

Kajian Teknis Penimbunan Batubara pada *ROM Stockpile* Untuk Mencegah Terjadinya Swabakar Di PT. Prima Dito Nusantara, *Job Site* KBB, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi

Alif Vito Palox^{1*}, Rijal Abdullah¹, Yoszi Mingsi Anaperta¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan FT Universitas Negeri Padang

*alifvhit@gmail.com

Abstract. *Spontaneous combustion problems are often almost ignored, one of which occurred in ROM stockpile at PT. Prima Dito Nusantara (PDN) which is an important issue in the coal mine. Some of the factors that cause the occurrence of spontaneous combustion at the company was the lack of stockpile management such as the length of the stockpiling of coal, compaction method of the coal piles on a less good, there has been no temperature measurement of the coal piles, and a lack of prevention efforts as well as handling against spontaneous combustion. To find out when the estimated occurrence of spontaneous combustion then do the measurement temperature of the coal pile periodically by measurement point temperature on compaction with Excavator and compaction with Bulldozer. Measurement results showed on compaction with Excavator faster occurs spontaneous combustion symptoms when compared with compaction with Bulldozer. Where in compacting with the Excavator can be estimated to occur in week-9 with highest median temperature 42,22°C, compacting with Bulldozer can be estimated in week-15 with highest median temperature 39,10°C. Therefore, compaction with Bulldozer better applied than compacting with Excavator to reduce the occurrence of symptoms of spontaneous combustion of the coal piles at ROM stockpile.*

Keywords: *Spontaneous Combustion, Stockpile Management, Excavator, Bulldozer, Temperature.*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan sebuah negara yang terkenal dengan sumberdaya alam yang melimpah. Sumberdaya alam merupakan salah satu modal dasar dalam pembangunan nasional, oleh karena itu harus dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kepentingan rakyat. Namun, dalam pemanfaatannya juga harus memperhatikan kelestarian lingkungan hidup di sekitarnya. Salah satu sumberdaya alam itu adalah batubara. Untuk mendapatkan batubara tersebut dibutuhkan kegiatan yang dinamakan penambangan.

PT. Prima Dito Nusantara (PDN) yang bergerak dibidang pertambangan batubara, terletak di Kecamatan Sarolangun, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. PT. Prima Dito Nusantara (PDN) merupakan perusahaan kontraktor swasta bekerja sama di bawah wewenang IUP PT. Karya Bumi Baratama (KBB) yang bergerak di bidang pertambangan batubara, terletak di Kecamatan Sarolangun, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi.

Sistem penambangan menggunakan tambang terbuka dengan metode *strip mine* memanfaatkan kombinasi

antara alat gali-muat dan alat angkut untuk memproduksi batubara. PT. PDN memiliki satu *ROM stockpile* yang berlokasi 8 km dari *open pit* dengan luas area 0,497 ha.

Beberapa parameter utama yang dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas dari batubara yang terjadi pada saat penimbunan batubara di *ROM stockpile* yaitu salah satunya permasalahan swabakar (*spontaneous combustion*). Swabakar menyebabkan produksi batubara berkurang karena batubara yang telah ditambang terbakar dengan sendirinya terutama pada batubara golongan rendah (*low rank*)^[1].

Periode waktu terjadinya swabakar di PT. Prima Dito Nusantara bisa dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Jumlah titik swabakar pada tahun 2017 di PT. Prima Dito Nusantara.

No.	Bulan	Titik	Keterangan
1.	Februari	3	<i>ROM stockpile</i>
2.	Mei	5	<i>ROM stockpile</i>
3.	Juli	6	<i>ROM stockpile</i>

Pada bulan Februari, Mei, dan Juli 2017, terjadi swabakar pada *ROM stockpile* akibat dari penimbunan batubara yang lama. Ini dikarenakan adanya *break down, stop hauling*, dan penyetopan jalan (masalah lahan dengan orang sekitar dan ada tuntutan-tuntutan lainnya) sehingga perusahaan tidak bisa melakukan produksi.

Beberapa faktor lain penyebab terjadinya swabakar ini adalah kurangnya pengaturan atau manajemen *stockpile*, seperti lamanya penimbunan batubara dan metode pemadatan pada timbunan di *ROM stockpile*.

Manajemen *stockpile* yang tidak berjalan dengan baik diantaranya tidak memakai prinsip dasar pengelolaan *stockpile* adalah penerapan sistem *FIFO (First In First Out)*.

Kemudian juga belum adanya pengukuran temperatur pada timbunan batubara pada *ROM stockpile* di PT. Prima Dito Nusantara.

Kurangnya penanganan serta upaya pencegahan serius saat terjadinya swabakar, dikarenakan perusahaan tidak mempunyai Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3).

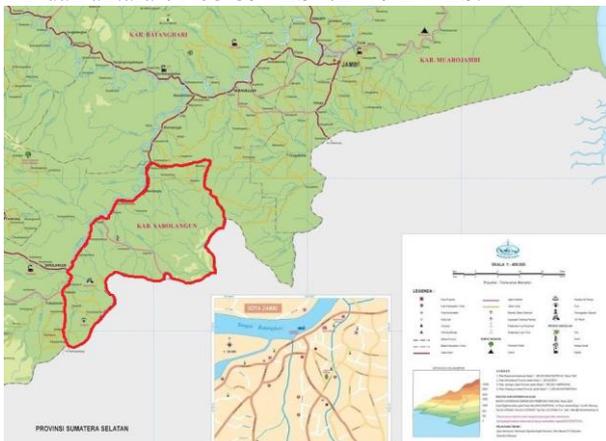
2. Kajian Pustaka

Swabakar bisa disebut juga *spontaneous combustion* atau *self combustion* adalah salah satu fenomena yang terjadi pada batubara pada waktu batubara tersebut disimpan atau di *storage/stockpile* dalam jangka waktu tertentu^[2].

Proses *spontaneous combustion* mula-mula batubara akan menyerap oksigen dari udara secara perlahan-lahan dan kemudian temperatur udara akan naik kemudian akan mencapai 100°C–140°C, setelah itu uap dan CO₂ akan terbentuk sampai temperatur 230°C, isolasi CO₂ akan berlanjut. Bila temperatur telah berada di atas 350°C, ini berarti batubara telah mencapai titik slutnya dan akan cepat terbakar^[3].

Titik slut/nyala (*glow points*) pada batubara berbeda-beda untuk tiap kelasnya. Untuk kelas batubara subbituminus di PT. PDN adalah 528°C.

Lokasi operasional PT. Prima Dito Nusantara terletak di Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Secara geografis lokasi penambangan PT. Prima Dito Nusantara terletak pada posisi 102°03'39"–103°13'17" BT dan antara 01°53'39" LS–02°46'24" LS.



Gambar 1. Peta Geografis Kabupaten Sarolangun

Keadaan topografi wilayah Kabupaten Sarolangun bervariasi, mulai dari datar, bergelombang sampai berbukit-bukit. Wilayah bagian utara umumnya datar hingga bergelombang, wilayah bagian timur datar bergelombang dan wilayah bagian selatan berbukit-bukit, sedangkan wilayah bagian barat datar bergelombang. Topografi wilayah Kabupaten Sarolangun terdiri dari dataran (0-2%) seluas 167.891 ha, bergelombang (3-15%) seluas 272.412 ha, Curam (16-40%) seluas 78.090 ha dan sangat curam (40%) seluas 99.090 ha.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli–Agustus tahun 2017. Lokasi penelitian di Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi.

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hal ini dikarenakan dalam penelitian nantinya, akan menggunakan data-data berupa angka-angka^[4]. Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder yang kemudian dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian.

Data primer yang akan diambil adalah: luas area *ROM stockpile*, dimensi timbunan (volume) batubara di *ROM stockpile*, temperatur batubara di *ROM stockpile*, dan peta topografi. Sedangkan data sekunder yang akan diambil adalah: peta geologi, peta administratif, data iklim dan curah hujan lokasi penelitian, data kualitas batubara *ROM stockpile*, data volume *ROM stockpile*, serta dokumen PT. Prima Dito Nusantara.

3.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan, dilakukan penelitian dan pengamatan baik secara langsung maupun secara tidak langsung, adapun tahapan yang dilakukan dalam melakukan pekerjaan penelitian adalah persiapan, studi literatur dan diskusi, tahapan pengambilan data lapangan, pengolahan dan analisis data, penyusunan laporan.

Data primer berupa mengukur dan mengamati dimensi timbunan pada *ROM stockpile*, mengukur temperatur timbunan di *ROM stockpile* pada pemadatan dengan alat *excavator* dan *bulldozer* selama 21 hari dengan 14 titik, mengamati cara penanganan swabakar yang dilakukan perusahaan, foto di lapangan sebagai dokumentasi penelitian.

Data sekunder berupa data curah hujan di Kabupaten Sarolangun, data topografi daerah penimbunan batubara, data volume batubara di *ROM stockpile* pada bulan Juli 2017, data hasil uji labor kualitas batubara, desain *ROM stockpile*.

3.3 Instrumentasi dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumentasi atau alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah gps dan kompas, meteran gulung,

termometer, pipa, kantong plastik dan sekop, Proses pengumpulan data didapatkan selain dari pihak perusahaan itu sendiri juga didapatkan dari beberapa sumber terkait. Proses pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dimensi Penimbunan Batubara di *Stockpile*

Data ini didapatkan dari keliling area, luas area, tinggi, dan sudut *slope* timbunan batubara di *stockpile* dengan menggunakan GPS dan kompas. Dimensi timbunan baik secara teknis atau metodenya harus layak.

2. Temperatur Batubara pada Timbunan di *Stockpile*

Temperatur batubara pada kedalaman 1 meter diukur beberapa titik di lokasi dengan menggunakan termometer untuk menentukan kapan akan terjadinya swabakar.

3. Kesesuaian Iklim dan Curah Hujan di Lokasi Penelitian

Data iklim dan curah hujan ini digunakan untuk menentukan kapan terjadinya swabakar agar bisa ditangani secepat mungkin. Data ini didapatkan dari beberapa sumber seperti perusahaan dan *website*.

4. Data Dimensi Volume *ROM Stockpile*

Data ini digunakan untuk mengetahui berapa volume yang terdapat pada timbunan batubara di *ROM stockpile* Data ini didapatkan dari perusahaan.

5. Data Uji Labor

Data ini digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas batubara yang dihasilkan dari *stockpile* dengan batubara yang sudah terbakar akibat swabakar.

6. Peta Topografi

Peta topografi digunakan untuk menentukan elevasi dari lokasi penelitian. Peta ini didapatkan dari perusahaan dengan menggunakan software tambang.

7. Peta Geologi dan Peta Administratif

Peta geologi untuk mengetahui keadaan geologi dari lokasi penelitian, dan peta administratif untuk mengetahui batas-batas administratif dari lokasi penelitian tersebut. Semua data tersebut didapatkan dari pihak perusahaan, jurnal dan *website* yang dapat dipercaya informasinya.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dari penelitian ini adalah batubara yang ditimbun pada *ROM stockpile* di PT. Prima Dito Nusantara. Adapun yang menjadi sampel adalah laju kenaikan temperatur setiap 14 titik pengamatan pada

timbunan batubara *ROM stockpile* yang diambil selama 21 hari pengamatan dengan cara termometer yang dimasukkan ke dalam pipa bisa mencapai pada kedalaman 1 m yang ujungnya dibuat beberapa lobang agar termometer yang dimasukkan bisa mencapai batubara^[5].

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan pada timbunan batubara yang berlokasi di *ROM stockpile* PT. Prima Dito Nusantara. Pengamatan dan pengukuran temperatur serta dimensi timbunan batubara dilakukan pada *ROM stockpile* batubara yang memiliki bentuk pola penimbunan *cone ply* menggunakan pemadatan dengan alat *Excavator Kobelco SK200* dan alat *Buldozer Komatsu D85E-SS* sehingga didapat data untuk selanjutnya dianalisis guna menjawab mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya *spontaneous combustion* atau swabakar, serta upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya swabakar. Berdasarkan hasil pengujian batubara (lihat Tabel 2) yang dilakukan pada laboratorium PT. Prima Dito Nusantara, batubara yang berada pada *ROM stockpile* ini termasuk golongan batubara subbituminus dengan nilai kalori sebesar 4.200 Kkal/gr (adb) dengan kadar sulfur sebesar 0,696% (adb)^[6].

Tabel 2. Data Hasil Uji Laboratorium Batubara *ROM Stockpile* PT. Prima Dito Nusantara.

No.	Parameter	Hasil Pengujian (adb)
1.	<i>Total moisture</i>	9,1 % (arb)
2.	<i>Inherent moisture</i>	3,6 %
3.	<i>Ash content</i>	1,27 %
4.	<i>Volatile matter</i>	38,63 %
5.	<i>Fixed carbon</i>	56,5 %
6.	<i>Total sulfur</i>	0,696 %
7.	<i>Gross caloric value</i>	4.200 Kkal/gr

ROM stockpile memiliki bagian penyokong yang bertujuan untuk mendukung kegiatan penimbunan batubara pada *stockpile*. Bagian penyokong *ROM stockpile* tersebut yaitu:

1. Saluran Air

Dari hasil pengamatan di lapangan pada sisi-sisi *ROM stockpile* terdapat saluran penyaliran yang dibuat khusus agar air hujan dapat keluar dari *ROM stockpile* kemudian akan dialirkan menuju kolam pengendapan sementara^[7].

2. Pembatas Jalan

Pada *ROM stockpile* terdapat pembatas jalan untuk alat mekanis yang lewat. Jalan ini nantinya dapat digunakan oleh *buldozer* dan *excavator* untuk mengatur ketinggian timbunan dan memadamkan gejala swabakar yang terjadi pada timbunan batubara.

3. Posisi Matahari Terhadap Posisi Timbunan

Dimana kita ketahui panas bumi bersumber dari matahari. Suhu tertinggi biasa terjadi pada pukul satu sampai dua siang. Dalam artian tengah hari adalah titik dimana matahari berada pada posisi tertinggi di langit. Paparan sinar dan panas matahari dominan pada sisi barat timbunan *ROM stockpile*. Hal ini tentunya mempengaruhi laju kenaikan suhu pada sisi barat timbunan tersebut.

4.1 Faktor-Faktor yang Menimbulkan Terjadinya Swabakar

Berdasarkan hasil analisa didapatkan bahwa timbunan batubara menggunakan cara pemadatan dengan *excavator* lebih banyak mengalami *ignition point* pada beberapa titik sampel bila dibandingkan cara pemadatan dengan *buldozer*. Parameter serta manajemen yang menyebabkan banyaknya *ignition point* pada pemadatan dengan *excavator* jika dibandingkan dengan pemadatan dengan *buldozer* adalah sebagai berikut:

4.1.1 Parameter Pemicu Terjadinya Swabakar

1. Lamanya Penimbunan

Lamanya batubara tertimbun bisa terjadi karena faktor dari dalam maupun dari luar perusahaan. Seperti wawancara yang dilakukan peneliti kepada pekerja dan *engineer* perusahaan, faktor dari dalam perusahaan misalnya *stop hauling* karena alat berat mengalami *trouble*. Sedangkan faktor dari luar perusahaan misalnya penyetopan jalan oleh masyarakat sekitar karena adanya masalah tuntutan-tuntutan terhadap lahan yang dipakai oleh perusahaan. Sehingga batubara pada *ROM stockpile* tertimbun lebih kurang sekitar 2 bulan.

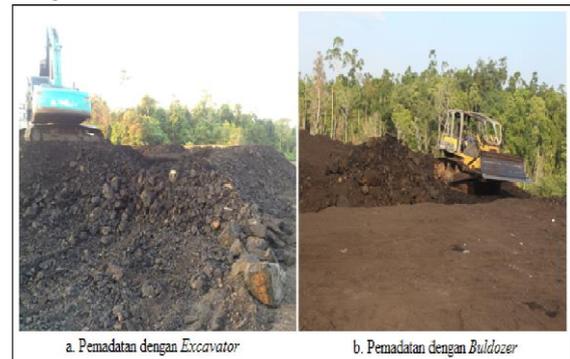
Seharusnya yang dilakukan oleh pihak perusahaan untuk masalah *stop hauling* adalah melakukan pengecekan dan perawatan terhadap alat berat secara rutin seperti 2 kali seminggu agar alat berat tidak mengalami *trouble* dan proses *hauling* tidak terhambat. Sedangkan untuk masalah penyetopan jalan, harusnya pihak perusahaan dan *owner* bermusyawarah dengan masyarakat sekitar untuk masalah area lahan penambangan secara baik-baik. Jika faktor-faktor tersebut sudah bisa diatasi, maka bisa meminimalisir batubara di *ROM stockpile* tertimbun lama.

2. Metode Pemadatan dan Keseragaman Ukuran Butir Batubara

Pada penelitian ini gejala swabakar umumnya juga terjadi pada pemadatan dengan *Excavator Kobelco SK200*. Hal ini terjadi karena tiap batubara yang ditimbun masih dalam ukuran bongkahan atau butir besar. Keseragaman ukuran bongkahan ini membuat rongga-rongga pada timbunan batubara

bertambah sehingga kesempatan udara untuk lewat ke dalam timbunan akan bertambah juga.

Bila dibandingkan dengan pemadatan yang dilakukan oleh *Buldozer Komatsu D85E-SS*, batubara ini mempunyai ukuran butir yang sudah bervariasi akibat dipadatkan dengan *buldozer* sehingga batubara lebih dikompaksi. Karena ukuran butir batubara bervariasi akan mengakibatkan kurangnya rongga pada timbunan sehingga udara masuk berkurang. Inilah salah satu penyebab temperatur timbunan pada pemadatan dengan *buldozer* lebih rendah daripada pemadatan dengan *excavator*.



Gambar 2. Metode Pemadatan Batubara di *ROM Stockpile*



Gambar 3. Keseragaman Ukuran Butir Batubara

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 di atas, maka bisa dilihat lebih baik pemadatan dengan menggunakan alat berat *Buldozer Komatsu D85E-SS* dibanding pemadatan dengan alat berat *Excavator Kobelco SK200*.

3. Suhu Swabakar

Semua jenis batubara mempunyai kemampuan untuk terjadinya proses swabakar, tetapi waktu yang diperlukan dan besarnya suhu yang dibutuhkan untuk proses swabakar batubara ini tidak sama (dilihat dari golongan batubaranya). Suhu batubara yang diteliti tergolong batubara subbituminus yaitu dengan kalori 4.200 Kkal/kg (*rank* rendah), kadar air dan kadar abu yang tinggi. Untuk batubara subbituminus menjadi salah satu faktor terjadinya swabakar untuk rentang waktu yang lebih cepat

daripada batubara bituminus maupun antrasit. Maka dari itu temperatur batubara perlu diukur secara berkala agar bisa diperkirakan estimasi kapan terjadinya swabakar.

Selama penelitian dilakukan banyak titik sampel yang telah mencapai suhu kritis terjadinya swabakar. Titik sampel yang mengalami gejala swabakar umumnya berada pada titik-titik timur dan barat saat dimana matahari berada pada posisi tertinggi di langit yaitu pada pukul 1 sampai 2 siang atau tengah hari yang mana pada saat itu matahari mengalami suhu tertinggi. Biasanya gejala swabakar ditandai dengan adanya asap kecil yang keluar dari timbunan batubara. Walaupun temperatur timbunan telah mencapai suhu kritis terkadang pada titik sampel tertentu tidak keluar asap yang menandakan adanya gejala swabakar. Oleh karena itu dalam penelitian ini pengamatan terhadap gejala terjadinya swabakar tidak hanya pada kenaikan temperatur yang telah mencapai suhu kritis saja tetapi juga dilakukan terhadap reaksi yang dihasilkan antara timbunan batubara dan oksigen akibat telah tercapainya suhu kritis tersebut. Perilaku yang berbeda pada pemadatan dengan *buldozer*, perubahan temperatur pada timbunan batubara ini tidak pernah mencapai suhu kritis.

Perbedaan perilaku temperatur tiap titik-titik pengukuran antara dua cara pemadatan timbunan batubara dapat dilihat pada grafik. Titik-titik pengukuran ini berada pada sisi disaat matahari berada pada suhu tertinggi.

4.1.2 Manajemen Stockpile

1. Sistem Penimbunan

Sistem penimbunan batubara harus diatur sedemikian rupa agar *segregasi* atau pemisahan *stock* berdasarkan perbedaan kualitas dapat dilakukan dengan baik, juga timbunan tersebut dapat meminimalkan resiko terjadinya pembakaran spontan di *stockpile*. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menimbun batubara memanjang searah dengan arah angin agar permukaan timbunan batubara yang menghadap ke arah datangnya angin menjadi kecil.

PT. Prima Dito Nusantara sendiri kadang menerapkan sistem *LIFO (Last In First Out)* bukan sistem *FIFO (First In First Out)*. Sistem *LIFO* yaitu dimana batubara yang terakhir kali ditimbun paling awal diambil. Pada sistem ini kegiatan penimbunan dilakukan sesuai dengan jadwal akan tetapi kegiatan pembongkaran timbunan dilakukan pada batubara yang terakhir ditimbun, sehingga pola ini memungkinkan batubara tertimbun lebih lama dan memicu terjadinya swabakar.

Maka sistem penimbunan yang seharusnya dipakai oleh PT. Prima Dito Nusantara adalah sistem *FIFO (First In First Out)*, dimana batubara yang pertama kali masuk (yang dibawa dari *pit*), harus keluar

pertama juga (yang dibawa ke pelabuhan). Sistem ini gunanya mencegah batubara tertimbun lama, sehingga sistem ini perlu dipakai untuk mencegah terjadinya swabakar^[8].

2. Keadaan Tempat Penimbunan (Tidak Bersih)

Area sekitar penimbunan batubara harusnya bersih dan terbebas dari segala macam material lainnya yang mudah terbakar. Sedangkan yang peneliti tinjau saat di *ROM stockpile*, terdapat sampah-sampah berserakan di sekitar area tersebut. Hal ini tentunya tidak diperbolehkan, karena sampah merupakan material yang mudah terbakar dan kemudian nantinya akan memicu titik api serta swabakar. Maka seharusnya pihak perusahaan maupun supir *truck* tersebut harus saling menjaga kebersihan di area *ROM stockpile* agar tidak memicu titik api dan swabakar nantinya.

4.2 Penimbunan dan Pemadatan sesuai Manajemen Stockpile

Volume timbunan adalah 3.341 m³ dan tonase timbunannya adalah 3.341 ton, panjang sisi miring timbunan sebesar 5 m, tinggi timbunan sebesar 3,22 m. maka dimensinya dihitung sebagai berikut:

Diketahui:

- Keliling lingkaran atas = 170 m
- Keliling lingkaran alas = 194 m
- Panjang sisi miring timbunan = 5 m

Mengetahui luas atas dan alas maka harus mengetahui jari-jari lingkaran timbunan adalah sebagai berikut:

- Keliling lingkaran atas = $2 \pi r$
 $170 \text{ m} = 2 \times 3,14 \times r$
 $170 \text{ m} = 6,28 \times r$
 $r = 170 \text{ m} / 6,28$
 $r = 27,07 \text{ m}$
- Keliling lingkaran alas = $2 \pi r$
 $194 \text{ m} = 2 \times 3,14 \times r$
 $194 \text{ m} = 6,28 \times r$
 $r = 194 \text{ m} / 6,28$
 $r = 30,89 \text{ m}$
- Luas lingkaran atas = πr^2
 $= 3,14 \times (27,07 \text{ m})^2$
 $= 3,14 \times (732,7849 \text{ m}^2)$
 $= 2300,94 \text{ m}^2$
- Luas lingkaran alas = πr^2
 $= 3,14 \times (30,89 \text{ m})^2$
 $= 3,14 \times (954,1921 \text{ m}^2)$
 $= 2996,16 \text{ m}^2$

Mencari tinggi timbunan tersebut kita bentuk dengan segitiga siku-siku adalah sebagai berikut:

- Mengetahui diameter atas adalah sebagai berikut:

$$d = 2 \times r$$

$$d = 2 \times 27,07 \text{ m}$$

$$d = 54,14 \text{ m}$$

- Mengetahui diameter alas adalah sebagai berikut:

$$d = 2 \times r$$

$$d = 2 \times 30,89 \text{ m}$$

$$d = 61,78 \text{ m}$$

Sehingga untuk menentukan tingginya kita membentuk segitiga siku-siku adalah sebagai berikut:

$$S2 = S1 + 2X$$

$$2X = S2 - S1$$

$$X = \frac{S2 - S1}{2}$$

$$X = \frac{61,78 \text{ m} - 54,14 \text{ m}}{2}$$

$$X = \frac{7,64 \text{ m}}{2}$$

$$X = 3,82 \text{ m}$$

Maka setelah dapat X bisa diperoleh T (dengan menggunakan rumus segitiga) sebagai berikut:

$$T = \sqrt{P^2 - X^2}$$

$$T = \sqrt{5^2 \text{ m} - 3,82^2 \text{ m}}$$

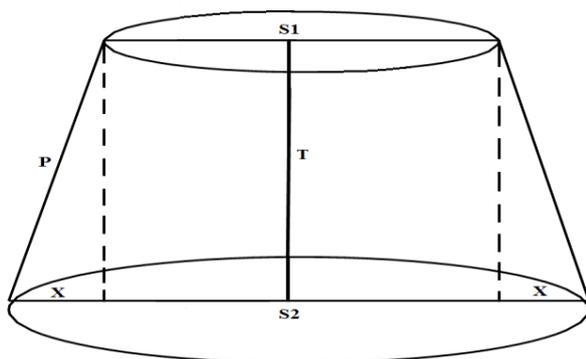
$$T = \sqrt{25 \text{ m} - 14,6 \text{ m}}$$

$$T = \sqrt{10,4 \text{ m}}$$

$$T = 3,22 \text{ m}$$

Dimana :
 S1 = Panjang diameter atas
 S2 = Panjang diameter alas
 X = Selisih dari S2 - S1
 P = Panjang sisi miring
 T = Tinggi

Dimensi timbunan batubara yang peneliti amati di perusahaan adalah bentuk kerucut terpancung.



Gambar 4. Ilustrasi Dimensi Timbunan Kerucut Terpancung

Penimbunan batubara pada *ROM stockpile* ini harusnya menggunakan pola penimbunan *chevron* yaitu penimbunan dengan menumpuk batubara secara berurutan menjadi tumpukan-tumpukan kecil batubara, kemudian tumpukan batubara tersebut diratakan dan dilakukan pemadatan dengan menggunakan *Buldozer Komatsu D85E-SS* pada setiap lapisan (*layer*) dan

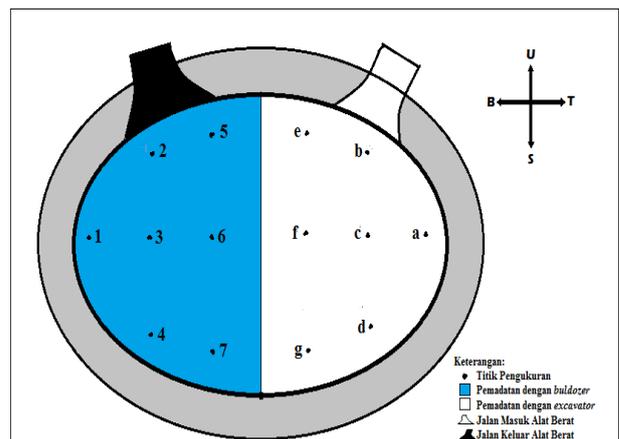
selanjutnya batubara yang datang dari *pit* ditumpuk kembali diatas lapisan yang sudah dipadatkan sebelumnya dengan cara berurutan untuk dilakukan pemadatan lagi dan begitu seterusnya dengan tinggi masing-masing layer sekitar 0,5 m^[9].

Kemiringan sudut timbunan pada *ROM stockpile* ini diukur ± 45°, dimana sudut timbunan yang ideal itu pada 38°. Walaupun 45° itu merupakan sudut maksimal untuk penimbunan batubara, tetapi kemiringan sudut timbunan yang dipadatkan harusnya berada pada sudut ≥ 38° dan < 45° agar meminimalisir terjadinya longsor pada timbunan tersebut.

4.3 Estimasi Terjadinya Swabakar

4.3.1 Pengukuran Temperatur Timbunan Batubara di ROM Stockpile PT. Prima Dito Nusantara

Sebelum dilakukan pengukuran pada temperatur timbunan terlebih dahulu ditentukan letak titik-titik pengukuran temperatur pada tiap timbunan dengan menggunakan GPS. Titik-titik pengukuran sebanyak 14 titik di sekeliling timbunan diukur selama 3 minggu.



Gambar 5. Ilustrasi Tata Letak Titik-Titik Pengukuran Temperatur pada Timbunan *Cone Ply*

Setelah ditentukan letak titik-titik pengukuran temperatur, maka dilanjutkan dengan mengukur temperatur atau suhu batubara dengan menggunakan pipa besi sepanjang 1,2 m dan termometer pada masing-masing titik yang telah ditandai dengan GPS. Caranya yaitu dengan mengukur kedalaman 1 m pada *ROM stockpile* di masing-masing titik tadi (jarak antar titik sebesar 10 m), dimana termometer dimasukkan ke dalam pipa besi yang ujungnya dibuat runcing dan berlubang-lubang agar termometer bisa mengukur temperatur pada kedalaman tersebut.

Temperatur pada timbunan batubara *ROM stockpile* diukur selama 21 hari berturut-turut pada 14 titik disekeliling timbunan. Data hasil pengukuran temperatur pada timbunan ini adalah sebagai berikut: (lihat Tabel 3)

Tabel 3. Data Pengukuran Temperatur pada Kedalaman 1 m Timbunan Batubara ROM Stockpile.

Titik Hari ke-	a	1	2	b	c	3	d	4	e	5	f	6	g	7
	1.	34	33	33	33	33	33	34	33	33	33	33	33	34
2.	33	33	33	33	33	34	33	33	34	33	33	34	34	33
3.	34	34	34	34	34	33	34	34	34	33	33	33	34	34
4.	34	33	34	34	34	34	35	33	33	34	34	34	35	33
5.	35	34	35	33	33	33	34	34	34	33	33	33	36	33
6.	35	33	35	33	34	34	35	33	34	33	34	34	35	34
7.	36	34	36	34	35	34	36	34	33	34	35	33	36	34
8.	34	34	34	34	34	35	34	34	34	34	34	34	36	34
9.	36	35	34	35	34	35	35	35	35	34	34	35	37	35
10.	36	35	35	35	36	34	34	36	36	35	35	34	38	36
11.	35	36	35	36	36	35	35	36	36	36	36	35	37	36
12.	36	36	36	34	35	36	36	36	35	35	36	35	38	37
13.	36	35	36	36	36	36	36	37	36	35	36	36	38	37
14.	37	37	36	36	37	35	37	37	37	36	37	36	39	38
15.	38	36	37	37	38	35	39	36	37	37	37	36	43	37
16.	39	36	38	38	39	36	39	36	38	36	39	37	45	37
17.	40	37	38	37	40	36	42	37	39	36	40	36	48	38
18.	41	38	39	37	39	37	43	38	39	37	39	37	55	38
19.	41	38	39	38	39	37	42	37	38	37	38	38	49	39
20.	39	37	38	37	40	38	40	38	39	38	40	37	47	38
21.	41	38	40	38	39	37	41	37	39	37	39	37	48	39

Keterangan: Excavator
Buldozer

Hasil pengukuran temperatur timbunan batubara ROM stockpile diperoleh data seperti pada Tabel 3 di atas, dimana dari grafik perbedaan tiap titik pengukuran antara dua pemadatan yang berbeda dengan menggunakan *trendline linear* pada MS Excel. Jika temperatur terjadinya swabakar itu pada $y = 60^{\circ}\text{C}$, maka didapat:

Trendline linear pemadatan dengan *excavator*:

$$y = 0,04432x + 31,097$$

$$60 = 0,04432x + 31,097$$

$$60 - 31,097 = 0,04432x$$

$$28,903 = 0,04432x$$

$$x = 63,38 \approx 63 \text{ hari} \approx 9 \text{ minggu}$$

Trendline linear pemadatan dengan *buldozer*:

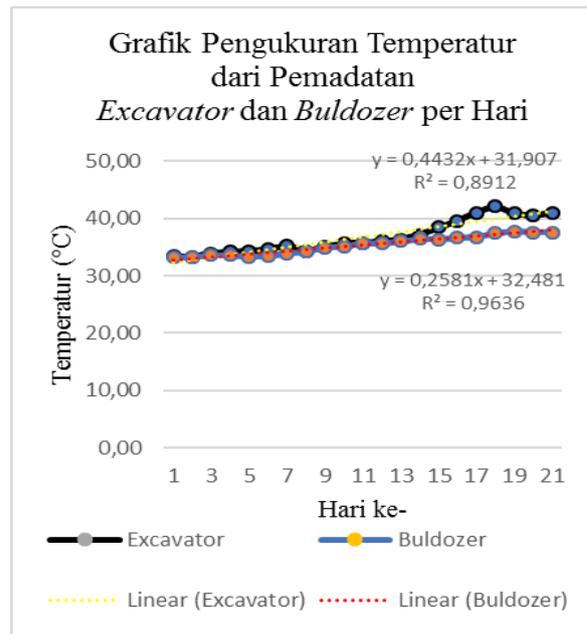
$$y = 0,2581x + 32,481$$

$$60 = 0,2581x + 32,481$$

$$60 - 32,481 = 0,2581x$$

$$27,519 = 0,2581x$$

$$x = 106,62 \approx 107 \approx 15 \text{ minggu}$$



Gambar 6. Grafik Pengukuran Temperatur dari Pemadatan Excavator dan Buldozer per Hari

Dapat dilihat dari grafik di atas bahwa perbedaan laju kenaikan temperatur pada pemadatan dengan *buldozer* relatif konstan bila dibandingkan dengan pemadatan dengan *excavator* yang cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan pemadatan dengan *excavator* hanya memadatkan dengan *bucket*, sehingga pemadatan tidak merata. Akibatnya banyak rongga udara pada ROM stockpile yang akan menimbulkan oksidasi lalu memicu terjadinya swabakar. Bila dibandingkan dengan pemadatan dengan *buldozer*, ROM stockpile dipadatkan lebih merata dengan *cutting edge* sehingga rongga udara lebih berkurang dan potensi swabakar juga berkurang. Dari hasil pengukuran temperatur timbunan batubara tersebut juga bisa diperkirakan kapan estimasi terjadinya swabakar dengan menggunakan rumus^[5]:

$$T = (P \times K_s) + S_a \quad (1)$$

Dimana:

- T = Temperatur batubara mulai berasap (60°C)
- P = Jumlah minggu (minggu)
- K_s = Kenaikan rata-rata temperatur perminggu (°C/minggu)
- S_a = Temperatur awal batubara pada saat dibuat timbunan (°C)

1. Perhitungan estimasi akan terjadinya swabakar, dimana K_s = 3,11°C dan S_a = 33°C

$$\begin{aligned} T &= (P \times K_s) + S_a \\ 60^\circ\text{C} &= (P \times 3,11^\circ\text{C/minggu}) + 33^\circ\text{C} \\ 60^\circ\text{C} - 33^\circ\text{C} &= (P \times 3,11^\circ\text{C/minggu}) \\ 27^\circ\text{C} &= (P \times 3,11^\circ\text{C/minggu}) \\ P &= \frac{27^\circ\text{C}}{3,11^\circ\text{C/minggu}} \\ P &= 8,70 \approx 9 \text{ minggu} \end{aligned}$$

2. Perhitungan estimasi akan terjadinya swabakar, dimana K_s = 1,81°C dan S_a = 33°C

$$\begin{aligned} T &= (P \times K_s) + S_a \\ 60^\circ\text{C} &= (P \times 1,81^\circ\text{C/minggu}) + 33^\circ\text{C} \\ 60^\circ\text{C} - 33^\circ\text{C} &= (P \times 1,81^\circ\text{C/minggu}) \\ 27^\circ\text{C} &= (P \times 1,81^\circ\text{C/minggu}) \\ P &= \frac{27^\circ\text{C}}{1,81^\circ\text{C/minggu}} \\ P &= 14,90 \approx 15 \text{ minggu} \end{aligned}$$

Maka dapat disimpulkan bahwa pada pemadatan dengan *Excavator Kobelco SK200* kemungkinan terjadinya swabakar relatif lebih cepat yaitu pada minggu ke-9 bila dibandingkan pada pemadatan dengan *Buldozer Komatsu D85E-SS* yaitu pada minggu ke-15.

Berdasarkan hasil pengukuran temperatur timbunan pada kedua pemadatan timbunan batubara yang diteliti didapatkan data sebagaimana pada Tabel 4. Data tersebut didapatkan berdasarkan pengolahan data dengan melakukan perhitungan terhadap laju kenaikan temperatur timbunan baik untuk pemadatan dengan *excavator* maupun *buldozer*. Data yang dihitung juga meliputi data laju kenaikan temperatur timbunan rata-rata tiap titik sampel dan tiap pemadatan timbunan batubara setiap hari selama kegiatan penelitian.

Dari hasil perhitungan tersebut maka diperoleh perbedaan laju kenaikan temperatur timbunan batubara untuk pemadatan dengan *excavator* dan *buldozer*. Pemadatan timbunan batubara dengan laju kenaikan temperatur timbunan yang tinggi lebih berpotensi menyebabkan terjadinya swabakar daripada pemadatan timbunan dengan laju kenaikan temperatur timbunan yang rendah. (lihat Tabel 4).

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Temperatur Timbunan

No.	Parameter	Pemadatan dengan	
		<i>Excavator</i>	<i>Buldozer</i>
1.	Temperatur rata-rata maksimal tiap titik sampel	38,02°C	35,67°C
2.	Temperatur rata-rata maksimal tiap timbunan per hari	42,22°C	39,10°C

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa pemadatan dengan *excavator* mengalami kenaikan temperatur timbunan yang lebih tinggi bila dibandingkan pemadatan dengan *buldozer*, yaitu pada temperatur ± 42°C. Maka dapat diartikan bahwa temperatur 42°C ini telah mendekati gejala swabakar, padahal baru diukur selama 3 minggu. Dilihat dari temperatur awal sebesar 33°C, berarti setiap minggu kenaikan temperaturnya sekitar 3°C. Jadi jika diukur selama 9 minggu seperti perkiraan perhitungan, maka temperatur yang didapat mencapai 60°C (sama dengan temperatur saat timbulnya gejala asap swabakar)^[10]. Sehingga jika laju kenaikan temperatur timbunan menjadi dasar terjadinya potensi swabakar maka pemadatan dengan *excavator* memiliki potensi yang lebih besar daripada pemadatan dengan *buldozer* untuk menyebabkan terjadinya gejala swabakar.

4.3.2 Peristiwa Swabakar Batubara pada ROM Stockpile PT. Prima Dito Nusantara

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, didapati bahwa batubara *ROM stockpile* menggunakan pemadatan dengan *excavator* mengalami swabakar (*spontaneous combustion*) (lihat Gambar 7) sedangkan pada pemadatan dengan *buldozer* belum terjadi swabakar.



Gambar 7. Swabakar pada ROM Stockpile PT. PDN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa titik pengukuran yang mengalami swabakar ini berada pada sisi barat pada pemadatan dengan *excavator*. Dimana sisi ini lebih dominan terkena sinar matahari yang mana matahari salah satu penyebabnya swabakar. Selain itu, swabakar batubara juga cenderung terjadi di bagian bawah *stockpile* terutama di area timbunan yang menyudut. Hal ini dikarenakan bagian bawah *stockpile* mempunyai kemampuan untuk menyerap oksigen lebih tinggi

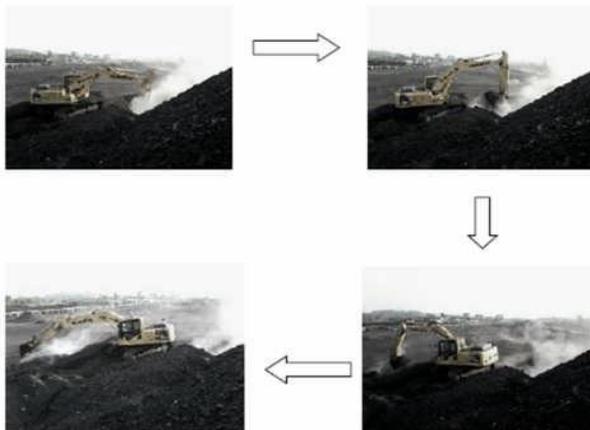
dibandingkan titik lainnya dan juga pada area timbunan yang menyudut akan menyebabkan aliran udara keluar menjadi terhambat sehingga panas akan terakumulasi di area tersebut.

Selain itu, berkumpulnya material batubara berukuran cukup besar pada bagian bawah *stockpile* menyebabkan semakin banyaknya aliran udara masuk. Panas yang terkumpul di bagian dalam *stockpile* ditambah dengan besarnya massa di atasnya yang dapat berperan dalam meningkatkan temperatur, perlahan akan mengalir ke luar sehingga muncul asap bahkan api di bagian luar *stockpile*.

Salah satu cara untuk memprediksi kejadian swabakar batubara adalah dengan melihat kemunculan asap pada timbunan batubara. Asap ini menunjukkan terjadinya oksidasi antara batubara dengan udara pada *stockpile*, yang jika dibiarkan dapat menimbulkan swabakar. Ketika asap terlihat pada sisi *stockpile* penanganan yang dapat dilakukan yaitu dengan cara memindahkan material yang berasap ke area luar *ROM stockpile* menggunakan *excavator* untuk mengurangi panas yang berada di dalam *stockpile*.

4.4 Upaya Penanganan Swabakar Batubara pada ROM Stockpile

Penanganan gejala swabakar yang diterapkan pada *ROM stockpile* di PT. Prima Dito Nusantara adalah metode kompaksi.



Gambar 8. Tahapan Penanganan Gejala Swabakar Menggunakan Metode Kompaksi oleh *Excavator Kobelco SK330*

Menangani swabakar pada timbunan batubara atau batubara yang panas dapat dilakukan upaya penanganan sebagai berikut:

1. Gali dan ambil batubara yang terbakar agar panas yang terkandung tidak terakumulasi terus menerus yang mengakibatkan terbakarnya batubara dalam jumlah besar.
2. Selanjutnya pindahkan batubara panas atau terbakar jauh-jauh dari area penimbunan, agar batubara panas atau terbakar tidak mempengaruhi batubara lain.
3. Setelah itu sebarakan batubara panas pada area yang aman, sehingga panas yang ada dapat keluar.
4. Semprot dengan sumber air bertekanan tinggi batubara yang panas atau terbakar hingga dingin.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Faktor-faktor yang dapat menimbulkan terjadinya swabakar pada *ROM stockpile* di PT. Prima Dito Nusantara yaitu dikarenakan lamanya penimbunan batubara, metode pemadatan dan keseragaman ukuran butir batubara, suhu atau temperatur swabakar, sistem penimbunan batubara yang dipakai sistem *LIFO (Last In First Out)*, serta keadaan tempat penimbunan tidak bersih.
2. Manajemen *stockpile* yang layak diterapkan di PT. Prima Dito Nusantara harusnya tidak menimbun lama batubara di *ROM stockpile*, memperhatikan metode pemadatan yang baik dan ukuran batubara agar tidak ada rongga udara, mengukur temperatur batubara secara berkala, menggunakan sistem penimbunan *FIFO (First In First Out)*, dan keadaan sekitar tempat penimbunan *stockpile* harus bersih dan terjaga dari material lainnya yang dapat memicu titik api swabakar.
3. Estimasi terjadinya swabakar pada pemadatan dengan *Excavator Kobelco SK200* dapat diperkirakan terjadi pada minggu ke-9, sedangkan pada pemadatan dengan *Buldozer Komatsu D85E-SS* dapat diperkirakan pada minggu ke-15. Sehingga pemadatan dengan *Excavator Kobelco SK200* relatif lebih cepat terjadi swabakar daripada pemadatan dengan *Buldozer Komatsu D85E-SS*.
4. Upaya penanganan yang seharusnya dilakukan oleh PT. Prima Dito Nusantara untuk menangani swabakar pada *ROM stockpile* yaitu dengan menggali dan mengambil batubara yang terbakar atau panas, kemudian pindahkan batubara panas atau terbakar jauh-jauh dari area penimbunan, setelah itu sebarakan batubara panas pada area yang aman, lalu semprot dengan sumber air bertekanan tinggi batubara tersebut hingga dingin.

5.2 Saran

1. Sangat perlu memperhatikan faktor-faktor dan manajemen *stockpile* yang mempengaruhi terjadinya swabakar, karena ini merupakan *point* penting yang harus diingat dalam permasalahan swabakar.
2. Sebaiknya lakukan pemadatan dengan *buldozer* pada kegiatan penimbunan batubara pada *ROM stockpile* di PT. Prima Dito Nusantara, karena merupakan salah satu pilihan yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya gejala swabakar (*spontaneous combustion*). Sehingga dapat mengurangi terjadinya kehilangan hasil produksi batubara dan penurunan kualitas batubara yang ditimbun dalam jangka waktu yang cukup lama pada *ROM stockpile*.
3. Mengupayakan pencegahan sebelum terjadinya swabakar seperti tindakan *preventif*, memadatkan bagian tepi *ROM stockpile*, menggunakan cairan kimia, pemeriksaan temperatur secara rutin, memakai *volcano trap*, dan pembuatan parit pada *ROM stockpile* di PT. Prima Dito Nusantara.

Daftar Pustaka

- [1] J. Efriyanto S., M. Yusuf, H. Eko Handayani. *Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Kenaikan Temperatur dan Lamanya Waktu pada Proses Swabakar Batubara BA-59, BA-61, BA-63 pada Skala Laboratorium di PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.* Jurnal Teknik Pertambangan (2014)
- [2] H. Mulyana. *Kualitas Batubara dan Stockpile Management.* PT Geoservices, LTD (2005)
- [3] Sukandarrumidi. *Batubara dan Gambut.* Universitas Gajah Mada (2008)
- [4] Kuntjojo. *Metodologi Penelitian.* Universitas Nusantara PGRI Kediri (2009)
- [5] Triono, Y. Suryadi Ambak. *Kajian Teknis Pencegahan Swabakar Batubara di PT. Bukit Baiduri Energy Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur.* Jurnal Geologi Pertambangan Vol.2 (2015)
- [6] M. Nurul Filah, E. Ibrahim, Y. Bayu Ningsih. *Analisis Terjadinya Swabakar dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Batubara pada Area Timbunan 100/200 pada Stockpile Kelok S Di PT. Kuansing Inti Makmur.* Jurnal Teknik Pertambangan (2016)
- [7] R. Silvika Maksum, Nurhakim, Riswan. *Optimasi Pengelolaan Stockrom-Stockpile Serta Simulasi Penanganan Tumpukan Batubara di Stockrom.* Jurnal Geosaita Vol.2, No.1 (2016)
- [8] R. Fathoni, Solihin, Y. Ashari. *Manajemen Penimbunan Batubara pada Lokasi Rom Stockpile PT. Titan Wijaya, Desa Tanjung Dalam, Kecamatan Ulok Kupal, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu.* Jurnal Teknik Pertambangan Vol.3, No.1 (2017)
- [9] S. Syahrul, M. Yusuf, H. Eko Handayani. *Efektifitas Penggunaan Cara Pemadatan Untuk Mencegah Terjadinya Swabakar Pada Temporary Stockpile Pit 1B di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim.* Jurnal Teknik Pertambangan (2014)
- [10] A. Alfarisi, E. Ibrahim, M. Asyik. *Analisis Potensi Self Heating Batubara Pada Live Stock dan Temporary Stockpile Banko Barat PT. Bukit Asam.* Jurnal Teknik Pertambangan Vol.1, No.3 (2017)