh proses terbakarnya batubara dengan sendirinya atau biasa disebut swabakar batubara.

Swabakar batubara merupakan proses terbakarnya batubara dengan sendirinya yang diawali dengan proses *self heating* yakni proses pemanasan yang meningkatkan temperatur timbunan batubara dengan sendirinya [1]. Hal ini disebabkan oleh adanya reaksi oksidasi antara kandungan yang terdapat pada batubara dengan oksigen yang berada di udara [2]. Untuk mencegah terjadinya swabakar maka dilakukan analisis terhadap *self heating* batubara yang merupakan proses

awal pemicu terbakarnya batubara serta menganalisis faktor-faktor yang dapat menyebabkan peningkatan temperatur tersebut agar upaya pencegahan dapat dilaksanakan.

Tujuan penelitian adalah mengetahui temperatur timbunan yang berpotensi mencapai temperatur kritis *self heating* di *live stock* dan *temporary stockpile* serta menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingginya temperatur timbunan batubara di *live stock* dan *temporary stockpile* tersebut. sehingga nantinya dapat diketahui upaya yang dapat dilakukan untuk menekan temperatur timbunan batubara agar potensi *self heating* yang terjadi dapat ditekan.

Self heating batubara yang merupakan hasil dari reaksi eksotermis dari oksidasi yang terjadi antara komponen yang ada di batubara dengan oksigen yang ada di udara, yang mana proses oksidasi ini akan menghasilkan panas yang memicu terjadinya *self heating* yang terjadi pada batubara tersebut apabila tidak dikontrol. Proses terjadinya pemanasan pada batubara dapat ditunjukkan melalui reaksi (1) dan (2).



Self heating merupakan salah satu komponen inisiasi dari batubara agar dapat terbakar, hal ini dikarenakan batubara tidak dapat terbakar begitu saja melainkan melibatkan proses kimiawi dari tiga unsur terkait, yaitu bahan bakar, dalam hal ini batubara itu sendiri termasuk kandungan di dalamnya, oksigen yang terkandung di udara yang menyerpa dan meresap di rongga antar butir batubara di *stockpile*, serta sumber panas yang berasal dari proses *self heating* batubara, teori ini biasa disebut teori segitiga api [3].

Batubara akan mengalami beberapa proses selama mengalami *self heating*, pertama, batubara akan menyerap oksigen yang berasal dari udara luar secara perlahan-lahan sehingga temperatur batubara akan naik sekitar 30-50°C, dimana pada proses ini masih bersifat *reversible* namun temperatur batubara yang naik tidak akan dalam kondisi diam dan *reversible* kecuali terdapat kondisi tertentu sehingga kecepatan batubara menyerap oksigen dari udara akan bertambah dan temperatur batubara meningkat melewati temperatur 50°C, kemudian pada titik inilah batubara mulai mengalami lonjakan kenaikan temperatur, titik tersebut dinamakan temperatur kritis awal *self heating* batubara, proses lonjakan ini terjadi secara cepat pada rentang temperatur 50 – 120°C dimana 120°C merupakan titik akhir temperatur kritis *self heating* batubara tersebut, setelah batubara melewati titik tersebut, temperatur batubara akan benar-benar sulit dihentikan sampai tercapainya temperatur kritis swabakar batubara yang berkisar 150°C, dimana pada titik ini batubara sangat rentan untuk terbakar karena telah mendekati titik nyala batubara yang berkisar 175°C [4,5].

Kualitas batubara memainkan peran penting dalam terjadinya proses *self heating*, karena semua jenis batubara memiliki kemampuan dalam mengalami proses *self heating*, namun waktu yang diperlukan batubara mengalami *self heating* hingga mencapai titik nyala batubara sampai terjadinya swabakar berbeda-beda, batubara dengan *rank* rendah memerlukan waktu yang lebih singkat untuk terbakar karena memiliki temperatur kritis *self heating* yang lebih rendah dibandingkan dengan batubara dengan *rank* tinggi [6,7]. Adapun batubara yang berpotensi menyebabkan swabakar adalah batubara dengan kandungan zat terbang (*volatile matter*) tinggi karena korelasinya terhadap tingkat cepat atau tidaknya batubara terbakar dan kandungan sulfur yang ada di batubara terutama dalam bentuk *pyrite* akan sangat mempengaruhi tingginya potensi swabakara batubara dikarenakan kemampuan penerimaan panas dari jenis batubara ini relatif tinggi [7,8]. Dengan adanya perbedaan titik temperatur kritis *self heating* masing-masing jenis batubara inilah, maka perlu dikaji temperatur kritis masing-masing batubara yang ada di tempat penimbunan batubara tambang banko barat agar pemantauan dapat dilakukan secara optimal.

Manajemen yang diterapkan di *live stock* dan *temporary stockpile* merupakan hal yang sangat berpengaruh dalam proses *self heating* yang terjadi di dalam timbunan batubara, perbedaan manajemen yang terjadi ditinjau guna mengetahui faktor yang mempengaruhi temperatur timbunan batubara terutama kondisi *stockpile* meliputi desain dan pola penimbunan di *stockpile*. Desain atau bentuk *stockpile* dirancang sesuai dengan kebutuhan perusahaan karena dipengaruhi oleh jumlah batubara yang diproduksi, permintaan konsumen, dan sebagainya. Umumnya, batubara didesain dengan bentuk kerucut ataupun limas terpancung. Volume dari timbunan batubara yang ditimbun menggunakan bentuk kerucut terpancung dapat dihitung dengan menggunakan Pers. (3) [9].

$$V = 1/3 \pi x t (R + r + \sqrt{R x r}) \quad (3)$$

Keterangan:

- V = Volume kerucut terpancung(m³)
 t = Tinggi kerucut terpancung (m)
 R = Jari-jari lingkaran atas(m)
 r = Jari-jari lingkaran bawah (m)

Volume timbunan batubara dengan bentuk limas terpancung dapat dihitung dengan menggunakan Pers. (4) [9].

$$V = 1/3 \times t (B + A + \sqrt{B \times A}) \quad (4)$$

Keterangan:

- V = Volume limas terpancung(m³)
 t = Tinggi limas terpancung (m)
 B = Luas bidang atas
 A = Luas bidang bawah

Pola penimbunan batubara bertujuan untuk menyesuaikan jumlah batubara yang akan ditimbun di dalam *stockpile*, terdapat empat pola penimbunan yang digunakan untuk menimbun batubara yaitu *cone shell*, *chevron*, *chevcon*, dan *windrow*. *Cone shell* merupakan pola penimbunan yang dilakukan dengan menempatkan satu baris material sepanjang *stockpile* secara bolak-balik sampai mencapai ketinggian yang ditentukan, *chevron* merupakan pola penimbunan dengan menempatkan *stacker* untuk memulai penumpukan kerucut pertama yang kemudian dilanjutkan menumpahkan tumpukan kedua sampai ketinggian tertentu dan begitu seterusnya sampai ketinggian timbunan benar-benar seperti yang telah direncanakan, *chevcon* merupakan pola kombinasi antara pola penimbunan *chevron* dan *cone shell*, pola penimbunan ini biasanya digunakan untuk penyimpanan dengan kapasitas yang besar dengan bentuk limas/prisma terpancung, sedangkan *windrow* merupakan pola penimbunan dengan baris sejajar sepanjang lebar *stockpile* dan diteruskan sampai ketinggian yang dikehendak, kemudian maju ke depan dengan mengubah sudut *stacker* dari dasar *stockpile*[5]. Pada masing-masing pola penimbunan batubara, perlu dilakukannya pemadatan menggunakan *bulldozer* ataupun alat berat lainnya. Hal ini bertujuan untuk menekan kenaikan temperatur akibat *self heating* sehingga dapat menghambat terjadinya swabakar di *stockpile* karena ruang antar butir bagi oksigen untuk masuk ke dalam timbunan batubara dapat berkurang [10].

Faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur batubara di dalam *stockpile* seperti lamanya batubara tertimbun yang dapat menyebabkan proses *self heating* terus berlanjut sampai tercapai temperatur kritis swabakar batubara dimana batubara sebaiknya ditimbun paling lama selama 30 hari [11] serta dimensi timbunan batubara seperti tinggi timbunan dimana batubara yang ditimbun telah disortir ukurannya dengan baik sebaiknya memiliki ketinggian maksimal 11 – 12 meter namun apabila batubara tersebut telah tertimbun lebih dari 1 bulan maka sebaiknya tinggi timbunan hanya mencapai 6 meter [12]. Sedangkan sudut timbunan batubara yang terbentuk sebaiknya tidak melebihi angka *angle of repose* dari material yang ditimbun. Dan beberapa faktor yang berpotensi mempengaruhi temperatur batubara seperti manajemen pengiriman yang diterapkan serta lamanya timbunan batubara di *live stock* dan *temporary stockpile* perlu ditinjau agar metode pencegahan dapat dilakukan sebelum terjadinya swabakar di dalam timbunan batubara.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan di PT. Bukit Asam (Persero). Tbk berlangsung dari bulan Juni sampai September 2016. Metode penelitian digunakan agar proses pemecahan masalah di daerah penelitian lebih terarah dan mempermudah dalam penyelesaiannya. maka dilakukan metode penelitian sebagai berikut. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua tahap yaitu penelitian di laboratorium dan penelitian di lapangan yakni di *livestock 3* dan *temporary stockpile 1A* banko barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Penelitian yang dilakukan di laboratorium dimulai dengan mengambil sampel batubara pada masing-masing *stockpile* yakni batubara jenis BA-50, BB-52 HS, dan BB-52 LS. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *gridding* agar dapat diambil sampel yang mewakili keseluruhan sampel yang ada di *stockpile*, sampel yang telah diambil kemudian di preparasi menggunakan *jaw crusher* untuk memperkecil ukuran sampel menjadi maksimal sebesar 3 mm, kemudian sampel yang telah di preparasi diambil 50 gram untuk dipanaskan dengan menggunakan *oven* listrik yang diintegrasikan dengan *thermocouple* untuk mencatat temperatur batubara saat dipanaskan di dalam *oven*, pemanasan dimulai dari suhu 50°C kemudian suhu *oven* ditingkatkan setiap 5°C hingga suhu *oven* berada pada titik 210°C. Pemanasan ini bertujuan untuk melihat perilaku peningkatan temperatur batubara sehingga akan didapatkan temperatur kritis awal dan akhir *self heating* masing-masing jenis batubara.

Penelitian di lapangan dilakukan dengan mengukur temperatur batubara di dalam timbunan *stockpile*, pengukuran dilakukan dengan menempatkan 30 buah pipa listrik berukuran 40 cm dimana jarak masing-masing pipa listrik adalah sebesar 11 meter, pipa listrik ini ditempatkan di tepi timbunan *stockpile*. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui temperatur rata-rata timbunan batubara di dalam *stockpile* kemudian dikaitkan dengan temperatur kritis *self heating* dari masing-masing jenis batubara yang ditimbun di *stockpile* sehingga akan dapat dilihat apakah temperatur rata-rata timbunan batubara di *stockpile* ada yang mencapai temperatur kritis *self heating* jenis batubaranya. Selain mengukur temperatur rata-rata timbunan batubara di *stockpile*, pengukuran juga dilakukan dengan menghitung dimensi *stockpile* batubara dengan mengukur panjang timbunan, lebar timbunan, sudut timbunan serta tinggi timbunan dengan menggunakan meteran berukuran 3 meter yang dipasang sepanjang *stockpile*. Manajemen yang diterapkan dan lamanya batubara tertimbun di *stockpile* dilihat dari data sekunder perusahaan, pengukuran tersebut dilakukan agar dapat diketahui faktor penyebab tingginya temperatur timbunan batubara yang terjadi di *stockpile*. Data kualitas batubara diambil dari laboratorium PT. Bukit Asam (Persero) Tbk untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi cepat atau tidaknya temperatur kritis *self heating* dari masing-masing jenis batubara. Setelah diketahui faktor apa saja yang mempengaruhi, kemudian upaya pencegahan dapat dilakukan pada masing-masing timbunan batubara di *stockpile*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengukuran Temperatur Timbunan Batubara di *Live Stock* dan *Temporary Stockpile*.

3.1.1. Hasil Pengukuran Temperatur Batubara Saat Dilakukan Pemanasan

Pengukuran temperatur batubara saat dilakukan pemanasan akan menunjukkan hasil temperatur kritis *self heating* dengan melihat adanya lonjakan kenaikan temperatur lebih dari 5°C. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, batubara jenis BA-50 memiliki temperatur kritis awal *self heating* tercepat yaitu pada titik 50,7°C, kemudian dilanjutkan dengan BB-52 HS 59,8°C, dan terakhir BB-52 LS yang memiliki temperatur kritis 61,6°C, temperatur kritis akhir *self heating* masing-masing jenis batubara BA-50, BB-52 HS, dan BB-52 LS berturut-turut adalah sebesar 98,4°C, 100°C, dan 100,6°C hal ini menunjukkan bahwa jenis batubara yang paling berpotensi mencapai temperatur kritis *self heating* batubara adalah batubara *market brand* BA-50. Titik awal temperatur kritis *self heating* masing-masing jenis batubaradapat dilihat pada Tabel 1.

3.1.2. Hasil Pengukuran Temperatur Timbunan Batubara di *Stockpile*

Berdasarkan hasil pengukuran temperatur timbunan batubara pada Tabel 2. Tidak ada timbunan batubara yang mencapai temperatur kritis *self heating* masing-masing jenis batubara yang ditimbun, dan bahkan dari semua titik penelitian pun sama sekali belum ada yang mencapai temperatur kritis akhir *self heating* batubara yang berkisar 100°C, namun potensi terbesar *self heating* tetap terjadi di *live stock* 3 *market brand* BA-50 karena memiliki temperatur yang hampir mendekati temperatur kritis timbunan batubara BA-50, hanya terdapat selisih 5,5°C dari temperatur di lapangan dengan temperatur kritisnya yakni 45,21°C. Hanya saja berdasarkan Tabel 2. *live stock* 3 menunjukkan temperatur rata-rata timbunan terendah dan *temporary stockpile* 1A BB-52 HS memiliki temperatur rata-rata timbunan tertinggi dibandingkan dengan ketiga jenis timbunan yang lain, hal ini menunjukkan potensi yang dapat dialami oleh *temporary stockpile* 1A BB-52 HS juga perlu diperhatikan dan terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingginya temperatur timbunan di *temporary stockpile* 1A dan rendahnya temperatur timbunan di *live stock* 3.

Tabel 1. Titik temperatur awal terjadinya lonjakan kenaikan temperatur saat dilakukan pemanasan

Parameter	Jenis Batubara		
	BA-50	BB-52 HS	BB-52 LS
Rentang Temperatur Kritis Awal <i>Self Heating</i>	47 – 53 °C	58 – 62 °C	60 – 64 °C
Rata-Rata Temperatur Kritis Awal <i>Self Heating</i>	50,7 °C	59,8 °C	61,6 °C
Rentang Temperatur Kritis Akhir <i>Self Heating</i>	96 – 101 °C	97 – 102 °C	97 – 105 °C
Rata-Rata Temperatur Kritis Akhir <i>Self Heating</i>	98,4 °C	100 °C	100,6 °C

Tabel 2. Data hasil pengukuran temperatur timbunan

No	Parameter	Live Stock 3	Temporary Stockpile	
		BA-50	BB-52 HS	BB-52 LS
1	Temperatur Rata-Rata Timbunan Selama Kegiatan Penelitian	45,21 °C	49,84 °C	46,37 °C

3.2. Faktor yang Mempengaruhi Temperatur Timbunan Batubara pada *Live Stock* dan *Temporary Stockpile*

Peninjauan faktor yang dapat mempengaruhi temperatur timbunan dimulai dari melihat kondisi timbunan sampai manajemen yang diterapkan dalam timbunan tersebut. Adapun batubara yang ditimbun pada *live stock* 3 berasal dari penambangan yang dilakukan pada PIT 1 dan PIT 3 banko barat serta batubara yang berasal dari *temporary stockpile* apabila proses penambangan terhenti akibat suatu alasan tertentu. Batubara tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *dump hopper* yang dilengkapi dengan *feeder breaker* untuk menyeragamkan ukuran butir batubara di *live stock* 3 dengan kapasitas penyimpanan pada *live stock* 3 adalah 65.000 ton. Sedangkan Batubara yang ditimbun pada *temporary stockpile* 1A hanya berasal dari penambangan yang dilakukan pada PIT 1 banko barat dengan kapasitas penyimpanan pada *temporary stockpile* 1A adalah sebesar 40.000 ton. Hasil pengukuran dimensi *stockpile* didapatkan hasil seperti pada Tabel 3 sampai Tabel 4.

3.2.1. Kondisi Timbunan Batubara

Berdasarkan pengukuran yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Tinggi timbunan pada *live stock* 3 dan *temporary stockpile* 1A BB-52 LS masih dalam keadaan normal sedangkan pada *temporary stockpile* 1A, sedikit melebihi batas yang disarankan, tinggi timbunan batubara yang ditumpuk dengan penyeragaman butir yang tinggi maksimal adalah 11 – 12 meter [6], dan tinggi timbunan batubara pada *live stock* 3 adalah sebesar 12,19 meter, berbeda dengan kondisi yang terjadi di *temporary stockpile* 1A, karena timbunan batubara di *temporary stockpile* telah lebih dari 30 hari maka tinggi timbunan batubara maksimal adalah 6 meter [12], dan tinggi timbunan batubara pada *temporary stockpile* 1A BB-52 LS adalah sebesar 5,82 meter sedangkan pada BB-52 HS sebesar 7,24 meter, sehingga dapat dikatakan bahwa tinggi timbunan batubara yang melebihi batas dapat dikatakan sebagai faktor yang mempengaruhi tingginya temperatur timbunan batubara di *temporary stockpile* 1A BB-52 HS.

Sudut timbunan batubara yang dibentuk dari tumpukan batubara di *live stock* 3 juga masih dalam keadaan normal sedangkan sudut yang dibentuk dari timbunan batubara di *temporary stockpile* 1A semua dalam kondisi batas yang disarankan, sudut timbunan sebaiknya dibentuk tidak melebihi batas *angle of repose* dari material yang ditimbun, dalam hal ini batubara memiliki *angle of repose* sebesar 38° , namun sudut yang dibentuk masih dapat ditoleransi sampai membentuk 40° [1]. Sehingga *live stock* 3 yang memiliki sudut timbunan sebesar $40,29^\circ$ masih belum melebihi batas sedangkan sudut timbunan yang dibentuk di *temporary stockpile* 1A BB-52 HS sebesar $72,38^\circ$ dan BB-52 LS sebesar $67,61^\circ$, sudah benar-benar jauh dari yang disarankan, besarnya sudut timbunan batubara dapat diurutkan menjadi *temporary stockpile* 1A BB-52 HS > *temporary stockpile* 1A BB-52 LS > *live stock* 3 BA-50, urutan ini berbanding lurus dengan temperatur yang terjadi di timbunan batubara sehingga dapat dikatakan sudut timbunan mempengaruhi tingginya temperatur pada timbunan batubara.

Tonase timbunan yang ditumpuk pada masing-masing timbunan semuanya telah melebihi kapasitas dari masing-masing *stockpile*, hal ini memang dikarenakan adanya permasalahan penumpukan yang terjadi di *stockpile* banko barat, *live stock* 3 memiliki kelebihan kapasitas sebesar 25,26% yakni 16.417,18 ton, *temporary stockpile* 1A BB-52 HS memiliki kelebihan kapasitas sebesar 25,83% yakni 5.165,58 ton, dan BB-52 LS memiliki kelebihan batubara sebesar 30,12% yakni 6.025,50 ton. Kelebihan kapasitas ini tidak mempengaruhi kenaikan temperatur yang terjadi di *stockpile* dikarenakan kelebihan terbanyak terjadi di *live stock* 3 namun berbanding terbalik dengan kondisi temperatur timbunan batubara di *live stock* 3 yang memiliki temperatur rata-rata terendah dibandingkan dengan *stockpile* lainnya

Tabel 3. Hasil pengukuran dimensi *live stock* 3 di lapangan

No	Dimensi	Nilai
1	Bentuk Timbunan	Limas Terpancung
2	Panjang Lantai Atas	81,4 m
3	Lebar Lantai Atas	79,1 m
4	Panjang Lantai Bawah	107,6 m
5	Lebar Lantai Bawah	107,1 m
6	Panjang Sisi Miring	18,85 m
7	Tinggi Timbunan	12,19 m
8	Sudut Timbunan	$40,29^\circ$
9	Volume Timbunan	$75.401,139 \text{ m}^3$
10	Tonase Timbunan	78.417,18 ton

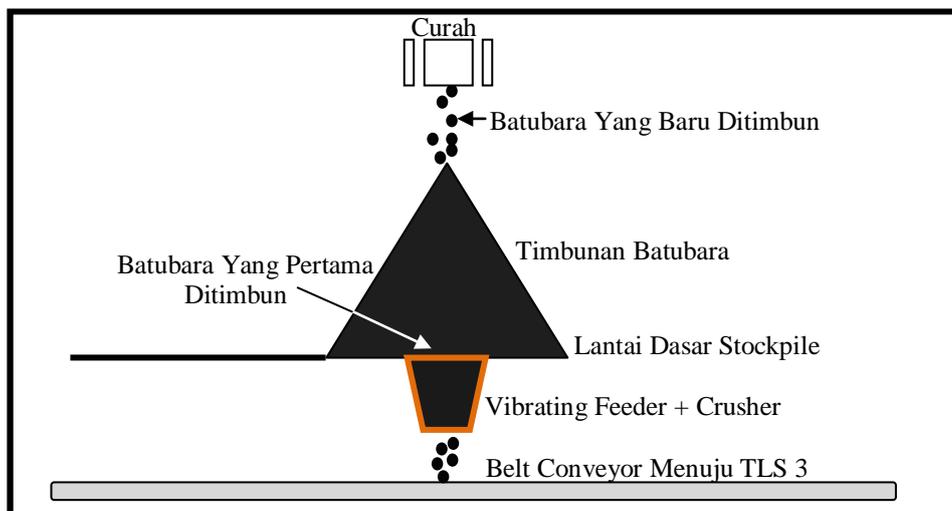
Tabel 4. Hasil pengukuran dimensi *temporary stockpile* 1A di lapangan

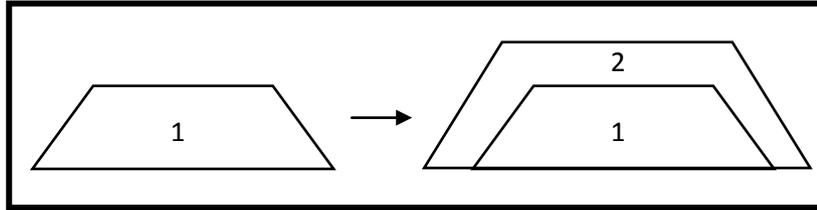
No	Dimensi	Nilai	
		BB-52 HS	BB-52 LS
1	Bentuk Timbunan	Limas Terpancung	Limas Terpancung
2	Panjang Lantai Atas	80,3 m	97,7 m
3	Lebar Lantai Atas	35,2 m	36,7 m
4	Panjang Lantai Bawah	92,3 m	116,8 m
5	Lebar Lantai Bawah	38,2 m	41,5 m
6	Panjang Sisi Miring	7,6 m	6,3 m
7	Tinggi Timbunan	7,24 m	5,82 m
8	Sudut Timbunan	72,38°	67,61°
9	Volume Timbunan	24.197,672 m ³	25.024,517 m ³
10	Tonase Timbunan	25.165,58 ton	26.025,50 ton

3.2.2. Manajemen Pengiriman Batubara

Manajemen pengiriman pada *live stock* 3 dimulai dari batubara hasil produksi yang akan langsung masuk ke dalam *stockpile* apabila tidak ada kendala, kemudian batubara akan langsung dikirim ke *train loading station* dan terakhir dikirim ke dermaga kertapati atau pelabuhan tarahan. Namun proses pengiriman pada *temporary stockpile* tidak langsung terjadi seperti pada *live stock* 3, proses pengiriman batubara yang tertimbun di *temporary stockpile* hanya akan terjadi apabila tidak adanya produksi oleh pihak penambangan. Apabila proses penambangan terhenti, maka *supply* batubara yang akan dikirim ke konsumen barulah berasal dari *temporary stockpile*, ataupun batubara yang dibutuhkan untuk dikirim melebihi kapasitas produksi yang dilakukan oleh pihak penambangan.

Berdasarkan skema yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Manajemen yang diterapkan di *live stock* 3 memungkinkan tidak terjadinya penumpukan batubara yang terlalu lama di suatu titik, sedangkan manajemen yang diterapkan di *temporary stockpile* 1A justru akan memungkinkan suatu tumpukan batubara tertumpuk terlalu lama yang tentunya hal ini berbanding lurus dengan temperatur timbunan yang terjadi di *temporary stockpile* 1A, penerapan prinsip manajemen FIFO (*First In First Out*) tak terlaksana dengan baik karena batubara yang tertumpuk secara berlapis membuat batubara yang pertama kali ditimbun tidak akan dapat dijangkau oleh alat gali karena telah ditutupi oleh timbunan batubara yang baru dan setelah penggalian pertama berlangsung pun, apabila terjadi penimbunan yang baru, timbunan baru tersebut tetap akan menutupi hasil penggalian batubara yang telah dilakukan pertama kali, sehingga batubara yang pertama kali tertimbun tetap berada di tempatnya apabila tidak adanya pengeluaran secara besar-besaran ataupun tidak adanya penutupan penimbunan. Akumulasi panas pada suatu titik di timbunan batubara inilah yang lebih berpotensi menimbulkan lonjakan *self heating* karena panas yang terkonsentrasi akan menyebabkan panas yang dihasilkan lebih besar dari panas yang dikeluarkan batubara, sehingga proses *self heating* akan terjadi hingga mencapai temperatur kritis *self heating* batubara pada titik tersebut. Hal inilah yang menyebabkan tingginya temperatur timbunan batubara di *temporary stockpile* 1A.

Gambar 1. Skema pengiriman batubara di *live stock* 3



Gambar 2. Skema pengiriman batubara di temporary stockpile 1A

3.2.3. Lama Timbunan Batubara di Live Stock 3 dan Temporary Stockpile 1A

Lamanya timbunan batubara yang diteliti pada *live stock 3* berdasarkan sumber dari lapangan yaitu ± 10 hari. Standar batubara yang ditumpuk maksimal adalah 1 bulan [11], jadi batubara pada *live stock 3* telah memenuhi standar lamanya penimbunan. Sedangkan lamanya timbunan batubara pada *temporary stockpile 1A* sudah mencapai titik periode timbunan selama ± 4 Bulan, jadi batubara pada *temporary stockpile 1A* telah melebihi standar lamanya batubara untuk ditimbun. Sehingga dapat dikatakan bahwa timbunan batubara di *live stock 3* memiliki temperatur rata-rata timbunan yang rendah diakibatkan oleh tergantinya batubara lama yang memiliki temperatur tinggi dengan batubara yang baru. Sedangkan pada *temporary stockpile*, temperatur batubara telah terakumulasi lama sehingga karena makin lama batubara tertimbun, maka proses *self heating* juga terus berlangsung lama hingga dapat mencapai temperatur kritis *self heating* dan bahkan titik swabakar batubara itu sendiri, hal inilah yang dapat menyebabkan tingginya temperatur rata-rata timbunan batubara di *temporary stockpile 1A*.

3.2.3. Kualitas Batubara di Live Stock 3 dan Temporary Stockpile 1A

Kualitas batubara merupakan faktor yang berhubungan langsung dengan potensi yang terjadi pada masing-masing timbunan batubara, karena parameter yang berbeda dapat menyebabkan potensi *self heating* yang berbeda bagi setiap jenis batubara yang ditimbun. Pada timbunan batubara di *stockpile* selalu dilakukan pengujian karena potensi perubahan kualitas batubara dapat terjadi pada timbunan batubara tersebut. Adapun hasil pengujian kualitas sampel batubara yang diteliti didapatkan hasil seperti pada Tabel 5.

Pengaruh kualitas batubara disini lebih terlihat pada saat dilakukan pemanasan batubara di *oven*, karena faktor yang dapat mempengaruhi proses pemanasan yang dilakukan bukanlah faktor dari luar batubara seperti manajemen namun dipengaruhi oleh batubara itu sendiri, dalam hal ini adalah parameter kualitas batubaranya sendiri. Dikarenakan batubara dengan *rank* tinggi memiliki temperatur kritis *self heating* yang lebih tinggi dibandingkan dengan batubara *rank* rendah [6], dan batubara dengan *rank* tinggi memiliki nilai *fixed carbon* dan *gross calorific value* yang tinggi pula, maka dapat dikatakan bahwa tingginya kedua parameter tersebut tidak mempengaruhi cepatnya proses *self heating* batubara. Oleh karena itu, berdasarkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 5. batubara *market brand BA-50* hanya dinilai dari kadar *volatile matter* nya yang tinggi, sedangkan *mine brand BB-52 HS* memiliki kadar sulfur yang tinggi, dan *BB-52 LS* memiliki kadar *moisture* yang tinggi, dimana berdasarkan penelitian yang dilakukan, *self heating* yang terjadi memiliki urutan potensi $BA-50 > BB-52 HS > BB-52 LS$ sehingga dapat dikatakan bahwa faktor utama yang paling mempengaruhi cepat atau tidaknya batubara mengalami *self heating* adalah *volatile matter*, yang kemudian dilanjutkan dengan kadar sulfur, dan yang paling sedikit mempengaruhi adalah kadar *moisture*.

Tabel 5. Perbandingan kualitas batubara live stock 3 dan temporary stockpile 1A

No	Parameter	Live Stock 3	Temporary Stockpile	
		BA-50	BB-52 HS	BB-52 LS
1	Total Moisture (%ar)	22,90	29,00	29,60
2	Inherent Moisture (%adb)	9,00	13,50	14,40
3	Ash Content (%adb)	3,00	7,20	7,20
4	Volatile Matter (%adb)	42,10	37,60	36,50
5	Fixed Carbon (%adb)	45,90	41,70	41,90
6	Total Sulfur (%adb)	0,29	1,03	0,33
7	Gross Calorific Value (%adb)	6.408	6.069	5.888

3.3. Upaya Pencegahan Peningkatan Temperatur Timbunan Batubara

Berdasarkan data yang telah didapat, pencegahan dapat dilakukan dengan menekan parameter yang berlebihan pada masing-masing jenis timbunan antara lain:

1. Mengurangi Ketinggian *Stockpile*

Tingginya temperatur timbunan batubara BB-52 HS dipengaruhi oleh tingginya timbunan batubara tersebut. Pengurangan ketinggian pada timbunan batubara dapat mengurangi area yang dapat diterpa oleh angin, semakin besarnya area yang diterpa oleh angin maka proses oksidasi pun semakin cepat terjadi dan inilah yang merupakan salah satu penyebab tingginya potensi *self heating* pada *temporary stockpile* 1A *mine brand* BB-52 HS. Apabila kapasitas batubara yang ditimbun telah melebihi kapasitas *stockpile* seperti saat penelitian dilakukan, maka cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi ketinggian dari timbunan batubara adalah dengan melakukan pemadatan terhadap timbunan batubara tersebut.

2. Mengurangi Sudut Timbunan Batubara

Sudut timbunan merupakan faktor yang mempengaruhi di timbunan batubara BB-52 HS dan BB-52 LS, tingginya sudut timbunan batubara dapat menyebabkan potensi terbakarnya batubara menjadi lebih tinggi, hal ini disebabkan karena timbunan yang memiliki sudut yang lebih rendah dapat mengurangi turbulensi udara yang melakukan penetrasi ke dalam tumbukan batubara.

3. Pengurangan Jangka Waktu Batubara Tertimbun

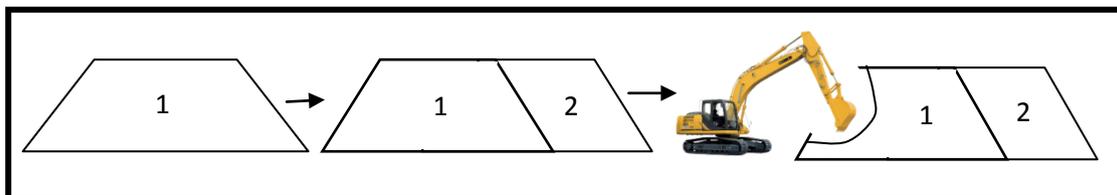
Lamanya batubara tertimbun di *temporary stockpile* 1A juga merupakan salah satu faktor tingginya temperatur di daerah tersebut karena semakin lama batubara tertimbunan maka akan semakin banyak pula panas yang tersimpan dan terakumulasi dalam timbunan batubara. Hal ini dapat menyebabkan potensi *self heating* yang semakin tinggi dengan semakin lamanya proses *self heating* berlangsung. Hal ini dapat diatasi dengan menerapkan prinsip manajemen *FIFO* (*First In First Out*) sehingga batubara tertentu tidak tertimbun terlalu lama. Ataupun penyebaran dan pemadatan kembali dapat dilakukan guna mencegah penumpukan panas pada suatu titik, namun hal ini dapat menyebabkan biaya yang lebih besar.

4. Pengurangan Kadar *Volatile Matter* yang Tinggi

Salah satu pembeda antara *live stock* 3 dan *temporary stockpile* BB-52 HS dan BB-52 LS dari segi kualitas adalah tingginya kadar *volatile matter*, yang dikandung oleh *market brand* BA-50, Tingginya kadar *volatile matter* dapat diatasi dengan meningkatkan kualitas batubara dengan teknik *upgrading* batubara dengan berbagai metode dan juga dapat dilakukan dengan melakukan *blending* batubara.

5. Penerapan Prinsip Manajemen *FIFO* (*First In First Out*)

Penerapan Prinsip Manajemen *FIFO* bertujuan untuk mencegah adanya timbunan batubara yang terlalu lama tertimbun dan tertumpuknya batubara di satu tempat. Dengan menstabilkan batubara yang masuk dan keluar pada timbunan batubara, maka panas batubara tidak akan terakumulasi dan meningkat seiring berjalannya waktu. Hal ini juga bertujuan untuk menekan panas yang terjadi di salah satu titik di timbunan batubara. Penerapan prinsip ini pada *temporary stockpile* dapat dilakukan dengan mengganti pola penumpukan yang dilakukan, apabila pola penumpukan yang biasa dilakukan adalah dengan menumpuk batubara ke atas timbunan batubara yang lama, maka hal yang seharusnya dilakukan adalah dengan menimbun batubara yang lama langsung terkonsentrasi pada satu titik mencapai titik tertentu kemudian tumpukan yang baru ditumpuk disampingnya bukan di atasnya seperti pada Gambar 3. Sehingga pada saat pengambilan batubara maka, pengambilan dapat langsung diambil pada timbunan batubara yang lama.



Gambar 3. Metode Penumpukan Yang Seharusnya Dilakukan

6. Memonitor Temperatur *Stockpile* Secara Berkala

Hal ini merupakan tindakan *preventif* atau tindakan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya peningkatan temperatur hingga mencapai temperatur kritis *self heating* batubara. Seperti yang telah diketahui, apabila batubara telah mencapai temperatur kritis, maka peningkatan temperatur akan terus berlanjut hingga berpotensi menyebabkan swabakar. Maka dengan memonitor temperaturnya, hal tersebut dapat langsung diatasi sebelum terjadinya swabakar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai potensi *self heating*, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Temperatur kritis *self heating* yang paling cepat terjadi pada batubara yang ditimbun di *live stock* 3 yaitu *market brand* BA-50 yang memiliki temperatur kritis *self heating* sebesar 50,7°C namun pada timbunan batubara, belum ada yang mencapai temperatur kritis *self heating* masing-masing jenis batubara yang ditimbun. Hanya saja, temperatur rata-rata tertinggi timbunan batubara terjadi di *temporary stockpile* 1A BB-52 HS dengan temperatur rata-rata 49,84°C.
2. Faktor utama penyebab cepatnya temperatur kritis *self heating* yang terjadi untuk *market brand* BA-50 adalah tingginya kandungan *volatile matter* BA-50. Sedangkan tinggi dan sudut timbunan *stockpile* yang melebihi batas yang disarankan, lamanya penimbunan batubara serta penerapan prinsip manajemen FIFO (*First In First Out*) yang belum optimal merupakan penyebab tingginya temperatur timbunan di *temporary stockpile* 1A BB-52 HS.
3. Metode pencegahan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya peningkatan temperatur timbunan batubara sesuai kondisi lapangan saat ini adalah dengan mengurangi ketinggian *stockpile*, mengurangi sudut timbunan batubara, pengurangan jangka waktu batubara tertimbun, pengurangan kadar *volatile matter*, penerapan prinsip manajemen FIFO yang baik, serta memonitor temperatur *stockpile* secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyana (2005). *Kualitas Batubara dan Stockpile Management*. Yogyakarta: Geoservices LTD.
- [2] Arisoy, A., Beamish, B.B., dan Cetegen, E. (2006). Modelling Spontaneous Combustion of Coal. *Journal Tubitak*.30(3), 193-201.
- [3] Kelvin, Yuliana, P.E., dan Rahayu, S. (2015). *Pemetaan Lokasi Kebakaran Berdasarkan Prinsip Segitiga Api pada Industri Textile*. Surabaya: Idatech.
- [4] Banerjee, S.C. (1985). *Spontaneous Combustion of Coal and Mine Fires*. Rotterdam: Balkema.
- [5] Okten, G., Kural, O., & Algurkaplan, E. (2006). Storage of Coal : Problems and Precautions. *Energy Storage System*.2, 172-187.
- [6] Muchjidin. (2006). *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [7] Kaymacki, E. & Didari, V. (2002). Relation Between Coal Properties and Spontaneous Combustion Parameter. *Journal Engineering Enviromental*.26(1), 59-64.
- [8] Deng, J., Ma, X., Zhang, Y., Li, Y., & Zhu, W. (2015). Effect of Pyrite on The Spontaneous Combustion of Coal. *International Journal Coal Science Technology*. 2(4), 306-311.
- [9] Roflin, E. (2008). *Geometri*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- [10] Syahrul S., Yusuf, M., & Handayani, H.E. (2015). Efektifitas Penggunaan Cara Pemadatan Untuk Mencegah Terjadinya Swabakar pada Temporary Stockpile Pit 1B di PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim. *Jurnal Ilmu Teknik*. 3(2), .
- [11] Sukandarrumidi. (2004). *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [12] Widodo, G. (2009). *Upaya Menghindari Kebakaran Tumpukan Batubara*. Bandung: Berita PPTM.