

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT Banyan Koalindo Lestari (PT. BKL) merupakan perusahaan pertambangan batubara yang terletak di Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas Utara, Provinsi Sumatera Selatan. Aktivitas penambangan dilakukan di dua *pit* yaitu *pit* utara dan *pit* selatan menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit*. Batubara hasil dari penambangan di kedua *pit* disimpan dan ditimbun di area *stockpile* sebelum diangkut untuk dipasarkan ekspor atau digunakan sebagai bahan bakar di PLTU. Jenis batubara yang terdapat di *pit* PT BKL berjenis *sub-bituminous*. Terdapat lima *seam* batubara yang diberi nama *seam 60*, *seam 40 A*, *seam 40 B*, *seam 40 C*, dan *seam 30*. Kadar kalor pada *seam* tersebut berkisaran antara 4000 kkal/kg sampai dengan 4500 kkal/kg. (PT Banyan Koalindo Lestari, 2023)

PT BKL memiliki tiga Area *stockpile* berdasarkan letaknya yaitu *stockpile* tambang di area *Coal Crusher Plant (CCP)*, *intermediet stockpile*, dan *stockpile* pelabuhan. Kegiatan penambangan yang terus berjalan tentu akan menyebabkan adanya penimbunan batubara di *stockpile* terkhusus *stockpile* di CCP. Perlu diperhatikan prinsip dan mekanisme yang digunakan dalam penimbunan dan pembongkaran. Prinsip dalam melakukan manajemen *stockpile* yaitu FIFO (*first in first out*) agar kegiatan penimbunan dan pengangkutan batubara berjalan baik tanpa adanya permasalahan seperti swabakar (*spontaneous combustion*). Daya tampung batubara di *stockpile* yang melebihi dari kapasitasnya menjadi salah satu masalah yang sering timbul di area *stockpile*. Permasalahan dalam manajemen *stockpile* juga sangat dipengaruhi oleh keseimbangan banyaknya batubara yang masuk dan keluar dari *stockpile*. Untuk itu perlu diadakan analisis terhadap manajemen *stockpile* batubara untuk bisa menjaga kuantitas dan kualitas dari batubara untuk dapat memenuhi permintaan dari konsumen.

1.2. Permasalahan

Permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Belum diketahui kondisi teknis penimbunan dan pembongkaran yang berjalan pada *stockpile* batubara PT BKL.
2. Belum diketahui kondisi penerapan prinsip FIFO dalam manajemen *stockpile* batubara PT BKL.
3. Belum adanya perencanaan upaya untuk memperbaiki manajemen *stockpile* dan meminimalisir terjadinya swabakar.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengkaji kondisi teknis penimbunan dan pembongkaran timbunan yang berjalan pada *stockpile* batubara PT BKL.
2. Mengkaji kondisi penerapan prinsip FIFO dalam manajemen *stockpile* batubara PT BKL.
3. Merencanakan upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki manajemen *stockpile* dan meminimalisir terjadinya swabakar.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian hanya dilakukan pada *stockpile Coal Crushing Plant* PT BKL.
2. Penelitian hanya membahas sistem penimbunan dan pembongkaran batubara.
3. Penelitian menggunakan data aktual pada bulan Februari hingga Maret 2023.
4. Pengaruh air dan kualitas batubara diabaikan.
5. Tanpa mempertimbangkan aspek biaya.

1.5. Metodologi Penelitian

1.5.1. Tahapan Penelitian

Dalam suatu penelitian pasti terdapat suatu permasalahan ataupun keresahan yang perlu dicari solusi dan penyelesaiannya. Untuk mendapatkan alternatif penyelesaian dari permasalahan yang menjadi bahan penelitian, maka diperlukan

data-data pendukung yang harus diambil dan dikumpulkan sebagai dasar penentuan solusi. Dari data-data yang didapat, selanjutnya dilakukan analisis dan dilakukan pengolahan data menggunakan dasar-dasar teori yang sudah ditentukan. Tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1) Studi literatur/jurnal

Studi literatur dilakukan di tahap awal untuk mencari referensi pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

2) Observasi Lapangan

Melakukan pengamatan secara langsung di lapangan untuk mencari dan mengetahui permasalahan yang ada serta melakukan pengumpulan data yang diperlukan sebagai bahan pendukung dalam mendapatkan suatu penyelesaian untuk permasalahan yang sedang diteliti.

3) Pengumpulan Data

Data untuk pendukung dalam suatu penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diambil dari pengamatan secara langsung di lapangan dengan mencatat secara sistematis, mendokumentasikan, atau dengan wawancara terhadap pekerja yang berada di lokasi penelitian. Data primer yang diperlukan sebagai bahan penelitian antara lain :

1. Data pengukuran dimensi *stockpile*.
2. Data pengukuran dimensi timbunan batubara di area *stockpile*.

Data sekunder yaitu data pendukung penelitian yang diambil dari laporan ataupun literatur yang ada di perusahaan dan tidak diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan secara langsung. Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Data profil perusahaan
2. Data curah hujan 10 tahun.
3. Peta topografi dan kesampaian daerah
4. Peta *layout* area *stockpile*.
5. Data kualitas batubara (*mine brand*).
6. Data tonase batubara yang masuk dan keluar area *stockpile*.
7. Data foto udara kondisi area *stockpile*

4) Pengolahan Data

Dilakukan dengan menggabungkan data sekunder dan data primer yang sudah didapatkan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan dilaksanakannya penelitian yang sudah ditetapkan dan mendapatkan penyelesaian dari permasalahan yang menjadi bahan penelitian.

5) Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran. Hasil yang didapatkan dari perhitungan dan penggambaran akan direalisasikan dalam bentuk grafis dan tabel yang akan mengarah pada perumusan penyelesaian masalah. Dengan data yang sudah dilakukan analisis tersebut alternatif solusi dapat dihasilkan.

6) Menarik Kesimpulan

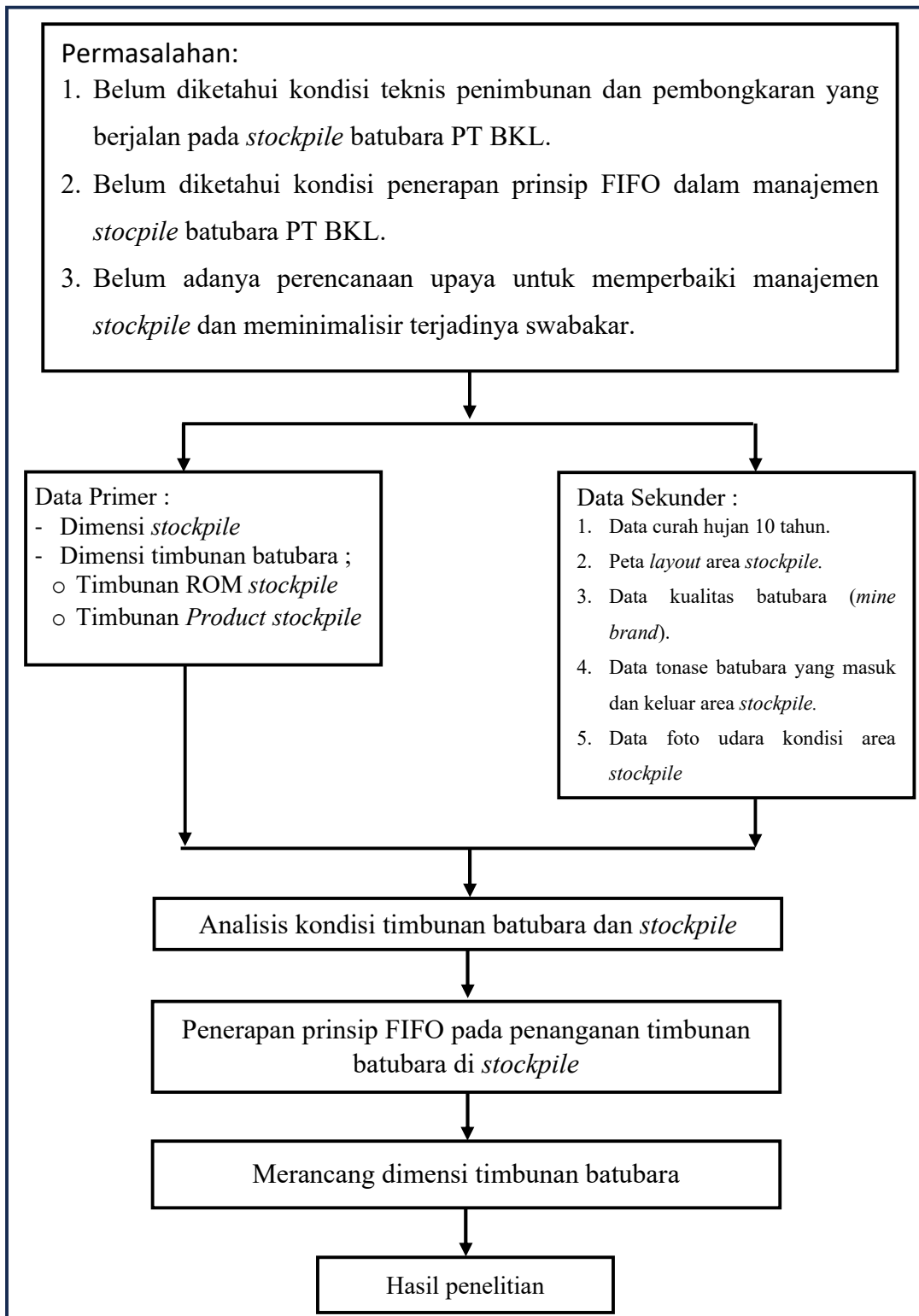
Kesimpulan penelitian didapat dari hasil pembahasan dengan mengkorelasikan antara hasil pengolahan data-data yang ada dengan permasalahan yang menjadi bahan penelitian. Dengan terbentuknya kesimpulan berarti telah diperoleh hasil akhir sebagai solusi dari masalah yang diteliti.

Tahapan penelitian digambarkan dalam bentuk alur yang terdapat pada (Gambar 1.1).

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kondisi aktual dan permasalahan yang ada di lokasi penambangan.
2. Menjadi referensi bagi penelitian lain dengan topik sejenis.
3. Sebagai evaluasi dan rekomendasi dalam melakukan manajemen *stockpile* batubara di PT. Banyan Koalindo Lestari.



Gambar 1.1
Tahap Alur Penelitian

BAB II TINJAUAN UMUM

2.1. Lokasi dan Kesempaan Daerah

Secara administratif lokasi penambangan PT Banyan Koalindo Lestari terletak di Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan. Kecamatan Rawas Ilir berbatasan dengan Kecamatan Talang Tebingtinggi di barat laut, Kecamatan Batanghari Leko di timur laut, Kecamatan Sanga Desa di tenggara, dan Kecamatan Karang Dapo di barat daya. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1

Peta Kesempaan Daerah PT. Banyan Koalindo Lestari (PT Banyan Koalindo Lestari, 2023)

Untuk mencapai lokasi penelitian dapat melalui dua alternatif, yaitu :

1. Dari Yogyakarta International Airport (Kulon Progo) menuju ke Bandar Udara Soekarno Hatta (Tangerang) \pm 1 jam 10 menit. Kemudian dilanjutkan penerbangan ke Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badarudin II (Palembang) \pm 1 jam 30 menit. Dari Palembang menggunakan kendaraan

- darat sejauh ± 260 km dengan waktu tempuh 7-8 jam menuju lokasi penelitian di Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan.
2. Dari Yogyakarta International Airport (Kulon Progo) menuju ke Bandar Udara Soekarno Hatta (Tangerang) ± 1 jam 10 menit. Kemudian dilanjutkan penerbangan ke Bandar Udara Silampari (Lubuk Linggau) ± 1 jam 20 menit. Dari Lubuk Linggau menggunakan kendaraan darat menempuh waktu ± 3 jam 30 menit menuju lokasi penelitian di Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan.

2.2. Iklim dan Curah Hujan

Terletak pada daerah beriklim tropis, lokasi penelitian mengalami dua musim, yaitu kemarau dan hujan di setiap tahunnya. Iklim tropis juga digambarkan oleh (Wladimir Koppen, 1884) dengan berbagai istilah berdasarkan perbedaan kondisi sebagai berikut :

a. Iklim Tropis Basah (Af).

Tropis basah memiliki suhu konsisten (sekitar 30° C), curah hujan berlimpah (59-394 inci) sepanjang tahun. Kelembaban pada iklim ini tinggi, dengan variasi suhu tahunan yang sedikit

b. Iklim Musim Tropis (Am).

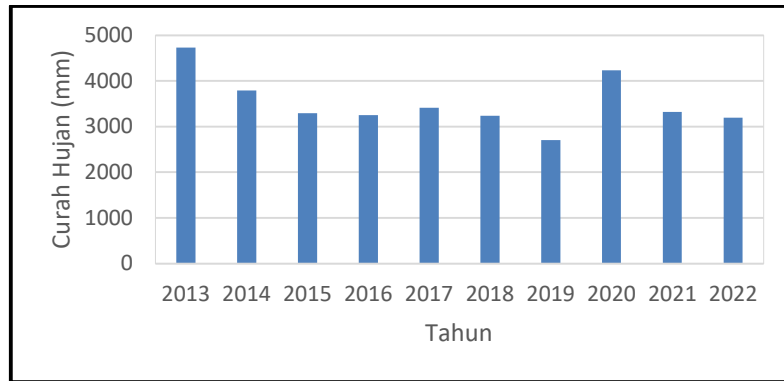
Memiliki suhu rata-rata bulanan $>18^{\circ}$ C, curah hujan hampir sama dengan iklim (Af) terjadi dalam 7-9 bulan terhangat sepanjang tahun.

c. Iklim Sabana Tropis (Aw).

Mengalami musim kemarau yang lebih lama dari daerah beriklim (Am). Memiliki suhu yang lebih besar daripada iklim tropis basah (Af) dan berlangsung sepanjang tahun.

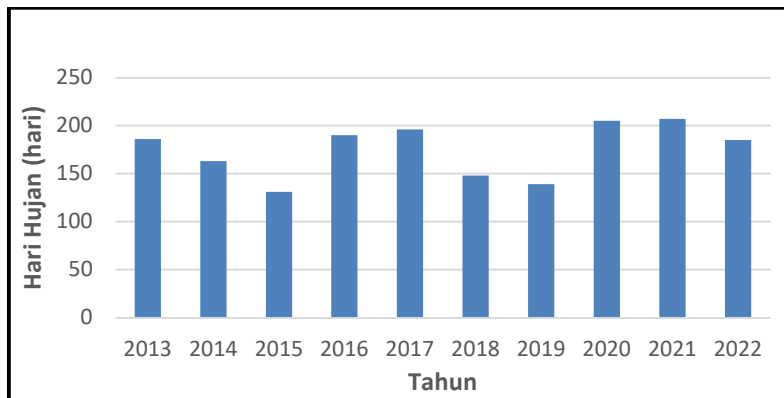
Menurut klasifikasi iklim di atas, daerah penelitian cenderung untuk beriklim Af dimana hujan berlimpah di sepanjang tahun.

Berdasar pada data curah hujan yang diperoleh dari Departemen *Engineering* PT Banyan Koalindo Lestari, dapat diketahui bahwa musim kemarau terjadi pada bulan Mei hingga bulan Oktober, sedangkan musim hujan terjadi kisaran bulan November hingga bulan April. Adapun untuk grafik curah hujan rata-rata dilokasi penelitian dapat dilihat pada grafik (Gambar 2.2).



Gambar 2.2
Grafik Curah Hujan Tahun 2013-2022 (PT Banyan Koalindo Lestari, 2023)

Hari hujan rata-rata pertahun sebesar 172 hari dengan jumlah hari hujan tertinggi 207 hari pada 2021 dan terendah 131 hari pada tahun 2015 (Gambar 2.3).



Gambar 2.3
Grafik Hari Hujan Tahun 2013-2022 (PT Banyan Koalindo Lestari, 2023)

2.3. Tinjauan Geologi

Keadaan geologi di daerah lokasi penelitian berdasarkan keadaan fisiografi, stratigrafi, dan struktur geologi adalah sebagai berikut :

2.3.1. Fisiografi

Berdasar hasil pengamatan di lapangan, menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki fisiografi dataran-perbukitan dengan lereng (0-45) % dan ketinggian berkisar antara (30-91) m di atas permukaan laut. Dapat dilihat dari kondisi daratan dimana terdapat banyak perbukitan rendah dengan kerapatan kontur sedang dan elevasi yang relatif seragam. Kemiringan dari arah aliran sungai di daerah penelitian relatif landai. Kondisi fisiografi daerah penelitian dapat dilihat pada (Gambar 2.4).



Gambar 2.4
Fisiografi Daerah Penelitian

2.3.2. Stratigrafi

Stratigrafi pada daerah penelitian memiliki 4 formasi batuan (Gambar 2.5)

a. Formasi Gumai (Tmg)

Terdiri dari batulempung dan serpih bersisipan batugamping, batulanau, batupasir, batulanau tufaan dan bintal gampingan, batulempung dan serpih, berwarna kelabu sampai kelabu gelap, kecokelatan; getas, di beberapa tempat agak padat; gampingan, sedikit piritan dan karbonan.

b. Formasi Airbenakat (Tma)

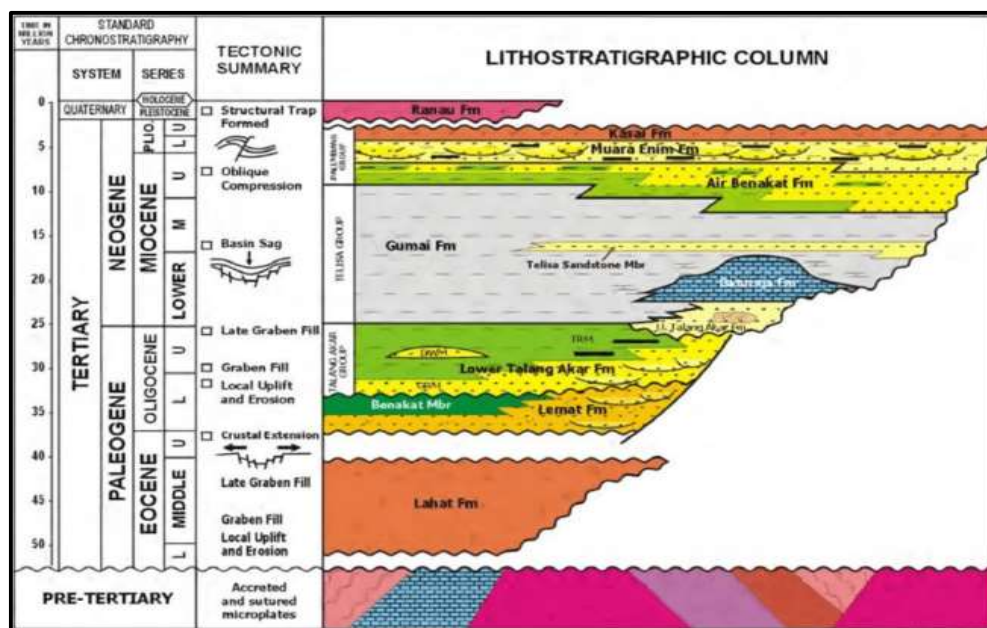
Berumur Miosen Tengah – Akhir, terletak secara selaras di atas Formasi Gumai (setempat tidak selaras). Formasi Airbenakat ini terdiri dari batupasir glaukonitan, napal dan batulanau yang diendapkan di lingkungan laut dangkal.

c. Formasi Muaraenim (Tmpm)

Terdiri dari batupasir dan batulempung, sebagian tufan, dengan sisipan batubara, dan memperlihatkan pengendapan di lingkungan laut dangkal sampai peralihan (ke darat).

d. Formasi Kasai (Qtk)

Menindih secara tidak selaras di atas Formasi Muaraenim yang berumur Plio-Plistosen. Formasi ini terdiri dari batupasir dan batulempung darat, berbatuapung dan tufaan. Formasi ini hanya terdapat sedikit di tenggara daerah penyelidikan.



Gambar 2.5
Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Selatan (Kamal, 2005)

2.3.3. Struktur Geologi

Struktur geologi yang terdapat di Kabupaten Musi Rawas Utara secara garis besar terbagi menjadi tiga kenampakan morfologi, yakni Pegunungan Bukit Barisan di sebelah Barat, Dataran Rendah Fluvial di bagian tengah dan Perbukitan Lipatan di bagian Timur. Pegunungan Bukit Barisan ini disusun oleh tiga kenampakan morfologi yaitu: cuesta, perbukitan terkikis dan kipas alluvial. Secara geologi Pegunungan Bukit Barisan ini didominasi oleh batuan-batuan berumur tersier, diantaranya adalah dari Formasi Hulusimpang, Formasi Kasiro dan Papan betupang. Selain itu ditemui juga batuan tua diantaranya adalah dari formasi Peneta dan Formasi Rawas. Di daerah ini ditemukan juga batuan terobosan granit dan andesit, baik yang berumur tersier maupun pra-tersier. Dataran rendah fluvial tersusun atas batuan berumur Kuartar yaitu Formasi Kasai, Endapan Aluvial dan Endapan Rawa.

2.4. Kegiatan Penambangan

Tahapan dalam kegiatan pertambangan batubara pada tambang terbuka dimulai dengan pembersihan lahan (*land clearing*) untuk menghilangkan vegetasi, pohon, dan bahan organik lainnya di area penambangan. Langkah selanjutnya yaitu pengupasan tanah humus (*top soil removal*) dan pengupasan tanah penutup

(*overburden removal*). Setelah tanah humus dan tanah penutup dikupas, kegiatan penambangan batubara (*coal getting*) dapat dilakukan.

2.4.1. Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)

Pembersihan lahan yaitu kegiatan yang dilakukan sebelum dimulainya kegiatan penambangan. Pembersihan lahan dilakukan dengan adanya penghilangan atau penghapusan segala jenis vegetasi, pohon, semak, dan bahan organik lainnya yang ada di area penambangan. Tujuan dilakukannya pembersihan lahan yaitu untuk membersihkan dan mempersiapkan area penambangan sehingga dapat diakses dan digunakan secara efektif.

Kegiatan ini penting dilakukan karena kegiatan ini membuka akses ke area penambangan dan memastikan bahwa area tersebut dapat dijangkau oleh alat-alat berat yang digunakan dalam proses penambangan. Selanjutnya, dengan membersihkan lahan, risiko kebakaran yang disebabkan oleh vegetasi kering dan mudah terbakar dapat dikurangi sehingga dapat juga membantu dalam mengurangi dampak lingkungan dan mengoptimalkan penggunaan lahan dalam operasi penambangan batubara.

Proses pembersihan lahan pada penambangan batubara umumnya melibatkan penggunaan alat berat seperti *bulldozer* dan *excavator*. Alat-alat tersebut berfungsi untuk merobohkan pohon-pohon besar, menghilangkan semak, dan mengangkat material organik lainnya. Kegiatan pembersihan lahan di PT. Banyan Koalindo dilakukan menggunakan *bulldozer* LiuGong B230. Untuk kegiatan pembersihan lahan dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6
Kegiatan Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)

2.4.2. Pengupasan Tanah Humus (*Top Soil*)

Pengupasan tanah humus adalah kegiatan pengangkatan lapisan atas tanah yang kaya akan bahan organik, nutrisi, dan mikroorganisme yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Tanah humus kemudian akan ditimbun ke *bank soil* yang selanjutnya akan digunakan untuk penutupan lahan pasca penambangan atau digunakan dalam rehabilitasi lingkungan. Kegiatan pengupasan tanah humus dibagi menjadi dua tahapan sebagai berikut:

a. Penggalian dan Pemuatan Tanah Humus

Top soil biasanya berada pada kedalaman 0 sampai 0,5 m dari permukaan tanah. Penggalian tanah humus dilakukan menggunakan alat berat seperti *excavator* dan *bulldozer* kemudian dimuat ke dalam *dump truck*. Keahlian operator sangat diperlukan pada kegiatan ini karena penggalian tanah humus harus dilakukan dengan hati-hati untuk meminimalkan kerusakan pada struktur dan kualitas tanah. Hal ini penting karena tanah humus memiliki nilai ekologis yang tinggi sebagai sumber nutrisi, air, dan mikroorganisme yang penting untuk pertumbuhan tanaman dan menjaga kesuburan tanah. Kegiatan penggalian dan pemuatan tanah humus menggunakan alat *bulldozer* LiuGong B230 yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7
Penggalian dan Pemuatan Tanah Humus

b. Pengangkutan dan Penimbunan Tanah Humus

Setelah dilakukan kegiatan pengupasan tanah humus dari area penambangan, kemudian dilakukan kegiatan pengangkutan menggunakan *dump truck*

kemudian dilanjutkan dengan kegiatan penimbunan tanah humus di tempat penyimpanan atau *bank soil*. Tanah humus disimpan selama kegiatan penambangan sampai waktu dilakukannya reklamasi. Selama penimbunan tanah juga perlu dilakukan perawatan agar kandungan nutrisi dalam tanah tidak hilang ataupun berubah. Tanah tersebut nantinya akan digunakan untuk menjadi lapisan penimbun di paling atas agar area yang ditimbun dapat ditanami tumbuhan kembali dengan tujuan untuk mengembalikan fungsi ekologis tanah yang hilang dan memulihkan kondisi lingkungan yang terganggu akibat dampak dari kegiatan penambangan. Pelaksanaan kegiatan pengangkutan dan penimbunan tanah humus dilakukan menggunakan alat angkut *dump truck* SANY SKT80S. Tempat penyimpanan tanah humus atau *bank top soil* dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8
Tempat Penyimpanan Tanah Humus (*Bank Top Soil*)

2.4.3. Pengupasan Lapisan Tanah Penutup

Pengupasan tanah penutup (*overburden removal*) merupakan proses dalam pertambangan berupa kegiatan pengangkatan lapisan tanah yang menutupi deposit batubara di bawahnya. Kegiatan ini dilakukan dengan tujuan untuk dapat mempermudah pekerjaan penambangan yaitu pembongkaran batubara dan juga mendapatkan hasil pembongkaran batubara yang relatif lebih bersih. Hasil dari pengupasan tanah penutup kemudian diangkut menuju area disposal dan dilakukan penimbunan.

a. Penggalan dan Pemuatan Tanah Penutup

Tahapan selanjutnya yang dilakukan setelah kegiatan pengupasan tanah humus

selesai yaitu pengupasan tanah penutup yang berada di atas *seam* batubara. Kegiatan pengupasan tanah penutup menjadi salah satu tahapan proses penambangan dengan tujuan agar batubara menjadi tersingkap/terbukapermukaannya sehingga dapat diambil dengan mudah dalam keadaan bersih dan tidak bercampur dengan tanah/pengotor. Dalam melaksanakan kegiatan penggalian dan pemuatan tanah penutup dilakukan menggunakan alat gali muat berupa *excavator* Komatsu PC 400 seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.9. berikut.



Gambar 2.9
Penggalian dan Pemuatan Tanah Penutup

b. Pengangkutan dan Penimbunan Tanah Penutup

Pengangkutan material tanah penutup diangkut dari lokasi *loading point* menuju ke *disposal area* untuk ditimbun dengan menggunakan alat angkut *dump truck* UD Quester CWE 370 yang bisa dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10
Pengangkutan dan Penimbunan Tanah Penutup

2.4.4. Penambangan Batubara

PT. Banyan Koalindo Lestari berkerjasama dengan dua perusahaan kontraktor yaitu PT. Ulina Nitra dan PT. Cahaya Riau Mandiri. Masing-masing perusahaan mengelola pit yang berbeda yaitu, Pit Utara dan Pit Selatan. Metode penambangan yang diterapkan oleh PT. Banyan Koalindo Lestari yaitu metode tambang terbuka dengan menggunakan peralatan gali muat *excavator* dan alat angkut *dump truck* serta dibantu oleh alat *bulldozer*, *motor grader*, dan *roller* untuk perawatan jalan. Adapun tahapan kegiatan penambangan yang berjalan di PT Banyan Koalindo Lestari sebagai berikut :

a. Pembongkaran dan Pemuatan Batubara

Pembongkaran dilakukan untuk mengekspos, mengakses, dan mengambil deposit batubara yang terdapat di bawah tanah. Proses pembongkaran yang terdapat di PT. Banyan Koalindo Lestari dilakukan dengan proses penggalian tanpa adanya proses peledakan dikarenakan jenis batubara yang ditambang sub-bituminus yang umumnya memiliki kepadatan yang lebih rendah dan struktur yang lebih lembut dibandingkan dengan batubara bituminus dan antrasit. Pembongkaran dan pemuatan dilakukan menggunakan alat *excavator* Komatsu PC 400 yang dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11
Pembongkaran dan Pemuatan Batubara

b. Pengangkutan dan Penimbunan Batubara

Batubara yang telah ditambang kemudian diangkut dari lokasi penambangan menuju ke *ROM Stockpile* untuk ditimbun sementara maupun *direct dumping*

langsung ke *hopper* untuk dilakukan peremukan. Pengangkutan dan Penimbunan batubara ke *ROM Stockpile* dan *Coal Crushing Plant* menggunakan alat *dump truck* HINO 500 FM seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12
Pengangkutan dan Penimbunan Batubara

2.4.5. Peremukan Batubara

Batubara yang telah diangkut dari *front* penambangan akan melalui jembatan timbang terlebih dahulu untuk pencatatan tonase batubara yang diangkut oleh alat angkut sebelum dilanjutkan ke proses peremukan. PT Banyan Koalindo Lestari bermitra dengan PT Jakarta Prima Cranes sebagai kontraktor jasa unit peremuk batubara. Proses peremukan dimulai dengan melakukan pengumpanan batubara yang berada di *ROM Stockpile* maupun yang langsung dari *front* penambangan dengan menggunakan alat angkut *dump truck* Hino 500 FM, *dump truck* Scania P360 CB, *dump truck* Quester CWE 370, *dump truck* IVECO 682, *wheel loader* Caterpillar 950G, dan *excavator* Doosan DX 300LCA. Batubara yang diumpankan ke *hopper*, batubara yang memiliki ukuran besar akan diremukkan terlebih dahulu menggunakan *roll crusher*. Hasil dari peremukan *roll crusher* juga akan diangkut menggunakan *transfer conveyor* lalu diteruskan oleh *radial conveyor* dan dicurahkan menuju *stockpile* yang telah berupa produk dengan ukuran -100 mm. Proses peremukan batubara dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13
Peremukan Batubara

2.4.6. Pengapalan

Batubara hasil proses *crushing*, untuk sementara akan ditimbun pada *product stockpile* sebelum dilakukan pengangkutan menuju ke *Intermediate Stockpile-62* (ISP-62) milik PT. Musi Mitra Jaya dengan jarak sekitar 62 km yang mana ISP-62 berada di luar Wilayah IUP PT. Banyan Koalindo Lestari. Penimbunan batubara di area *Intermediate Stockpile-62* (ISP-62) dilakukan hanya sementara sebelum dilanjutkan pengangkutan batubara untuk didistribusikan melalui jalur transportasi air. Jalur pengangkutan batubara selanjutnya yaitu batubara diangkut menggunakan *dump truck* menuju terminal khusus batubara yang berada di sungai Lalang dengan jarak sekitar 67 km dengan menggunakan *dump truck*. Batubara yang sudah berada di terminal pelabuhan akan diangkut menggunakan tongkang dan dikirimkan kepada konsumen yaitu PLTU Labuan 2 dan PLTU Jawa 7 yang berlokasi di Banten.

PT. Banyan Koalindo Lestari bermitra dengan PT. Musi Mitra Jaya sebagai penyedia jalan angkut dari area *site* PT BKL sampai menuju ke area pelabuhan. Sedangkan, untuk proses penumpukan dan pengangkutan batubara di area pelabuhan PT BKL bekerja sama dengan PT. Sriwijaya Bara Logistik sebagai pemilik terminal pelabuhan. Proses pengapalan batubara menggunakan tongkang dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14
Pengapalan Batubara

2.4.7. Reklamasi

Kegiatan reklamasi merupakan proses mengembalikan kondisi lahan yang telah selesai ditambang untuk dikembalikan ke kondisi yang sesuai dengan fungsinya. Tujuan dilakukannya reklamasi yaitu untuk meminimalkan dampak lingkungan, mengembalikan keanekaragaman hayati, dan memulihkan kualitas lingkungan setelah kegiatan penambangan selesai. Tahapan dalam kegiatan reklamasi diawali dengan penimbunan lapisan tanah penutup, penyebaran dan penataan tanah humus serta pemulihan kesuburan tanah dengan menggunakan pupuk atau bahan organik lainnya, penanaman vegetasi yang sesuai dengan kondisi lingkungan dan tujuan reklamasi, dan pemeliharaan serta perawatan lahan reklamasi untuk memastikan keberhasilan jangka panjang. Kegiatan reklamasi dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15
Penyebaran dan Penataan Tanah Humus pada Tahapan Kegiatan Reklamasi

BAB III

DASAR TEORI

3.1 Manajemen Penimbunan

Manajemen *stockpile* (Carpenter. A.M. (1999) adalah proses dari perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian, dan pengontrolan sumberdaya untuk dapat memenuhi sasaran secara efektif dan efisien. *Stockpile* memiliki fungsi sebagai tempat penimbunan sementara, maka diperlukan sistem manajemen yang benar dan baik.

Faktor yang harus diperhatikan dan dijaga oleh produsen batubara dalam memenuhi permintaan dari konsumen yaitu kualitas dan kuantitas dari produk batubara yang dihasilkan. Untuk dapat menjaga kualitas dan kuantitas dari batubara maka usaha yang dapat dilakukan antara lain yaitu dengan merancang dan menerapkan secara memaksimal teknis dalam penimbunan batubara sesuai kaidah manajemen *stockpile*.

Dalam penimbunan batubara terdapat permasalahan yang sering ditemui antara lain yaitu terjadinya kapasitas yang berlebih dari batas kapasitas yang sudah ditentukan semestinya pada *stockpile*, serta munculnya gejala swabakar pada batubara yang ditimbun sudah terlalu lama. Penyimpanan batubara diperlukan untuk aspek produksi dan aspek pemanfaatan. Namun, penyimpanan batubara disertai beberapa hal yang tidak diinginkan, yaitu (Speight, James G.,2013):

1. Oksidasi dan swabakar.
2. Perubahan sifat batubara yang mempengaruhi pemanfaatan.
3. Degradasi ukuran batubara karena penanganan yang banyak melalui pengangkutan.
4. Biaya dari penanganan serta biaya fasilitas penyimpanan batubara.

3.1.1. Syarat Teknis Penimbunan

Dalam manajemen *stockpile* kegiatan penimbunan dan pembongkaran harus dilakukan pengaturan dengan baik untuk menghindari terjadinya penimbunan yang melebihi kapasitas *stockpile*. Terdapat beberapa syarat teknis penimbunan yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Batubara.

Kondisi batubara sebagai komponen utama yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

a. Batubara yang ditimbun diusahakan sejenis

Batubara dengan kualitas rendah lebih mudah terbakar dibanding dengan yang berkualitas tinggi. Untuk menghindari ikut terbakarnya batubara kualitas tinggi karena batubara kualitas rendah yang lebih cepat terbakar sendiri, maka perlu dipisahkan antara batubara yang berbeda kualitasnya.

b. Ukuran butir

Dalam penimbunan batubara ukuran butir mempengaruhi timbulnya *spontaneous combustion*, sehingga perlu dihindari penempatan timbunan dengan ukuran butir yang seragam. Ukuran butir yang seragam akan menimbulkan rongga-rongga yang akan menjadi jalan masuk bagi udara dan memicu terjadinya *spontaneous combustion*.

2. Keadaan Timbunan.

Kondisi dari timbunan yang memberi pengaruh terhadap syarat teknis penimbunan yaitu :

a. Persiapan lantai *stockpile*.

Lantai pada area yang akan menjadi tempat penimbunan batubara harus dipersiapkan dengan kondisi lantai yang stabil dan kuat untuk dapat menopang beban dari berat timbunan batubara. Lantai dasar *stockpile* harus padat, kuat, dan stabil dengan pemberian *bedding* menggunakan material kuat dan batubara. Apabila *bedding* dasar *stockpile* tidak kuat, akan menyebabkan bagian *base* turun dan terjadi kehilangan batubara yang tertinggal di area yang turun tersebut. Kemiringan dari lantai dasar juga dipertimbangkan untuk dapat mengalirkan air agar tidak menggenangi di area *stockpile* dan masuk ke saluran/paritan disekeliling area *stockpile*.

Lapisan *bedding* lantai area penimbunan batubara terdiri dari lapisan tanah asli, material *bed* yang dipadatkan, dan material batubara.

b. Area penimbunan bersih.

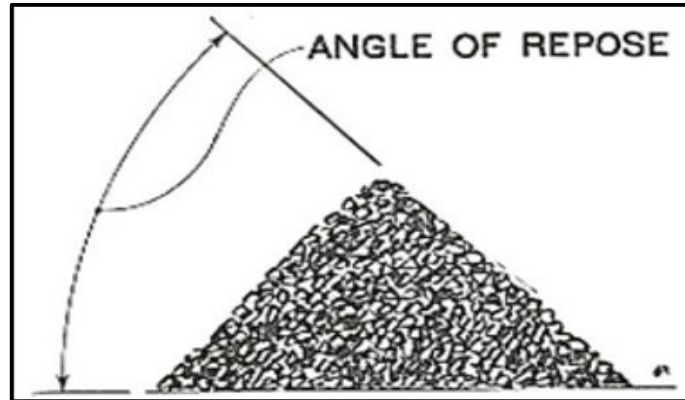
Area penimbunan harus dipersiapkn dan dijaga kebersihannya agar terhindar dari segala pengotor atau material yang mudah terbakar dan juga bebas dari potongan logam. Adanya pengotor berupa benda yang mudah terbakar dapat menjadi salah satu faktor pendukung untuk mempercepat terjadinya swabakar

c. Sudut timbunan.

Suatu timbunan selalu memiliki sisi miring dengan derajat kemiringan tertentu. Besaran sudut kemiringin suatu material/benda satu akan berbeda dengan material lainnya. Sudut kemiringan dari suatu sisi timbunan batubara yang berada di *stockpile* lebih baik jika sama atau lebih kecil dari sudut *Angle of Repose* (Gambar 3.1) untuk mencegah terjadinya keruntuhan pada timbunan. *Angle of Repose* atau sudut tenang yaitu sudut kemiringan maksimum yang terbentuk alami pada suatu timbunan material dimana suatu timbunan memiliki suatu ketahanan untuk tidak mengalami keruntuhan. Material yang berukuran butir besar memiliki *Angle of Repose* yang lebih besar dibandingkan dengan material yang berukuran butir lebih kecil. Nilai *Angle of Repose* untuk batubara sebesar 38° (Tabel 3.1).

Tabel 3.1
Angle Of Repose (Sanwani, 1998)

MATERIAL	ANGLE OF REPOSE (°)
<i>Clay</i> , dari tambang	30 – 40
<i>Coal</i> , dari tambang	38
<i>Graver</i> , dari tambang	38
<i>Limestone</i> , dari tambang	30 – 40
Bijih mangan	39
Batuan, bongkah	20 – 29
Pasir, kering	35



Gambar 3.1
Angle Of Repose (Sulistyana, 2010)

- d. Sumber air bertekanan tinggi.
Sumber air bertekanan tinggi diperlukan untuk penanganan pertama apabila terjadi suatu kejadian kebakaran di sekitar area timbunan dengan menyediakan alat penanganan seperti *hydrant*. Kebakaran pada batubara yang tidak segera dipadamkan akan mempengaruhi kecepatan kenaikan suhu timbunan sehingga mempercepat proses terjadinya swabakar pada timbunan.
- e. Saluran paritan di sekeliling *stockpile*.
Saluran paritan diperlukan untuk mengalirkan air dari timbunan batubara, terutama yang berasal dari air hujan, maka perlu dibuat paritan agar air tidak menggenang dan dapat dialirkan menuju ke kolam pengendapan.
- f. Posisi *stockpile*.
Penentuan posisi timbunan *stockpile* harus mempertimbangkan arah dari datangnya angin. Diusahakan agar permukaan timbunan yang diterpa angin merupakan sisi timbunan yang kecil, Angin yang mengarah ke timbunan akan mempercepat terjadinya oksidasi batubara dan akan memicu terjadinya swabakar. Jadi untuk dimensi timbunan sebaiknya berbentuk memanjang searah angin sehingga sisi yang terkena terpaan angin adalah sisi yang sempit dari timbunan. Untuk mencegah besarnya terpaan angin ke arah timbunan, bisa diatasi dengan menanam pepohonan disekitar area *stockpile* sehingga dapat menghalangi terpaan angin yang berhembus ke arah *stockpile*.

g. Bentuk Timbunan.

Bentuk atau dari timbunan di *stockpile* berbagai macam, tetapi yang sering dijumpai adalah benyuk kerucut terpancung dan limas terpancung. Untuk menghitung volume dari timbunan dapat dilakukan menggunakan rumus:

a) Volume kerucut terpancung.

$$V = \frac{1}{3} \pi t (R^2 + r^2 + R.r) \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

V = Volume m^3

t = Tinggi timbunan m

R = Jari-jari alas m

r = Jari-jari atap m

b) Volume limas terpancung.

$$V = \frac{1}{3} t (L1 + \sqrt{L1.L2} + L2) \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

V = Volume m^3

t = Tinggi timbunan m

$L1$ = Luas alas m^2

$L2$ = Luas atap m^2

3.1.2. Pola Penimbunan Batubara

Penimbunan memiliki dua metode yaitu metode penimbunan terbuka (*open stockpile*) dan metode tertutup (*coverage storage*). Dalam kegiatan pertambangan metode yang digunakan adalah metode terbuka. *Open stockpile* merupakan penumpukan material di atas permukaan tanah terbuka dengan ukuran sesuai tujuan dan proses yang digunakan. Dalam penumpukan material terdapat pola penimbunan yang dapat digunakan. Pola penimbunan dibentuk berdasarkan urutan penimbunan dan juga peletakan dari timbunan batubara, seperti yang diilustrasikan pada gambar di atas (Gambar 3.2). Urutan penimbunan ditunjukkan sesuai dengan angka yang tertera pada gambar. Penjelasan mengenai pola-pola penimbunan pada gambar di atas adalah sebagai berikut:

1. *Cone ply*

Merupakan pola penimbunan berbentuk kerucut pada salah satu ujungnya hingga mencapai ketinggian tertentu yang dikehendaki dan dilanjutkan dengan

kerucut selanjutnya menurut panjang dari *stockpile* (Gambar 3.3 (a)). pola ini cocok digunakan bila alat yang digunakan alat curah, seperti *stacker reclaimer*.

2. *Chevron*

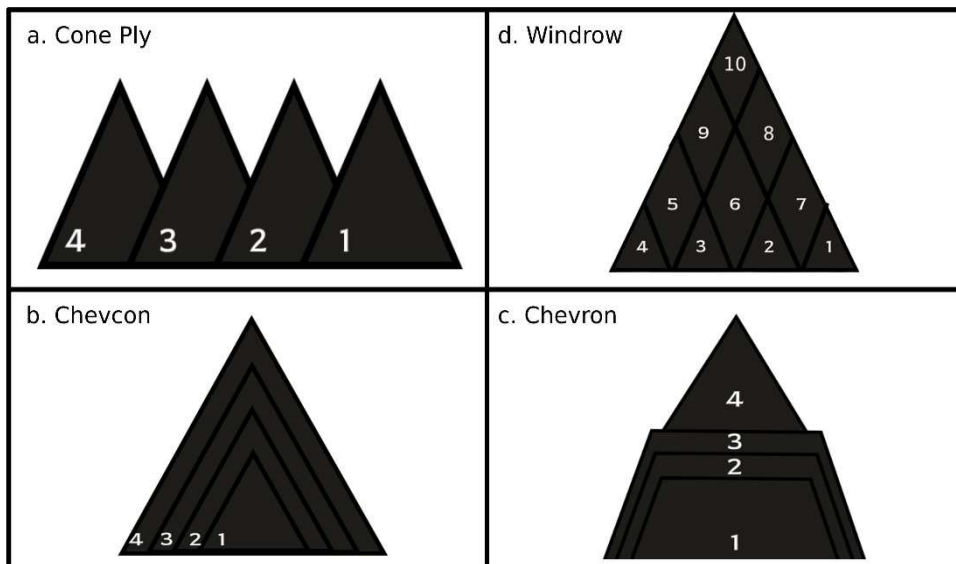
Merupakan pola penimbunan dengan menempatkan timbunan satu baris material sepanjang *stockpile* dan tumukan bolak balik hingga mencapai ketinggian yang diinginkan (Gambar 3.3 (b)). Pola ini juga baik untuk alat curah seperti *belt conveyor* atau *stacker reclaimer*.

3. *Chevron*

Merupakan pola penimbunan gabungan antara pola *chevron* dan *cone ply* (Gambar 3.3 (c)). Timbunan pada awalnya berbentuk *cone ply*, kemudian timbunan di bentuk limas terpancung ataupun kerucut terpancung persiapan untuk timbunan selanjutnya yang akan diletakkan di atas timbunan lama, begitu seterusnya ketika akan ada penimbunan timbunan baru.

4. *Windrow*

Merupakan pola penimbunan dengan tumpukan dalam baris sejajar sepanjang lebar *stockpile* dan diteruskan hingga mencapai ketinggian yang telah ditetapkan (Gambar 3.3 (d)). Alat yang biasa digunakan dalam penerapan pol aini adalah *backhoe*, *bulldozer*, dan *loader*.



Gambar 3.2
Pola penimbunan (Sanwani, 1998)

3.1.3. Penanganan Timbunan Batubara

Untuk mengurangi terjadinya swabakar pada timbunan batubara, perlu dilakukan penanganan atau pemberian tindakan pada timbunan batubara, hal – hal yang dapat dilakukan diantaranya yaitu:

1. Pemadatan Timbunan

Pemadatan perlu dilakukan untuk mengurangi adanya rongga rongga pada timbunan. Sisi miring pada timbunan perlu diberikan pemadatan setiap adanya kegiatan penimbunan ataupun pembongkaran. Ada tidaknya pemadatan berpengaruh terhadap proses terjadinya swabakar pada timbunan batubara. Karena itu, penting untuk selalu diperhatikan terhadap pemadatan pada sisi timbunan. Untuk timbunan yang disimpan lama (> 3 bulan), pemadatan sangat perlu dilakukan dengan baik.

2. Pengecekan Rutin Temperatur Timbunan pada *Stockpile*

Pengecekan rutin temperatur dari timbunan bertujuan untuk dapat memantau perubahan kenaikan temperatur pada batubara agar dapat segera dilakukan penanganan untuk mencegah terjadinya swabakar/*spontaneous combustion*. Apabila hasil pengukuran suhu menunjukkan kenaikan (>50°C) maka perlu dilakukan tindakan (dibolak –balik) agar panas yang tersimpan dapat keluar serta dilakukan pemadatan kembali untuk menutup rongga-rongga pada timbunan sehingga swabakar dapat dicegah.

3.1.4. Pembongkaran Batubara

Kegiatan pengambilan atau pembongkaran batubara dari timbunan memiliki beberapa sistem antara lain, yaitu:

1. Sistem LIFO (*Last In First Out*)

Sistem pembongkaran ini mendahulukan batubara yang terakhir kali ditimbun untuk bisa dibongkar paling awal. Pada pola pembongkaran ini memungkinkan untuk batubara akan tertimbun lebih lama dan memungkinkan terjadinya swabakar.

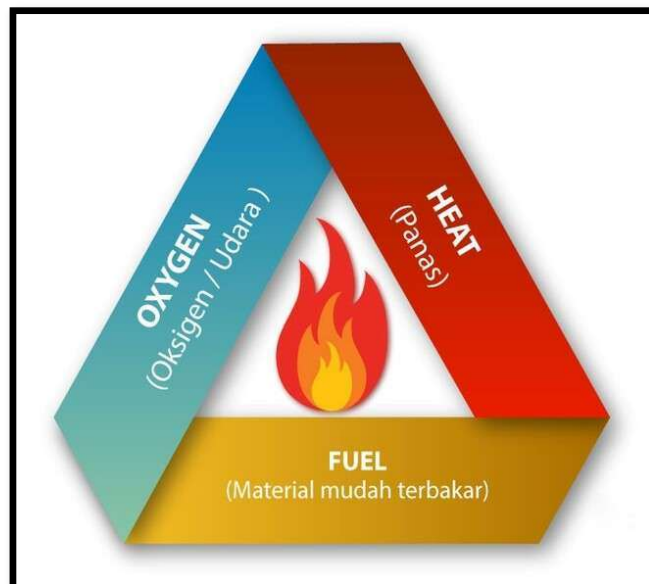
2. Sistem FIFO (*First In First Out*)

Metode pembongkaran yang dilakukan dengan membongkar terlebih dahulu batubara yang pertama kali ditimbun. Sistem pembongkaran ini yang paling sesuai untuk *stockpile* batubara karena memperkecil kemungkinan batubara

tertimbun lama dan mengalami *spontaneous combustion*. Semakin lama batubara terekspose maka akan mudah mengalami oksidasi yang berarti akan mudah terjadi swabakar. Sistem ini perlu diterapkan agar barang yang di timbun selalu barang yang lebih baru. Dengan menerapkan prinsip ini kualitas dan kuantitas dari batubara dapat tetap terjaga hingga sampai ke konsumen. Oleh karena itu manajemen FIFO harus selalu diusahakan untuk dapat diterapkan karena dibandingkan dengan sistem penanganan timbunan yang lain, sistem FIFO adalah prinsip yang memiliki biaya paling murah.

3.2 Swabakar

Swabakar merupakan hal yang sering terjadi di penimbunan batubara, khususnya pada timbunan batubara yang berjumlah besar serta dengan waktu penimbunan yang lama. Batubara yang sudah terpapar udara akan cepat mengalami proses oksidasi. Hal tersebut diakibatkan karena adanya reaksi oksidasi dari oksigen dengan gas-gas yang mudah terbakar dari komponen zat terbang batubara dimana dari reaksi tersebut akan menghasilkan panas yang terakumulasi di dalam timbunan. Hal tersebut cukup untuk menjadi factor penyebab terjadinya swabakar sesuai dengan faktor penyebab terjadinya api yang dapat dilihat pada (Gambar 3.4)



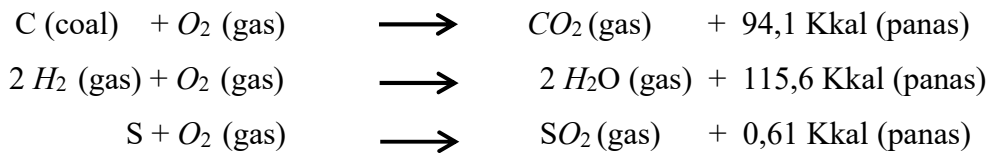
Gambar 3.4

Segitiga api (Saberindo Pacific 2017)

Bila reaksi oksidasi berlangsung terus, maka panas yang dihasilkan akan tersimpan dan bertambah. Panas tersebut akan membuat suhu dalam timbunan batubara juga

meningkat. Sirkulasi udara yang tidak lancar menyebabkan panas tetap terjebak di dalam timbunan dan tidak bisa berpindah ke tempat lain. Apabila suhu sudah mencapai batas maksimum maka akan menyebabkan terjadinya swabakar pada timbunan tersebut.

Reaksi kimia pada saat terjadi swabakar batubara adalah sebagai berikut:



3.2.1. Faktor Penyebab Terjadinya Swabakar Pada Timbunan

Dalam terjadinya suatu proses swabakar tentu ada faktor yang menjadi penyebabnya. Berikut merupakan faktor penyebab terjadinya swabakar pada timbunan batubara :

1. Akumulasi Panas.

Peningkatan suhu dalam timbunan secara terus menerus lama kelamaan akan terjadi akumulasi panas. Swabakar disebabkan karena adanya reaksi oksidasi antara oksigen dan juga zat terbang yang ada dalam batubara secara terus menerus. Dari reaksi oksidasi ini menghasilkan kalor. Suhu yang terus meningkat akan mencapai suhu kritis pembakaran dan akan menyebabkan swabakar terjadi.

2. Ukuran Butir.

Ukuran butir dari batubara juga berpengaruh terhadap kecepatan proses oksidasi yang menjadi penyebab swabakar. Semakin kecil ukuran batubara, semakin besar luas permukaan yang berhubungan dengan udara luar, sehingga proses oksidasi lebih cepat terjadi. Sebaliknya jika ukuran bongkahan semakin besar maka semakin lambat oksidasi terjadi. Semakin seragam ukuran bongkah dalam suatu timbunan batubara, semakin besar permeabilitas udara luar untuk dapat beredar di dalam timbunan. Cepat lambatnya oksidasi akan mempengaruhi cepat lambat terjadinya swabakar.

3. Analisa Proksimat yang Terdapat dalam Batubara.

a. Kandungan air (*Moisture Content*).

Kandungan air pada batubara terdapat dua jenis, yaitu air bebas (*free moisture*) dan kandungan air bawaan (*inherent moisture*). Batubara kelas rendah memiliki nilai kandungan air yang tinggi karena pori yang besar. Pada proses penguapan, kandungan air bebas akan hilang dan pori-pori tersebut kosong, hal tersebut menyebabkan batubara menjadi rapuh sehingga mudah pecah. Perubahan kandungan air juga mengakibatkan kecenderungan dalam menyebabkan swabakar akibat pertemuan komponen karbon dari batubara dengan O_2 dari *inherent moisture*.

b. Zat terbang (*Volatille Matter*).

Komponen zat terbang dalam batubara memiliki kaitan dengan kualitas batubara. Batubara dengan kualitas rendah ditandai dengan kandungan zat terbang yang banyak. Zat terbang pada batubara terdiri dari gas yang mudah terbakar seperti metan, hidrogen, karbon monoksida, serta gas yang tidak mudah terbakar yaitu uap air dan karbon dioksida. Komponen zat terbang keluar dari butiran batubara yang terkontak dengan oksigen dari udara bebas akan menimbulkan reaksi oksidasi yang menghasilkan panas dan menyebabkan oksidasi lanjutan. Panas yang dihasilkan terus menerus akan terakumulasi dan akan menyebabkan swabakar.

c. Kandungan sulfur.

Sulfur ditemukan kecil dalam lapisan batubara. Pirit sulfur (FeS_2) dalam batubara bereaksi dengan air dan oksigen membentuk asam sulfat. Reaksi pembentukan asam sulfat akan menghasilkan panas. Sehingga bila reaksi tersebut terjadi di dalam timbunan maka akan mempercepat terjadinya swabakar pada batubara.

Intensitas oksidasi batubara sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia batubara serta kecepatan aliran udara dalam timbunan batubara (Djunaidi Adenan, Djoni, 1999).

4. Lamanya Penimbunan.

Batubara yang tertimbun lama akan semakin banyak menyimpan panas di dalamnya karena udara banyak tertahan di dalam timbunan dan berakibat

meningkatnya suhu timbunan sehingga kecepatan oksidasi semakin tinggi.

5. Keadaan Tempat Penimbunan.

Letak lokasi penimbunan batubara juga memberikan pengaruh terhadap terjadinya swabakar. Adanya pohon tinggi dan bangunan yang mengelilingi tempat penimbunan batubara akan dapat menghambat dan mengurangi masuknya oksigen dari udara bebas ke dalam timbunan batubara sehingga dapat mencegah swabakar.

6. Tinggi Timbunan.

Timbunan yang terlalu tinggi akan semakin banyak menyerap panas. Hal ini disebabkan karena sisi miring yang terbentuk semakin panjang, sehingga daerah yang tak terpadatkan akan semakin luas dan berpotensi mengakibatkan permukaan yang teroksidasi semakin besar dan mengalami swabakar.

3.2.2. Suhu Swabakar

Semua jenis batubara mempunyai berpotensi untuk terjadi proses swabakar, namun waktu yang diperlukan dan besar suhu yang dibutuhkan untuk proses swabakar batubara tidak sama. Semakin rendah kualitas batubara semakin mudah dan cepat mengalami swabakar dibanding dengan batubara kualitas tinggi.

Peningkatan panas batubara yang disebabkan oleh proses oksidasi yang dapat mengakibatkan swabakar dapat dilihat sebagai berikut (Barkeley,1942;Roll,1963) :

1. Batubara dalam timbunan mulai teroksidasi secara perlahan-lahan sampai suhu timbunan 50° C (122 °F).
2. Proses oksidasi akan meningkat sesuai kecepatan kenaikan suhu batubara 100° C-140° C (212°F-285°F).
3. karbondioksida dan uap air akan terurai pada suhu 140° C (285°F).
4. Karbondioksida akan terurai dengan cepat mencapai suhu 230°C (445°F).
5. Suhu di atas 350° C (660°F), batubara akan menyala dan terjadi proses swabakar batubara.

Reaksi oksidasi juga dipengaruhi panas matahari yang akan memacu kereaktifan dari oksidasi dan kecepatan reaksi. Tiap-tiap 30-100° C kecepatan oksidasi akan bertambah cepat dua kali lipat naik 10 °C (Djunaidi Adenan, Djoni,1999).

BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1 Kondisi *Stockpile*

Penimbunan batubara pada area CCP PT BKL merupakan timbunan hasil penambangan batubara (*coal getting*) dari *pit* utara dan selatan berdasar sasaran produksi yang sudah disepakati oleh PT BKL dengan pihak kontraktor. Batubara kemudian diangkut ke area CCP untuk penimbunan sementara ataupun kegiatan peremukan. Area *stockpile* yang terdapat pada CCP dibagi menjadi dua, yaitu *ROM stockpile* dan *product stockpile* (Gambar 4.1) dengan fungsi dari kedua *stockpile* yang berbeda.



Gambar 4.1
Foto Udara Area *Stockpile* PT BKL

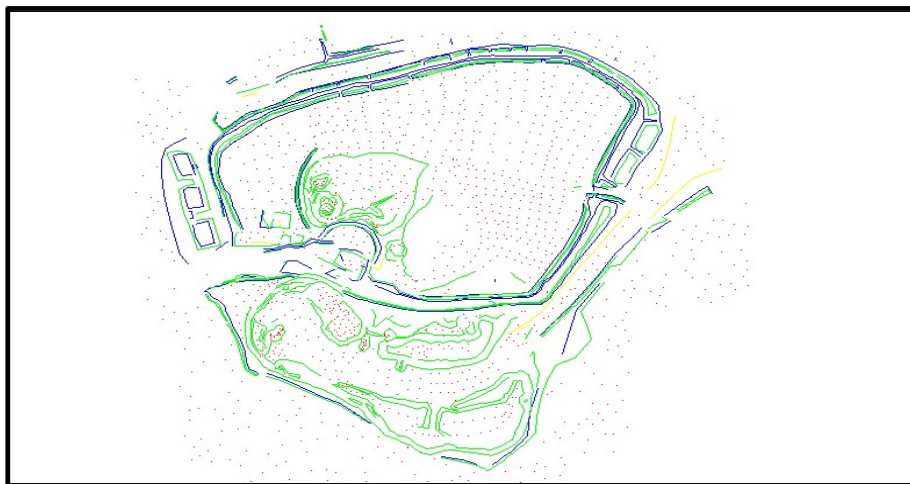
Pengukuran dimensi timbunan dan juga area *stockpile* dilakukan menggunakan teknologi *Global Navigation Satellite System Real-Time Kinematic* (GNSS RTK) (Gambar 4.2) (lampiran F). Penggunaan teknologi ini akan

memperoleh hasil berupa posisi koordinat suatu objek pada kondisi saat itu juga (*real time*). Alat ini terdiri dari dua perangkat, yaitu *base station* yang menjadi titik pusat acuan dan terhubung sinyal dengan *rover station* yang selalu bergerak menyesuaikan titik objek yang ingin dicari titik kordinatnya. Penggunaan teknologi ini menghasilkan informasi berupa koordinat dari dimensi timbunan ataupun area dari *stockpile*. Pengukuran stok atau kegiatan *stock opname* batubara pada area *stockpile* dengan GNSS RTK dilakukan di setiap akhir bulan untuk mengetahui ketersediaan batubara di setiap bulannya. Hasil data berupa koordinat kemudian diolah menggunakan *software* Surpac (lisensi PT BKL) untuk mendapatkan informasi mengenai volume (Lampiran G) dan dimensi dari timbunan. (Gambar 4.4 & 4.5)



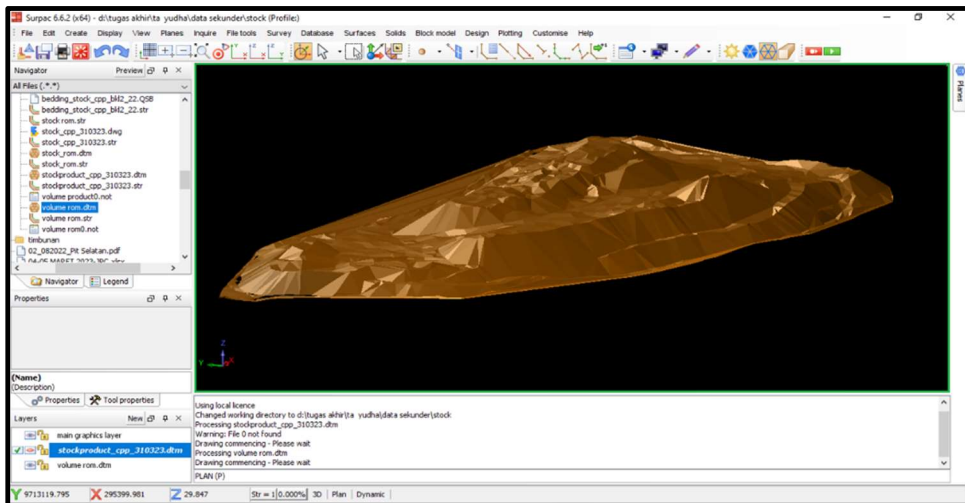
Gambar 4.2

Global Navigation Satellite System Real-Time Kinematic (GNSS RTK)

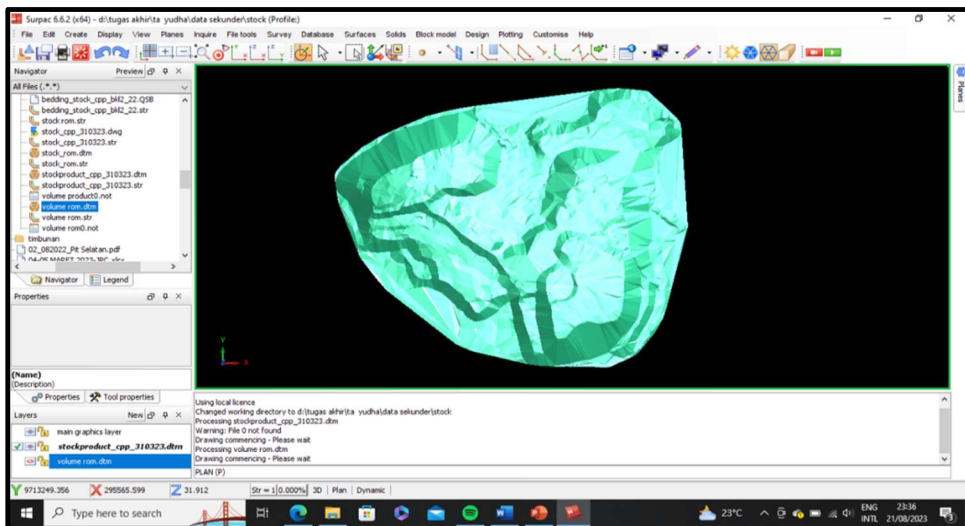


Gambar 4.3

Layout Stockpile Hasil GNSS RTK



Gambar 4.4
Pengolahan Data Timbunan ROM Hasil GNSS RTK



Gambar 4.5
Pengolahan Data Timbunan *Product* Hasil GNSS RTK

4.1.1. ROM Stockpile

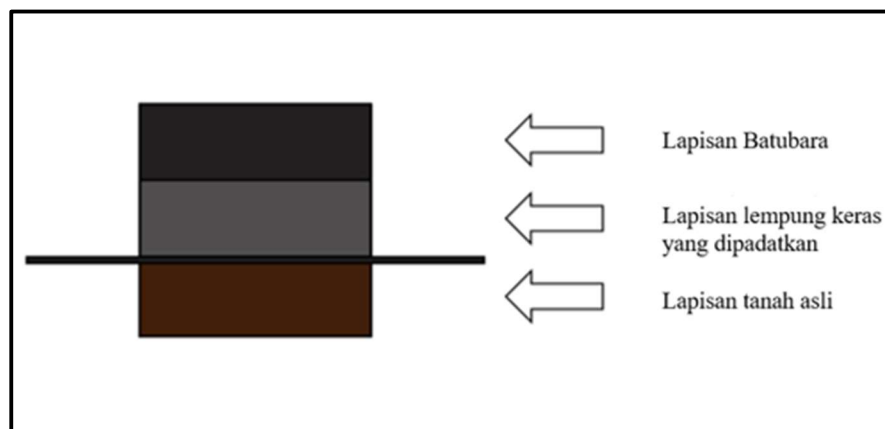
Adanya *ROM stockpile* digunakan untuk menimbun batubara yang baru diangkut dari tambang yang masih dalam bentuk *bolder* dan tidak dilakukan peremukan secara langsung pada saat itu juga. Pengangkutan batubara dari tambang dilakukan menggunakan *dumptruck* Hino 500FM dan Scania P360CB untuk pengangkutan dari pit utara, serta *dumptruck* Quester CWE370 dan Iveco 682 untuk pengangkutan dari pit selatan. Batubara yang ditimbun di *ROM stockpile* akan di *rehandling* menjadi umpan bagi mesin *crusher*. Letak *ROM stockpile* berada di

dekat area mesin *crusher* dengan elevasi yang lebih tinggi sehingga memudahkan dalam melakukan pengumpanan batubara untuk kegiatan peremukan.

1. Kondisi Lantai

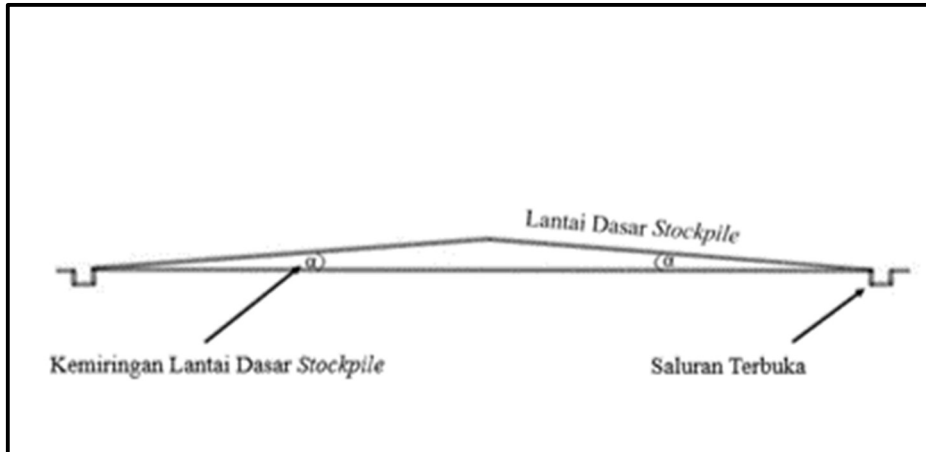
Lantai dasar *ROM stockpile* memiliki luasan 14.953 m², dengan kapasitas maksimal 60.000 Ton. Lantai atau *base* pada area *ROM stockpile* disusun dari 3 lapisan, yaitu lapisan tanah asli di paling dasar, lalu diberi lapisan lempung keras yang dipadatkan di atasnya, dan yang terakhir lapisan batubara setebal 20 cm sebagai lapisan terakhir untuk menghindari kontaminasi batubara oleh lapisan lantai dasar (*base*) *stockpile*.

(Gambar 4.6)



Gambar 4.6
Lapisan Lantai Dasar *Stockpile*

Untuk lapisan dasar dibuat adanya kemiringan (*grade*) sebesar 2% ke arah luar (*doublecrossfall*) agar air tidak tergenang di area *ROM stockpile* (Gambar 4.7). Air dialirkan untuk masuk ke saluran terbuka yang berada di sekitar area *ROM stockpile* lalu menuju ke KPL (Kolam Pengendapan Lumpur). Namun, untuk saluran terbuka di area *ROM* sudah tertimbun dengan batubara akibat dari batubara yang jumlahnya sudah melebihi kapasitas. Pada kondisi kering lantai *ROM* menjadi berdebu setiap dilalui unit alat karena batubara yang berukuran sangat kecil (*fine coal*). Namun, ketika kondisi basah lantai *ROM* menjadi lunak dan akan meninggalkan jejak ban ataupun *track* (undulasi) yang akan menyebabkan genangan air (Gambar 4.8).



Gambar 4.7
Doublecrossfall Pada Lantai Dasar Area *Stockpile*

Tidak teraturnya timbunan dan kondisi yang sudah melebihi dari kapasitas menyebabkan banyak batubara yang hancur karena memenuhi jalan yang digunakan sebagai area pengangkutan.



Gambar 4.8
 Undulasi Pada Lantai Dasar Area ROM *Stockpile*

2. Timbunan

Bentuk timbunan pada *ROM stockpile* tidak beraturan. Terlihat dari sudut timbunan yang tidak sama di setiap sisi serta tinggi timbunan yang berbeda-beda. Jumlah batubara yang sudah melebihi kapasitas menyebabkan sulit untuk mengatur timbunan. Timbunan disusun memanjang dengan arah barat laut - tenggara di samping kanan dan kiri jalur *hauling* dari mulai masuk area *ROM* sampai menuju ke *hopper crusher*. Timbunan batubara dibentuk *doublebench* untuk mengatasi jumlah batubara yang sudah melebihi kapasitas (Gambar 4.9). Kondisi tersebut membuat sulit untuk mempertahankan kondisi jalan seperti awal. Jalan *hauling*

dipenuhi oleh batubara sehingga jalan *hauling* dibentuk dengan mengatur *grade* dan memadatkannya agar mudah dilalui unit alat untuk *direct dumping* ke *hopper crusher* atau *free dump* di area *ROM*. Akibat sering dilalui oleh alat bekerja, maka banyak terbentuk batubara halus (*fine coal*).



Gambar 4.9
Timbunan *Double Bench* Pada *ROM Stockpile*

Dimensi timbunan pada area *ROM* tidak bisa diukur secara akurat karena kondisinya yang selalu berubah setiap saat. Untuk ketinggian timbunan yang terbentuk berbeda-beda, dengan timbunan paling tinggi ± 14 m. Kemiringan pada timbunan juga berbeda di setiap sisinya. Berikut data kemiringan pada beberapa sisi dari timbunan:

Tabel 4.1
Kemiringan Sisi Timbunan *ROM Stockpile*

Sisi Timbunan	Kemiringan
Sisi 1	42°
Sisi 2	37°
Sisi 3	40°
Sisi 4	42°

Batubara yang jumlahnya sudah melebihi kapasitas menyebabkan tertimbunnya jalan dan paritan yang berada di sekitar area *ROM stockpile*. Karena itu harus

dilakukan perawatan berkala untuk membentuk kembali jalan dan paritan yang terganggu karena penimbunan batubara yang tidak teratur.

4.1.2. *Product Stockpile*

Product stockpile digunakan untuk menimbun batubara produk hasil dari peremukan oleh mesin *crusher* yang terdapat di CCP. Batubara pada *product stockpile* akan diangkut menuju ISP (*intermediet stockpile*) dan juga ke pelabuhan untuk dikirim ke konsumen menggunakan tongkang. Batubara hasil dari proses *crusher* dicurahkan langsung ke area *product stockpile* melalui *radial conveyor*. Proses peremukan di area CCP mengubah batubara dari bentuk *bolder* menjadi batubara dengan ukuran -10 cm sesuai dengan kebutuhan dari konsumen.

1. Kondisi Lantai

Luas lantai dasar dari *product stockpile* yaitu 16.926 m², dengan kapasitas maksimal 150.000 Ton. Lantai *stockpile* tersusun atas 3 lapisan seperti lantai dasar pada area ROM *stockpile* sesuai pada (Gambar 4.6). Batubara yang sudah tertimbun lama di area *product stockpile* menyebabkan adanya penurunan lapisan batubara pada lantai *stockpile* sehingga lapisan batubara yang semula hanya 20 cm bertambah tebal.

Tebalnya batubara di lantai *stockpile* menimbulkan mudahnya terbentuk undulasi ketika terdapat alat mekanis yang bekerja pada area *product stockpile* dan berpotensi akan terbentuknya genangan air (Gambar 4.10). Selain itu batubara yang berbentuk debu (*fine coal*) yang terendap di lantai *stockpile* akan berterbangan ketika alat mekanis berlalulalang.



Gambar 4.10
Undulasi Pada Lantai Dasar Area *Product Stockpile*

Pada lantai *stockpile* diterapkan (*doublecrossfall*) dengan membuat kemiringan (*grade*) sebesar 2 %, untuk mengalirkan air ke arah paritan yang ada di sekitar area *stockpile* agar tidak menggenang di area *product stockpile* (Gambar 4.7). Air dari paritan akan dialirkan ke arah kolam pengendapan lumpur..

2. Timbunan

Timbunan pada area *product stockpile* memiliki ketinggian yang berubah-ubah setiap waktunya. Timbunan paling tinggi yaitu ± 12 m. Timbunan *product* memiliki sudut kemiringan yang lebih landai dibanding timbunan pada *ROM stockpile* karena butiran batubaranya yang lebih kecil. Bentuk timbunan tidak beraturan dapat dilihat dari kemiringan dan ketinggian yang tidak sama di berbagai sisi dari timbunan. Untuk kemiringan sisi pada timbunan hasil dari pengukuran dapat dilihat pada (Tabel 4.2)

Tabel 4.2
Kemiringan Sisi Timbunan *Product Stockpile*

Sisi Timbunan	Kemiringan
Sisi 1	38°
Sisi 2	44°
Sisi 3	46°
Sisi 4	43°

Bentuk timbunan hasil dari proses peremukan berbentuk kerucut. Batubara dicurahkan dari *radial conveyor* mesin *crusher* sehingga menumpuk di bawah *chute* dari *conveyor* membentuk timbunan kerucut.



Gambar 4.11
Timbunan *Double Bench* Pada *Product Stockpile*

Di *product stockpile* dilakukan *rehandling* timbunan hasil dari *crusher* untuk ditimbun lagi dalam bentuk *double bench* (Gambar 4.11) agar terdapat ruang lagi di bawah *chute* untuk hasil *crusher* selanjutnya. Timbunan pada *product stockpile* ditumpuk berdekatan dengan area di bawah *chute* dari *conveyor*, sehingga batubara hanya memenuhi sebagian sisi dari *stockpile* saja, dan masih ada ruang di sisi *stockpile* yang lain yaitu sisi sebelah timur laut.

4.2 Alat Berat di Area *Stockpile*

Alat yang digunakan untuk membongkar timbunan batubara di area ROM *stockpile* adalah satu unit *excavator* Doosan DX 300 LCA ataupun Hitachi Zaxis 350 H. *Excavator* tersebut dibantu satu unit *wheel loader* Caterpillar 950 G dalam membongkar batubara untuk memberikan umpan ke alat *crusher*. *Wheel loader* berfungsi untuk mendekatkan timbunan batubara agar terjangkau oleh *excavator* untuk diumpankan ke *hopper* dan juga berfungsi untuk menata dan merapikan timbunan batubara di ROM *stockpile*.

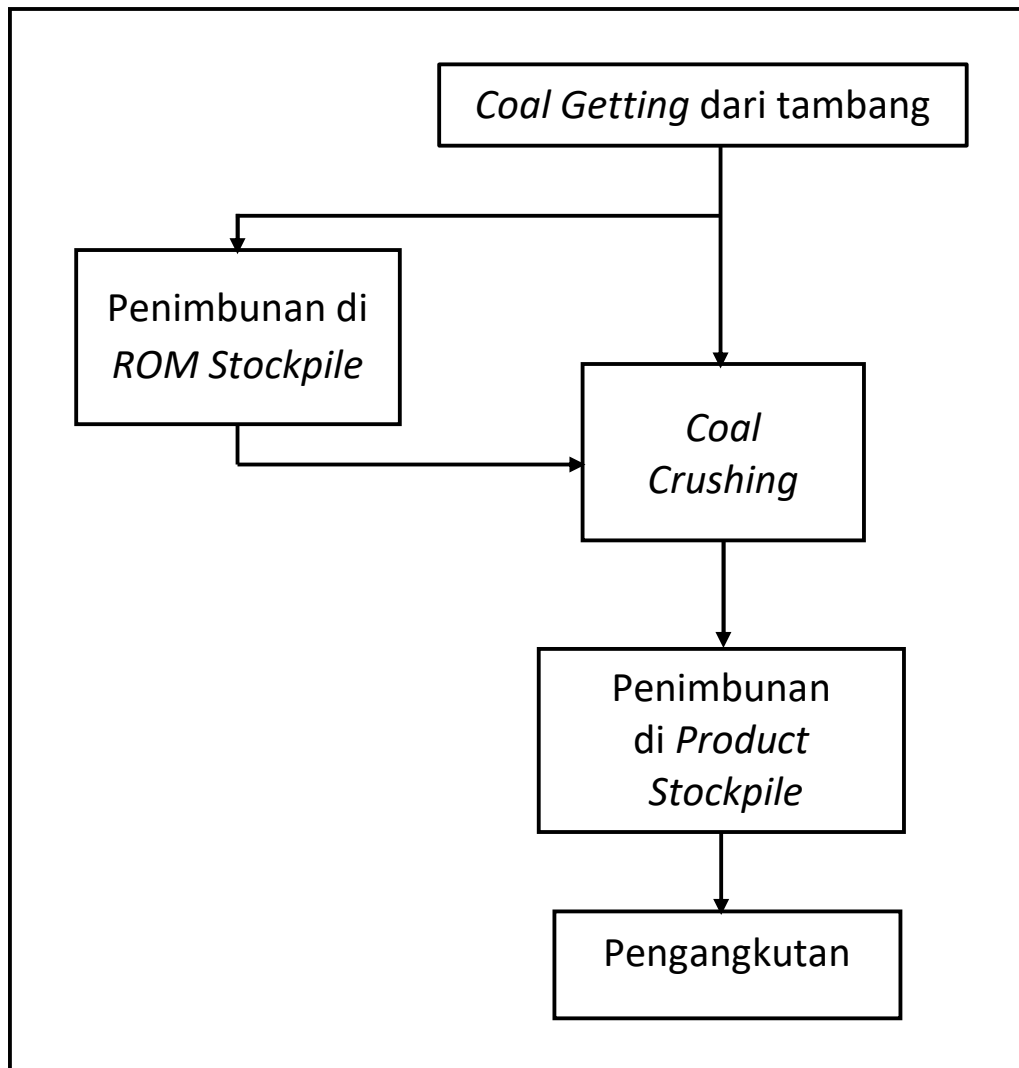
Alat yang beroperasi di area *product stockpile* adalah dua unit *excavator* Doosan DX 300 LCA. *Excavator* satu unit difungsikan untuk *trimming* batubara produk *crusher* untuk mengosongkan area di bawah *chute*. Untuk *excavator* yang lain digunakan sebagai penata timbunan dan juga untuk memuat atau *loading* batubara ke *dumptruck* untuk diangkut.



Gambar 4.12
Alat Berat Di Area *Stockpile*

4.3 Pola Penimbunan dan Pembongkaran Batubara

Batubara yang sudah ditambang akan mengalami beberapa tahapan sebelum diangkut menuju ke pelabuhan. Penimbunan sementara batubara dilakukan sebelum dilakukannya proses crushing dan juga pengangkutan menuju ISP ataupun pelabuhan. Skema proses batubara dari tambang hingga pengangkutan keluar area *stockpile* dapat dilihat pada (Gambar 4.13)

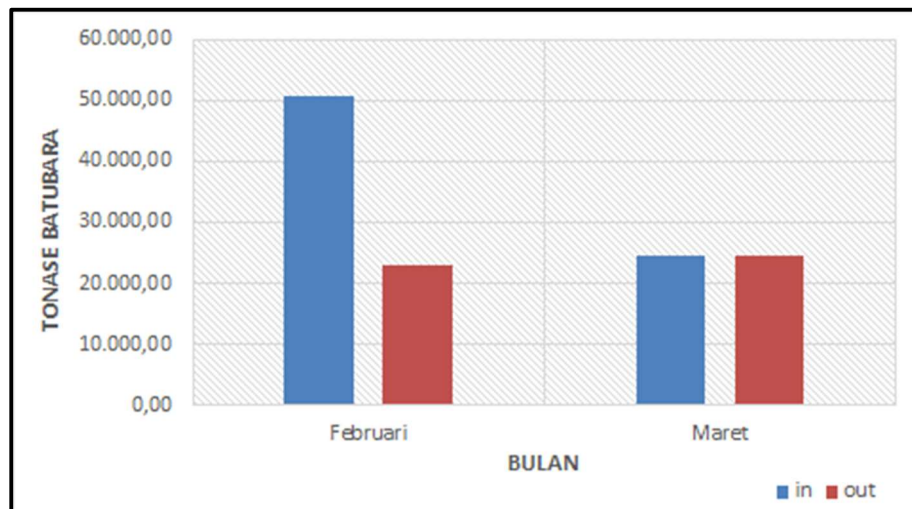


Gambar 4.13
Skema Proses Batubara Di Area *Stockpile*

4.3.1. Pola Penimbunan dan Pembongkaran Batubara di *ROM Stockpile*

Pada *ROM Stockpile* cenderung tidak menerapkan pola penimbunan batubara. Kondisi *stockpile* yang sudah melebihi kapasitas menyebabkan adanya kendala dalam menyusun timbunan. Timbunan disusun membentuk *double bench* dengan tujuan bisa menampung batubara lebih banyak. Beriringan dengan kegiatan

coal getting yang terus berjalan, jumlah batubara yang masuk di area *ROM stockpile* juga terus bertambah. Batubara hasil *coal getting* akan ditimbun di *ROM stockpile* ketika proses *crushing* tidak berjalan. Hal yang mempengaruhi berjalannya proses *crushing* diantaranya, tersedianya ruang untuk hasil *crusher* di bawah *chute* dari *conveyor*, mesin *crusher* tidak mengalami permasalahan, serta jam operasi dari mesin *crusher* yang hanya aktif 12 jam pada *shift* kerja pagi-sore saja dan pada malam hari tidak ada pengoperasian. Beberapa pengaruh tersebut menyebabkan batubara banyak yang di timbun di *ROM stockpile*. Pada Februari 2023 batubara yang masuk sebanyak 50.567,24 ton dan batubara yang keluar sebanyak 23.086,31 ton. Pada Maret 2023 batubara yang masuk sebanyak 24.646,01 ton dan batubara yang keluar sebanyak 24.552,87 ton (Gambar 4.13 berdasar perhitungan pada Lampiran D).



Gambar 4.14

Grafik Batubara *In* dan *Out* ROM *Stockpile* Bulan Februari dan Maret 2023

Batubara dari pit diangkut menuju *ROM stockpile* menggunakan *dumpruck* kemudian ditumpahkan pada area yang sudah ditentukan. Kelebihan kapasitas yang terjadi menyebabkan tidak adanya pola penimbunan yang diterapkan, penimbunan dilakukan secara acak dimana batubara yang sudah tertimbuna lama akan terletak di bawah dan batubara yang baru akan ditimbun di atas. Batubara hasil tumpahan dari *dumpruck* kemudian dirapikan dengan *wheel loader* agar timbunan tidak menutupi jalur *hauling*.

Pembongkaran timbunan dilakukan menggunakan *wheel loader* dan juga *excavator*. Kegiatan *rehandling* timbunan dilakukan untuk pemberian umpan ke

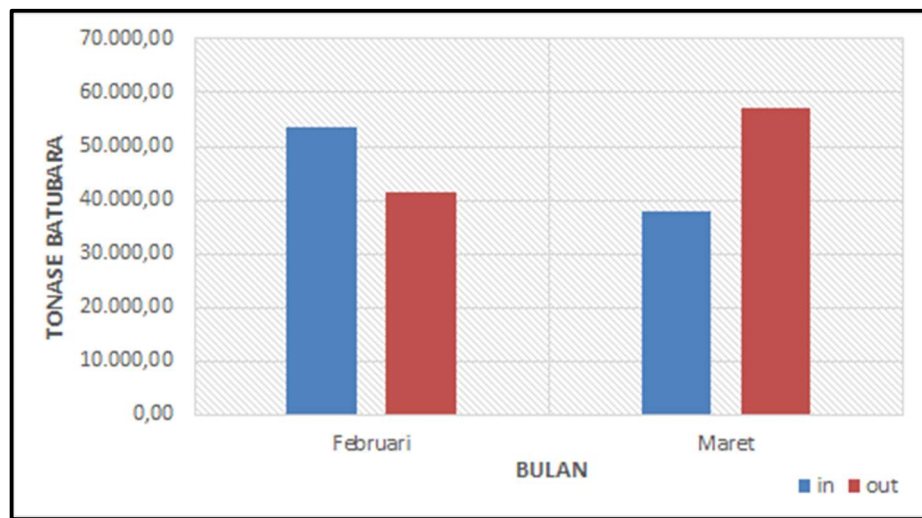
mesin *crusher*. Pembongkaran dilakukan terlebih dahulu pada batubara yang terdekat dengan *hopper* mesin *crusher* untuk memaksimalkan produktivitas *wheel loader* dan *excavator* untuk mencapai target produksi dari alat *crusher*. Hal itu menyebabkan batubara yang ditimbun jauh dari *hopper* tertimbun lebih lama di *ROM stockpile*. Proses pembongkaran batubara yang baik menerapkan prinsip FIFO (*First In First Out*) dimana batubara yang ditimbun terlebih dahulu adalah batubara yang dibongkar dahulu pula. Namun aktualnya, dengan kondisi penimbunan yang tidak teratur sulit untuk bisa membedakan antara timbunan batubara yang baru dan timbunan batubara yang lama. Oleh karena itu, sulit untuk dilakukan penerapan prinsip FIFO di area *ROM stockpile*.

4.3.2. Pola Penimbunan dan Pembongkaran Batubara di *Product Stockpile*

Pada *product stockpile* terdapat dua tahap penimbunan batubara. Timbunan pertama terbentuk dari hasil proses *crushing* yang dicurahkan dari *chute conveyor* sehingga membentuk timbunan berbentuk kerucut berbaris yang disebut dengan pola *cone ply*. Pola *cone ply* terbentuk sepanjang *radial conveyor* dari mesin *crusher*. Timbunan hasil atau *product crusher* tersebut kemudian dilakukan pemindahan atau *rehandling* timbunan untuk mengosongkan ruang (*space*) area sekitar *radial conveyor* agar proses *crushing* dapat dilakukan kembali. Tumpukan batubara tersebut di *trimming* menggunakan *excavator* untuk disusun bersama timbunan *product* yang lama. Timbunan dibentuk *double bench* dengan adanya timbunan bawah dan timbunan batubara atas. Penimbunan tidak menggunakan pola tertentu karena menyesuaikan dengan adanya ruang yang tersedia di atas timbunan lama. Dengan tidak adanya pola yang digunakan dalam penimbunan, maka sulit untuk mengetahui mana timbunan yang lama dan timbunan baru.

Pembongkaran batubara pada *product stockpile* dilakukan dengan *excavator* untuk melakukan pemuatan batubara ke alat angkut *dumptruck* yang akan mendistribusikan batubara menuju ISP (*intermediet stockpile*) ataupun menuju pelabuhan. Kegiatan *loading* atau pemuatan batubara dilakukan dengan membongkar batubara yang terdekat dengan alat angkut. Pembongkaran tidak memperhatikan usia dari timbunan, tetapi memperhatikan keamanan dan kemudahan bagi *excavator* untuk memuat batubara ke alat angkut. Pada *product stockpile* prinsip FIFO tidak dapat diterapkan karena sulit untuk membedakan

timbunan lama dan timbunan baru, serta dengan sistem pembongkaran yang tidak memperhatikan umur timbunan juga tidak mendukung untuk menerapkan prinsip tersebut. Jumlah batubara tertimbunan serta batubara yang masuk dan keluar dari area *product stockpile* juga menjadi faktor yang mempengaruhi penerapan FIFO. Dapat dilihat di grafik (Gambar 4.14, berdasar perhitungan pada Lampiran D) jumlah batubara yang masuk *product stockpile* pada bulan Februari sebanyak 48.032,08 ton dan untuk batubara yang keluar sebanyak 41.337,31 ton. Pada bulan Maret batubara yang masuk *product stockpile* sebanyak 37.209,02 ton dan batubara yang keluar sebanyak 57.171,67 ton.



Gambar 4.15

Grafik Batubara *In* dan *Out Product Stockpile* Bulan Februari dan Maret 2023

4.4 *Self Heating* dan Swabakar

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa terdapat batubara yang tertimbun lama baik di area ROM *stockpile* maupun *product stockpile*. Lamanya batubara tertimbun menjadi penyebab terjadinya *self heating* dan apabila dibiarkan akan menyebabkan swabakar batubara. *Self heating* ditandai dengan munculnya asap putih sebagai reaksi dari suhu timbunan yang meningkat dan melebihi 40° C (Gambar 4.15). Apabila tidak dilakukan tindakan suhu timbunan akan meningkat hingga batas kritis suhu yaitu 50° C dan menimbulkan swabakar.



Gambar 4.16
Self heating

Pada area ROM dan *product stockpile* selalu terdapat tanda *self heating* berupa asap putih yang muncul di timbunan. Beberapa kali dijumpai terjadinya swabakar di timbunan batubara. Kegiatan pencegahan berupa pengamatan perubahan suhu secara rutin dari timbunan belum bisa dilakukan karena tidak tersedianya alat yang dapat digunakan untuk melakukan pengecekan suhu dari timbunan. Kegiatan pemadatan timbunan juga belum dilaksanakan secara menyeluruh dan teratur terutama pada bagian timbunan yang berkenaan dengan arah angin. Usaha yang dilakukan untuk menangani dan mengendalikan terjadinya swabakar hanya sebatas kegiatan pemadaman swabakar. Penanganan terhadap batubara yang sudah mengalami swabakar dilakukan dengan memindahkan bagian batubara yang sudah terbakar menggunakan *excavator caterpillar 320* ke tempat yang jauh dari batubara yang lain. Kemudian dilakukan penumbukan batubara yang terbakar tersebut dengan *bucket excavator*. Tujuan pemisahan ini adalah agar swabakar tidak semakin menyebar. Batubara yang telah terbakar berubah warna menjadi coklat keputihan (gambar 4.16).



Gambar 4.17
Swabakar

Pada bulan Maret perusahaan mulai melakukan pencatatan dalam kegiatan penanganan swabakar.

Tabel 4.3
Penanganan Swabakar Pada Bulan Maret

Tanggal	Unit	Lokasi	Jumlah Titik Api
01 Maret 2023	Exca CAT 320	ROM	2
02 Maret 2023	Exca CAT 320	ROM	5
06 Maret 2023	Exca CAT 320	ROM	3
07 Maret 2023	Exca CAT 320	ROM	2
14 Maret 2023	Exca CAT 320	ROM	3
15 Maret 2023	Exca CAT 320	ROM	3
20 Maret 2023	Exca CAT 320	ROM	5
26 Maret 2023	Exca Hitachi 2-41	ROM & Produk	2

Sumber : PT BKL

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Teknis Penimbunan dan Pembongkaran

Pada ROM *stockpile* dan *product stockpile* CCP PT BKL kondisi penimbunan belum berjalan dengan baik, pembongkaran timbunan menjadi terhambat dan belum diterapkannya prinsip FIFO (*first In First Out*) dimana timbunan yang terlebih dahulu ditimbun harus dibongkar lebih dahulu. Hal itu menyebabkan masih banyak gejala *self heating* dan swabakar yang terjadi. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan manajemen timbunan untuk meminimalisir terjadinya *self heating* dan swabakar.

5.1.1. Pola Penimbunan dan Pembongkaran pada ROM *Stockpile*

Penimbunan pada ROM *stockpile* dilakukan tanpa adanya pola penimbunan yang diterapkan. Bentuk timbunan harusnya adalah limas terpancung yang memanjang dari jalan masuk ROM *stockpile* hingga mengarah ke *hopper*. Namun pada aktualnya bentuk timbunan tidak beraturan karena dalam penimbunan tidak tertata dengan baik. Timbunan yang tidak tertata menyebabkan banyak batubara yang melebar sehingga masuk ke bagian yang seharusnya paritan ataupun jalan angkut. Untuk menangani itu diperlukan kegiatan pembentukan jalan angkut dan paritan menggunakan *excavator* dan *wheel loader*. Saat kegiatan penimbunan, *Dumptruck* melakukan *freedump* di area yang sudah ditentukan, yaitu di atas timbunan lama. Dengan kondisi yang sudah berlebih kapasitas penimbunan batubara dilakukan dengan membentuk *double bench* agar dapat memuat batu bara lebih banyak. Timbunan batubara baru selalu terletak di atas, sehingga ketika pembongkaran dilakukan batubara yang terbongkar adalah batubara baru. Hal tersebut menunjukkan penimbunan dan pembongkaran batubara di ROM *stockpile* belum berjalan sesuai dengan prinsip FIFO (*First In First Out*) dan lebih cenderung untuk berjalan dengan prinsip LIFO (*Last In First Out*)

5.1.2. Pola Penimbunan dan Pembongkaran pada *Product Stockpile*

Pada *product stockpile* dilakukan dua tahap dalam penimbunan, pada penimbunan pertama berpola *cone ply* di area bawah *chute*, selanjutnya dilakukan *trimming* dengan excavator untuk memindahkan timbunan hasil *crushing* ke timbunan utama yang berbentuk *double bench* agar terdapat ruang di bawah *chute* untuk hasil *crushing* selanjutnya. Penimbunan dilakukan acak atau tidak menerapkan pola penimbunan. Timbunan baru ditimbun di atas timbunan lama dengan susunan timbunan *double bench*. Pembongkaran timbunan dilakukan excavator untuk melakukan pemuatan batubara ke dalam *dumpruck* yang akan mengangkut batubara menuju ke ISP atau ke Pelabuhan. Timbunan yang dibongkar adalah timbunan baru karena sulit untuk membedakan timbunan baru dan timbunan lama, serta timbunan lama dominan terletak di bawah sehingga sulit untuk dibongkar. Kondisi ini menyebabkan penimbunan dan pembongkaran di *product stockpile* belum sesuai dengan prinsip FIFO.

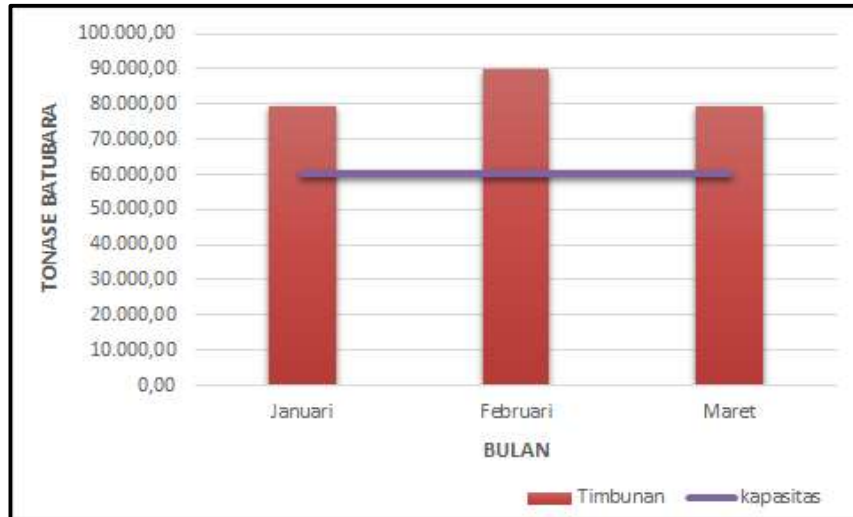
5.2 Kondisi Penerapan FIFO

5.2.1. Jumlah Batubara dan Kapasitas *Stockpile*

5.2.1.1. ROM *stockpile*

Kondisi ROM *stockpile* saat dilakukannya penelitian mengalami kelebihan kapasitas. Berdasarkan data ketersediaan batubara yang selalu diukur di akhir bulan, pada bulan Februari hingga bulan Maret batubara serta timbunan dari bulan sebelumnya yaitu Januari yang ditampung di area ROM *stockpile* jauh melebihi kapasitas. Hal tersebut disebabkan karena adanya ketidakseimbangan antara jumlah batubara yang masuk dan keluar di area ROM *stockpile* (Gambar 4.13). Dari grafik (Gambar 5.1) dapat dilihat bahwa terjadi kapasitas yang berlebih diatas 60.000 ton di area tersebut. Pada bulan Februari ketersediaan batubara sebesar 89.811,709 ton terjadi kelebihan kapasitas sebesar 49,69 %, dengan jumlah timbunan di akhir bulan Januari sebesar 79.419,64 ton. Pada bulan Maret ketersediaan batubara sebesar 79.532,73 ton, terjadi kelebihan kapasitas sebesar 32,5 %. Kelebihan kapasitas tersebut diatasi dengan menerapkan timbunan *double bench* (Gambar 4.9) agar batubara tetap bisa tertampung di area ROM *stockpile* walaupun sudah melebihi dari kapasitas yang sebenarnya. Kapasitas yang berlebih menyebabkan sulit untuk

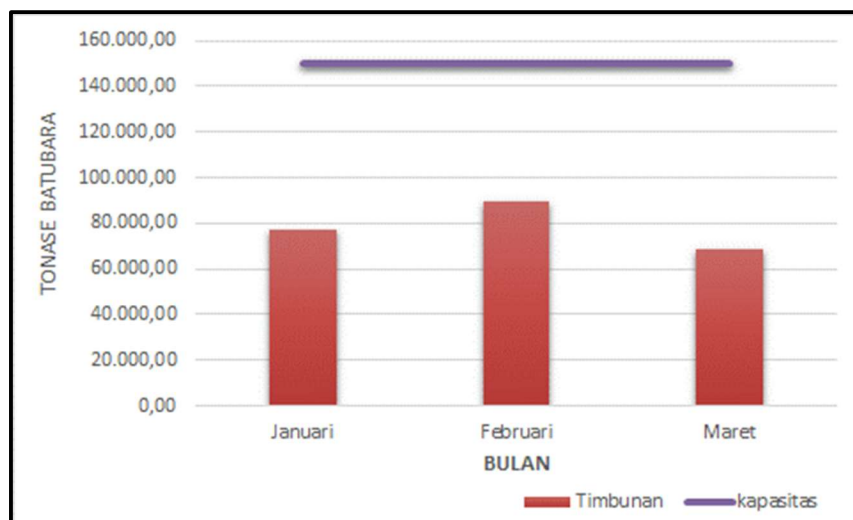
dilakukan penimbunan dan pembongkaran dengan skema yang baik, sehingga prinsip FIFO sulit untuk diterapkan.



Gambar 5.1
Ketersediaan Batubara ROM *Stockpile* Bulan Februari Dan Maret

5.2.1.2. *Product Stockpile*

Berdasar data ketersediaan batubara di area *product stockpile* yang diukur setiap akhir bulan, pada bulan Februari batubara yang ditimbun sebanyak 89.738,662 ton dengan jumlah batubara pada akhir Januari sebesar 77.482,85 ton dan pada bulan Maret batubara yang ditimbun sebanyak 68.745,42 ton. Kondisi dari *product stockpile* tidak berlebihan kapasitas karena terisi kurang dari 60 % kapasitas (Gambar 5.2).



Gambar 5.2
Ketersediaan Batubara *Product Stockpile* Bulan Februari Dan Maret

Tetapi banyaknya timbunan batubara lama serta tidak berimbangnya dengan jumlah batubara yang keluar dari *product stockpile* penimbunan batubara baru di atas timbunan lama, sehingga timbunan lama selalu berada di bawah. Hal tersebut menyebabkan sulit dilakukan pembongkaran terhadap timbunan lama dan sulit membedakan antara timbunan lama dengan timbunan baru. Kondisi tersebut menyebabkan tidak dapatnya dilakukan penerapan FIFO (*First In First Out*) di area *product stockpile*.

5.2.2. Batubara *In* dan *Out*

Penerapan prinsip FIFO (*First In First Out*) dapat dilakukan apabila jumlah batubara yang masuk dan batubara yang keluar seimbang sehingga persediaan batubara tidak melebihi kapasitas dan tidak tertimbun lama di area *stockpile*. Namun, kondisi di lapangan batubara yang masuk ke area ROM *stockpile* dan *product stockpile* lebih banyak dibanding dengan jumlah batubara yang keluar. Hal tersebut menyebabkan batubara tertimbun lama di area *stockpile* dan menyebabkan terjadinya kapasitas berlebih di ROM *stockpile*. Selain mempertimbangkan batubara yang masuk dan keluar (*material balance*), penerapan FIFO juga dipengaruhi oleh timbunan dari bulan sebelumnya.

5.2.2.1. Batubara *In* dan *Out* ROM *stockpile*

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan penerapan FIFO di area *stockpile* tidak bisa berjalan dengan baik. Berdasar dari perbandingan data batubara masuk di ROM *stockpile* dengan data batubara keluar di ROM *stockpile* (Gambar 4.13) berdasar pada perhitungan pada Lampiran D) terlihat bahwa batubara yang masuk ke area ROM *stockpile* lebih besar dibanding batubara yang keluar. Hal ini dapat terjadi Ketika:

1. Mesin *crusher* sedang tidak dapat beroperasi dimana menyebabkan batubara banyak yang di timbun di ROM *stockpile*.
2. Area di bawah *chute* penuh sehingga tidak ada tempat untuk batubara hasil *crusher*.

5.2.2.2. Batubara *In* dan *Out* *Product Stockpile*

Pada *product stockpile* jumlah batubara yang masuk dan keluar juga tidak berimbang (Gambar 4.14 berdasar perhitungan Lampiran D). Batubara yang masuk

ke area *product stockpile* lebih banyak daripada batubara yang keluar. Penyebab hal tersebut adalah adanya kendala dalam proses *hauling* atau pengangkutan batubara keluar sedangkan proses *crushing* (batubara *In*) tetap berjalan, sehingga batubara tertahan di *product stockpile*. Hal tersebut menyebabkan waktu timbun batubara yang terlampaui lama pada area *product stockpile*.

5.3 Upaya Perbaikan

5.3.1 Upaya Perbaikan Manajemen *Stockpile*

Dalam perancangannya ROM *stockpile* dan *product stockpile* memiliki kapasitas masing masing. ROM *stockpile* dirancang untuk dapat enampung 60.000 ton batubara, sedangkan *product stockpile* dirancang untuk dapat menampung 150.000 ton. Kondisi di lapangan ketika penelitian dilakukan pada bulan Februari dan Maret 2023, area ROM *stockpile* mengalami kapasitas berlebih serta banyaknya terjadi swabakar. Pada area *product stockpile* juga banyak terjadi swabakar. Apabila hal tersebut terus dibiarkan maka dapat menjadi hambatan dalam jalannya proses penimbunan dan pembongkaran batubara bahkan bisa menjadi kerugian untuk perusahaan.

Upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan memperbaiki pola timbunan dan melakukan penanganan terhadap timbunan batubara pada ROM *stockpile* ataupun *product stockpile* sehingga kapasitas yang tersedia dapat digunakan secara optimal. Adapun perbaikan yang dapat dilakukan yaitu :

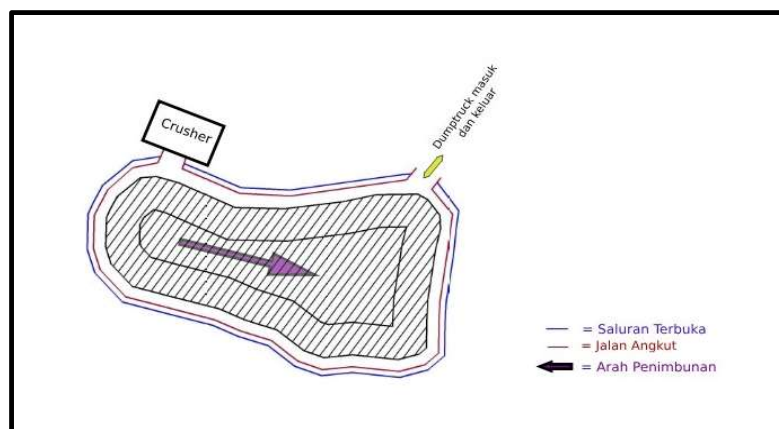
1. Dimensi timbunan pada ROM *stockpile* diubah dengan menurunkan ketinggian menjadi 8 m dan timbunan disusun membentuk limas terpancung dengan panjang menyesuaikan panjang dari area ROM *stockpile* (Gambar 5.3) untuk mengoptimalkan kegiatan pemadatan serta mengurangi terpaan angin pada timbunan.
2. Kapasitas ROM *stockpile* setelah perbaikan dimensi dengan mempertimbangkan *angle of repose* batubara (Tabel 5.1) berubah menjadi 48.666,06 ton.
3. Pembongkaran dilakukan sesuai dengan arah penimbunan yang dilakukan, sehingga FIFO dapat berjalan.

4. Melakukan *rehandling* terhadap batubara timbunan lama pada area ROM *stockpile* yang terletak jauh dari *hopper* untuk mengatasi kapasitas yang sudah berlebih dan mengoptimalkan kapasitas dari *product stockpile*.
5. Menggeser timbunan pada *product stockpile* ke sisi timur laut agar ruang di bawah *chute* luas dan ada ruang yang cukup untuk menampung batubara hasil *crushing* timbunan lama dari ROM *stockpile* yang dilakukan *rehandling*.
6. Timbunan pada *product stockpile* dibentuk menjadi dua timbunan memanjang dari sisi timur laut menuju arah barat daya (mengarah mendekati ke *crusher*) sesuai arah penimbunan (Gambar 5.4) yang sudah ditentukan.
7. Kapasitas ROM *stockpile* berubah menjadi 78.189,85 ton setelah perbaikan dimensi dengan merubah ketinggian timbunan menjadi 8 m (Tabel 5.1).
8. Pembongkaran dilakukan mengikuti arah penimbunan yang ditentukan.

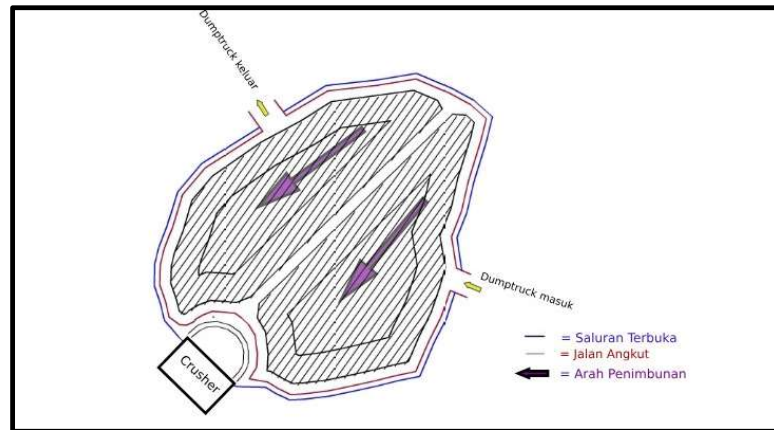
Tabel 5.1
Kapasitas *Stockpile* Setelah Perbaikan

Stockpile	Timbunan	L.bawah (m ²)	L.atas (m ²)	Tinggi (m)	Volume (m ³)	Tonase (ton)	Total (ton)
ROM	1	10.474,99	4.015,89	8	55.938,00	48.666,06	48.666,06
Produk	1	8.221,67	2.841,56	8	42.391,17	36.880,32	78.189,85
	2	8.864,96	3.428,14	8	47.482,22	41.309,53	

Dari pengaturan dan perbaikan timbunan di atas maka masalah kapasitas berlebih pada ROM *stockpile* dapat diatasi dengan melakukan penanganan kembali pada timbunan lama untuk segera dilakukan peremukan dan di timbun pada *product stockpile* yang memiliki kapasitas 78.189,85 ton batubara setelah dilakukan perbaikan dimensi dari yang sebelumnya berkapasitas 150.000 ton.



Gambar 5.3
Rancangan Penimbunan ROM *Stockpile*



Gambar 5.4
Rancangan Arah Penimbunan *Product Stockpile*

5.3.2 Upaya Penanganan Swabakar

Hasil dari penelitian menunjukkan adanya batubara yang tertimbun lama pada ROM *stockpile* dan *product stockpile* karena tidak bisa dilakukan pembongkaran untuk dikeluarkan dan dilakukan proses selanjutnya. Hal ini menimbulkan terjadinya *self heating* dan swabakar.

Gejala swabakar sering terjadi pada penimbunan batubara sebagai efek potensial dari batubara. Adanya reaksi oksidasi menyebabkan panas terakumulasi di dalam timbunan batubara sehingga suhu terus meningkat. Apabila terlampau lama ditimbun maka kelamaan akan terjadi swabakar. Pada ROM dan *product stockpile*, sangat sering terjadi *self heating* dan swabakar karena batubara yang ditimbun lama. Tidak berjalannya prinsip FIFO dalam penimbunan dan pembongkaran menjadi penyebab batubara ditimbun terlalu lama. Gejala swabakar pada timbunan dapat dihindari dan diminimalisir dengan melakukan beberapa tindakan. Hal yang dapat dilakukan untuk menghindari swabakar yaitu :

1. Pemadatan Timbunan

Pemadatan timbunan dilakukan untuk mengurangi rongga-rongga udara pada timbunan. Pada area ROM dan *product stockpile* CCP PT BKL pemadatan tidak dilakukan secara menyeluruh. Pemadatan hanya terjadi pada sisi timbunan yang menjadi akses jalan bagi alat mekanis. Tidak ada kegiatan pemadatan yang dilakukan dengan terencana dan teratur. Akibat pemadatan tidak menyeluruh, banyak area yang mengalami *self heating* dan terjadi swabakar. Upaya yang dapat dilakukan yaitu ketika terjadi kegiatan

penimbunan dan pembongkaran harus selalu diikuti kegiatan pemadatan menggunakan *excavator* atau alat mekanis lainnya seperti *bulldozer*. Terutama untuk sisi timbunan yang searah dengan arah angin berhembus, memerlukan kegiatan pemadatan yang

2. Pengecekan Suhu Timbunan Secara Rutin

Pada area *stockpile* tidak pernah dilakukan pengecekan suhu timbunan, sehingga sulit untuk memantau kondisi timbunan berkaitan dengan potensi terjadi *self heating* dan swabakar. Apabila pengecekan suhu secara rutin dapat dilakukan maka setiap kenaikan suhu timbunan akibat adanya reaksi oksidasi dapat terdeteksi dan dapat segera dilakukan tindakan. Bagian timbunan batubara yang terindikasi bersuhu tinggi ($>50^{\circ}\text{C}$) dan berpotensi swabakar dapat digali agar panas di dalam timbunan dapat keluar. Setelah panas pada timbunan sudah berkurang maka dilakukan pemadatan kembali.

3. Penanganan Timbunan Batubara

Tindakan penanganan ketika terdapat tanda *self heating* dan swabakar maka akan dilakukan pemadaman serta pemisahan batubara yang terbakar dari timbunan agar swabakar tidak menyebar menjadi lebih besar. Batubara yang terbakar diambil menggunakan alat gali berupa *excavator* lalu dijauhkan dari timbunan. Batubara disebar di tempat yang datar kemudian ditumbuk menggunakan bucket dari *excavator* untuk memadamkan bara api hingga asap putih menghilang. Apabila batubara baru mengalami *self heating* dan swabakar belum terjadi, maka batubara yang sudah hilang asapnya dapat dikembalikan pada timbunan. Namun, bila swabakar sudah terjadi dan batubara sudah berubah warna, maka batubara dapat dibuang.

4. Penyemprotan Campuran Air dan Bahan Kimia

Penyemprotan campuran air dan bahan kimia bertujuan untuk menurunkan suhu pada timbunan dan mencegah terjadinya proses oksidasi pada timbunan. Teknis penyemprotan dilakukan menggunakan *water truck* dan dibantu *excavator* untuk membongkar batubara agar penyemprotan dapat merata menjangkau seluruh timbunan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasar pada hasil pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi *stockpile* dilapangan adalah sebagai berikut:
 - a. Pada ROM *stockpile* :
 - 1) Batubara melebihi kapasitas sebesar 49,69 % pada bulan Februari dan sebesar 32,5 % pada bulan Maret.
 - 2) Pola penimbunan tidak teratur dan timbunan membentuk *double bench*.
 - 3) Perbandingan antara jumlah batubara yang masuk dan batubara yang keluar selama bulan Februari hingga Maret tidak seimbang.
 - b. Pada *product stockpile* :
 - 1) Pola penimbunan dan dimensi timbunan yang tidak teratur.
 - 2) Perbandingan antara jumlah batubara masuk, dan batubara keluar tidak seimbang.
2. Penerapan prinsip FIFO (*First In First Out*) belum berjalan dikarenakan kondisi penimbunan dan pembongkaran pada ROM dan *Product stockpile* tidak teratur.
3. Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki manajemen *stockpile* dan meminimalisir terjadinya swabakar yaitu dengan melaksanakan beberapa hal berikut:
 - a. Memperbaiki dimensi timbunan di ROM dan *product stockpile* menjadi berbentuk limas terpancung dengan ketinggian timbunan maksimal 8 m. Kapasitas setelah perbaikan menjadi 48.666,06 ton untuk ROM dan 78.189,85 ton untuk *product stockpile*.
 - b. Pembuatan skema jalan pada area ROM dan *product stockpile* dengan lebar 6 m untuk mempermudah jalur dalam penanganan batubara.

- c. Pembuatan pola penimbunan dan pembongkaran batubara baru di ROM dan *Product stockpile*.
- d. Mengatasi kapasitas berlebih pada ROM *stockpile* dengan mengoptimalkan kapasitas *product stockpile*
- e. Upaya untuk menghindari dan meminimalisir terjadinya swabakar dapat dilakukan dengan:
 - Melakukan pemadatan timbunan setiap dilakukan kegiatan penimbunan dan pembogkaran.
 - Melakukan pengecekan suhu rutin sekali sehari untuk memantau perubahan suhu timbunan.

6.2 Saran

Berdasarkan dari hasil pengamatan yang telah dilaksanakan, diberikan saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penggunaan alat mekanis berupa *bulldozer* pada *product stockpile* untuk menerapkan pola penimbunan yang telah ditentukan agar prinsip FIFO (*First In First Out*) dapat berjalan.
2. Perlu dilakukan pengecekan suhu timbunan secara rutin minimal sekali dalam sehari sebagai langkah pencegahan swabakar.
3. Perlu adanya penyemprotan timbunan menggunakan air dan campuran bahan kimia untuk mencegah terjadinya swabakar.
4. Pembuatan SOP untuk penanganan batubara di area *stockpile* CCP.
5. Perluasan lantai dasar area *stockpile* untuk meningkatkan kapasitas.

LAMPIRAN A
BATUBARA HASIL *COAL GETTING*

- Bulan Februari

Tanggal	Pit Utara (ton)	Pit Selatan (ton)
1	2.297,77	-
2	1.514,36	-
3	-	153,13
4	-	528,94
5	1.503,71	611,10
6	687,57	372,30
7	867,33	793,89
8	2.680,05	2.420,44
9	3.416,35	877,74
10	3.221,13	973,70
11	2.105,49	145,54
12	983,40	1.351,53
13	1.867,27	1.661,15
14	1.751,35	144,07
15	1.745,25	3.093,12
16	2.831,91	649,22
17	2.727,67	1.116,65
18	1.772,17	214,24
19	721,46	-
20	1.156,69	1.144,41
21	1.034,26	2.011,75
22	374,18	1.742,92
23	-	-
24	123,87	476,05
25	1.307,82	465,51
26	2.256,64	3.260,77
27	2.063,70	3.043,56
28	2.641,00	4.608,88

Sumber : PT BKL

- Bulan Maret

Tanggal	Pit Utara (ton)	Pit Selatan (ton)
1	1.785,18	78,59
2	600,02	437,70
3	326,28	238,41
4	560,33	249,15
5	907,97	-
6	1.134,20	1.132,11
7	998,30	1.155,47
8	399,28	-
9	349,00	789,44
10	171,82	-
11	-	-
12	1.636,42	-
13	1.123,08	-
14	-	359,69
15	809,57	-
16	2.235,74	2.018,21
17	1.182,91	1.403,53
18	-	1.113,35
19	516,67	1.183,59
20	374,38	522,88
21	-	218,87
22	362,64	1425,23
23	-	127,42
24	-	1.073,66
25	393,60	906,06
26	321,58	642,73
27	361,46	280,41
28	-	2.016,81
29	-	1.572,22
30	-	-
31	-	1.806,20

Sumber : PT BKL

LAMPIRAN B
PENGUMPANAN KE MESIN PEREMUK

- Bulan Februari

Tanggal	Direct Dumping (ton)	Rehandling (ton)
1	257,24	259,15
2	-	-
3	-	-
4	321,00	1.344,33
5	848,09	1.895,02
6	984,40	970,18
7	2.408,90	613,86
8	2.279,13	1.151,59
9	624,56	1.381,58
10	1.478,07	1.025,25
11	1.454,40	900,54
12	1.234,76	498,86
13	739,08	699,70
14	977,52	1.537,07
15	1.472,99	973,42
16	977,52	1.102,71
17	1.199,73	716,15
18	857,18	1.134,51
19	257,24	1.002,94
20	937,64	550,69
21	826,89	338,51
22	557,46	1.655,31
23	-	534,49
24	34,30	890,82
25	-	-
26	2.516,51	960,50
27	620,93	623,57
28	1.080,22	325,55
29	-	-

Sumber : PT BKL

- Bulan Maret

Tanggal	Direct Dumping (ton)	Rehandling (ton)
1	388,34	688,36
2	220,05	542,59
3	-	1.135,39
4	291,54	949,13
5	188,64	628,43
6	823,18	693,22
7	445,89	712,66
8	394,44	1.145,11
9	573,99	681,88
10	102,90	910,26
11	-	1.592,14
12	-	-
13	1.474,86	963,96
14	1.525,71	644,63
15	-	-
16	-	-
17	1.349,23	1.470,66
18	1.881,01	736,95
19	556,84	1.145,11
20	321,00	1.307,08
21	-	1.172,64
22	822,44	1.235,81
23	-	953,99
24	492,20	1.483,62
25	-	720,75
26	-	-
27	-	-
28	-	-
29	-	-
30	-	1.715,23
31	803,90	1.323,27

Sumber : PT BKL

LAMPIRAN C
COAL HAULING

Bulan Februari

Tanggal	Tonase Keluar (ton)
1	1.635,53
2	2.163,15
3	1.910,90
4	1.830,58
5	1.423,19
6	1.471,44
7	1.783,26
8	1.431,96
9	1.870,18
10	1.526,83
11	617,12
12	1.445,97
13	2.076,20
14	1.530,02
15	1.534,76
16	2.023,36
17	1.992,95
18	1.837,31
19	1.307,70
20	777,77
21	2.203,06
22	643,95
23	1.059,63
24	523,58
25	912,83
26	1.728,31
27	918,40
28	1.157,37

Bulan Maret

Tanggal	Tonase Keluar (ton)
1	1.381,30
2	2.061,22
3	2.202,46
4	1.669,71
5	2.437,91
6	2.760,86
7	1.122,78
8	1.877,17
9	1.885,08
10	2.194,15
11	724,90
12	1.086,56
13	814,96
14	1.917,33
15	1.295,84
16	1.904,52
17	1.838,57
18	2.336,63
19	2.873,53
20	2.202,17
21	2.029,51
22	2.652,90
23	2.503,09
24	3.004,23
25	1.424,12
26	2.179,18
27	1.719,51
28	1.930,51
29	1.967,27
30	32,08
31	1.141,62

Sumber: PT BKL

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN BATUBARA *IN* DAN *OUT*

Arus *in* dan *out* batubara yang baik adalah berimbang atau batubara keluar lebih besar, agar batubara tidak mengalami penimbunan terlalu lama. Untuk data batubara *in* dan *out* pada area *stockpile* didapat dari data berikut :

- ROM *Stockpile*
 - *In* = data *coal getting* – data *direct dumping feeding*
 - *Out* = data *rehandling feeding*
- Product *Stockpile*
 - *In* = data *direct dumping* + data *rehandling feeding*
 - *Out* = data *hauling*

Dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- ROM *Stockpile*
 - Februari
 - *In* = 75.513,01 ton – 24.945,77 ton
= 50.567,24 ton
 - *Out* = 23.086,31 ton
 - Maret
 - *In* = 37.302,16 ton – 12.656,15 ton
= 24.646,01 ton
 - *Out* = 24.552,87 ton
- Product *Stockpile*
 - Februari
 - *In* = 24.945,77 + 23.086,31
= 48.032,08 ton
 - *Out* = 41.337,31 ton
 - Maret
 - *In* = 12.656,15 + data 24.552,87
= 37,209,02 ton
 - *Out* = 57.171,67 ton

LAMPIRAN E
PERHITUNGAN KAPASITAS *STOCKPILE* PERBAIKAN

Perbaikan dimensi timbunan dilakukan dengan membentuk timbunan menjadi limas terpancung dan memperhatikan dari *angle of repose* timbunan untuk meningkatkan aspek keamanan. Perubahan dimensi juga mempengaruhi terhadap kapasitas *stockpile*.

❖ Perhitungan kapasitas *stockpile*

- Perhitungan volume timbunan :

$$V = \frac{1}{3} t (L1 + \sqrt{L1 \cdot L2} + L2)$$

Keterangan :

V = Volume

t = Tinggi timbunan m

$L1$ = Luas alas m^2

$L2$ = Luas atap m^2

○ ROM *stockpile*

- Timbunan 1

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} 8 (10.474,99 + \sqrt{10.474,99 \times 4.015,89} + 4.015,89) \\ &= 55.938,00 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

○ *Product stockpile*

- Timbunan 1

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} 8 (8.221,67 + \sqrt{8.221,67 \times 2.841,56} + 2.841,56) \\ &= 42.391,17 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Timbunan 2

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{3} 8 (8.864,96 + \sqrt{8.864,96 \times 3.428,14} + 3.428,14) \\ &= 47.482,22 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Perhitungan Kapasitas *stockpile*

$$K = \text{Volume timbunan} \times \text{densitas batubara}$$

- ROM *Stockpile*

- Timbunan 1

$$\begin{aligned} K &= 55.938,00 \text{ m}^3 \times 0,871 \\ &= 48.666,06 \text{ ton} \end{aligned}$$

- *Product Stockpile*

- Timbunan 1

$$\begin{aligned} K &= 42.391,17 \text{ m}^3 \times 0,871 \\ &= 36.880,32 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Timbunan 2

$$\begin{aligned} bi &= 47.482,22 \text{ m}^3 \times 0,871 \\ &= 41.309,53 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 78.189,85 \text{ ton}$$

LAMPIRAN F
SPEKIFIKASI GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM REAL TIME
KINEMATIC

T300 Plus GNSS Receiver

T Series GNSS Receiver Ver.2022.1.19



Size: 15.8 cm × 7.5 cm
Weight: 0.95 kg with two batteries

T300 Plus GNSS Receiver

ULTRA-RELIABLE GNSS

SinoGNSS T300 Plus GNSS receiver is an upgrade of the T300. It offers 965 GNSS channels and supports all existing and planned GNSS constellations, providing robust GNSS tracking performance. With the advanced QUANTUM™ Generation III technology, it remarkably improves positioning availability and reliability, so that surveyors are able to expand the reach of their GNSS rovers even in complicated environment.

INTEGRATED AND COMPACT DESIGN

SinoGNSS T300 Plus GNSS receiver combines a GNSS board, Bluetooth® and adjustable TX/RX UHF, WiFi and 4G modem into one rugged device for demanding surveying tasks. Industrial 4G ensures the receiver connects to global mobile network seamlessly. Moreover, T300 Plus built-in tilt IMU supports tilt compensation up to 60° and keeps the accuracy within 2.5 centimeters, which improves your field work with increased efficiency, convenience, and reliability.

FLEXIBILITY FOR FIELD USE

Integrated a full-frequency UHF range from 410 to 470 MHz with 12.5 KHz frequency interval, the T300 Plus is compatible with other radios and flexible for you to select different frequencies. With the built-in TX/RX UHF, it's flexible to choose base or rover. The powerful Radio router function enables T300 Plus to transmit correction data from the base to other rovers, which will expand working ranges in the fields.

SMART BATTERY DESIGN

With two hot swap batteries, the T300 Plus extends working hours and ensures your fluent workflow in the field. The battery LEDs flash when battery runs low. The consumer-grade battery design is compatible with Canon LP-E6, which is easy to purchase and replace in your local market.

Features

Support GPS L1/L2/L5, BeiDou B1/B2/B3, GLONASS L1/L2/L3, Galileo E1/E5a/E5b/E6/AltBOC, QZSS L1/L2/L5, Navic L5, SBAS

Advanced QUANTUM™ Generation III Technology

WiFi/UHF/4G Module

Up to 60° tilt IMU

Smart Battery Design

Low Power Consumption

SinoGNSS[®]
By ComNav Technology Ltd.

©2022, ComNav Technology Ltd. All rights reserved. SinoGNSS is the official trade mark of ComNav Technology Ltd., registered in People's Republic of China, EU, USA and Canada. All other trademarks are the property of their respective owners. (January, 2022).

T300 Plus GNSS Receiver

T Series GNSS Receiver

Ver.2022.1.19

Signal Tracking

955 channels for simultaneously tracking satellite signals

GPS	L1C/A, L2C, L2P, L5
BeiDou	B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b
GLONASS	L1, L2, L3
Galileo	E1, E5a, E5b, E6, A/BOC
QZSS	L1C/A, L1C, L2C, L5
Navic	L5
SBAS	WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, SDOM, BDSBAS

Performance Specifications

Cold start	<50 s
Warm start	<30 s
Hot start	<15 s
Initialization time	<10 s
Signal re-acquisition	<1.5 s
Initialization reliability	>99.9%

Positioning Specifications

Static and Fast Static	2.5 mm + 0.5 ppm Horizontal 5 mm + 0.5 ppm Vertical
Long Observations Static	3 mm + 0.1 ppm Horizontal 3.5 mm + 0.4 ppm Vertical
Real Time Kinematic	8 mm + 1 ppm Horizontal 15 mm + 1 ppm Vertical
DGPS	<0.4 m RMS
SBAS	1 m 3D RMS
Standalone	1.5m 3D RMS

Communications

1 x 7 pin Iemo port (Combined Serial and USB function)
Baud rates up to 921600bps for serial

UHF modem¹: Tx/Rx with full frequency range from 410-470 MHz²
Transmit power: 0.5-2 W adjustable
Range: 1-5 km³

WiFi4G modem⁴
4G Bands: 800/900/1800/2100/2600 MHz
3G Bands: 900/2100 MHz
2G Bands: 900/1800 MHz

Support GSM, Point to Point/Points and NTRIP

Position data output rates: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, 10 Hz, 20 Hz

5 LEDs (indicating Power, Satellite Tracking, GPRS Status and Differential Data)

Bluetooth⁵: V 4.0 protocol, compatible with Windows OS and Android OS

Calibration-free IMU integrated for Tilt Survey, up to 60° tilt with 2.5 cm accuracy

Data Format

Correction data I/O	RTCM 2.X, 3.X, CMR,CMR+
Position data output	ASCI: NMEA-0183 GSV, RMC, HDT, VHD, GGA, GSA, ZDA, VTG, GST; PTNL, PJK; PTNL, AVR; PTNL, GGG ComNav Binary update to 20 Hz

Physical

Size(W x H)	Ø 15.8 cm x 7.5 cm
Weight	0.95 kg with two batteries

Environmental

Operating temperature	-40 °C to +65 °C
Storage temperature	-40 °C to +85 °C
Humidity	100% non-condensing
Waterproof and dustproof	IP67, protected from temporary immersion to depth of 1 m
Shock	Designed to Survive a 2 m drop onto concrete

Electrical and Memory

Input voltage	7-28 VDC
Power consumption	1.92 W ⁶
Li-ion battery capacity	2 x 2000 mAh, up to 10 hours typically
Memory	8 GB ⁷

Software

Survey Master Android-based data collection software
Carbon SurvCE field data collection software (optional)
MicroSurvey FieldGenius field data collection software (optional)

- 1.UHF Modem and 4G Modem is default configuration and it can be removed according to your specific needs.
- 2.Integrated UHF ranges from 410 to 470 MHz with 12.5 KHz channel spacing.
- 3.Working distance of internal UHF varies in different environments, the maximum distance is 5 Km in ideal situation.
- 4.Power consumption will increase if transmitting corrections via internal UHF.
- 5.8GB is the default internal memory and optional 16GB, 32GB is available to order. Please clarify when placing the order.

Specifications subject to change without notice.

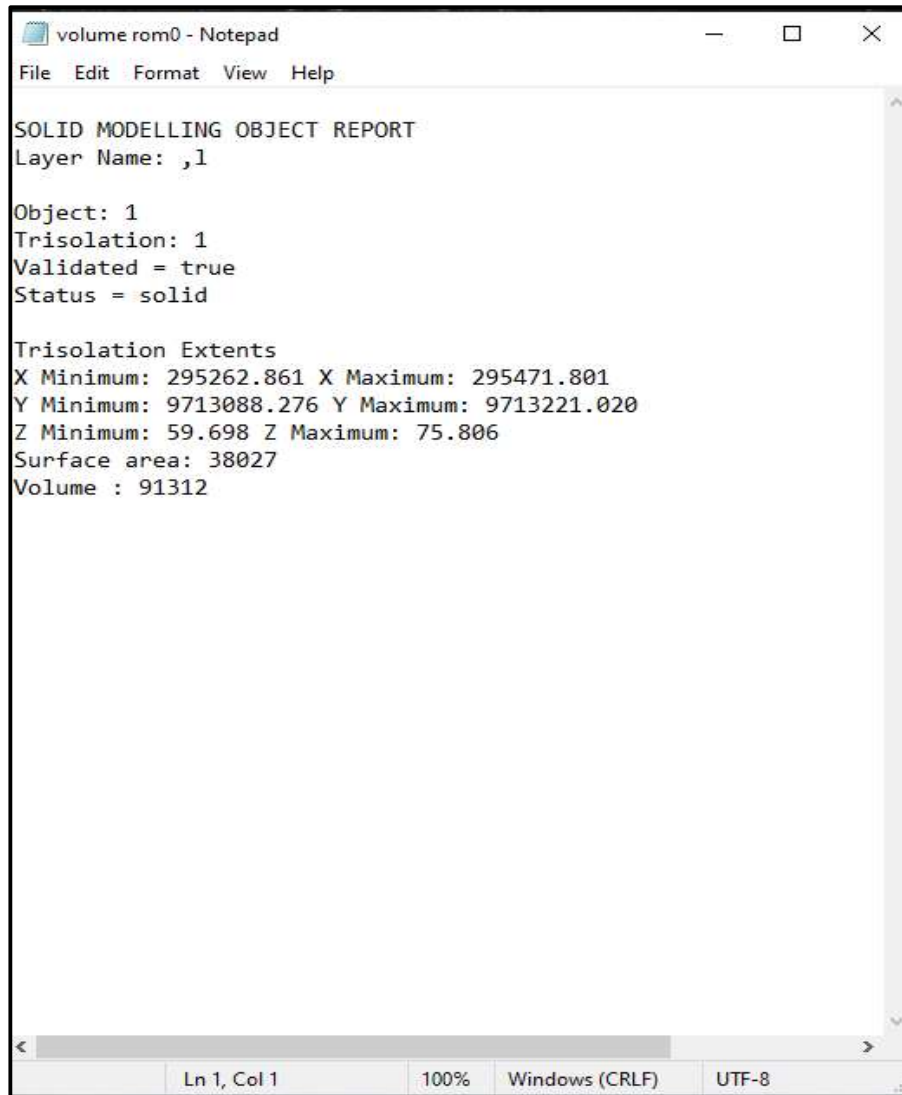
SinoGNSS[®]
by ComNav Technology Ltd.

ComNav Technology Ltd.
Building 2, No. 618 Chengliu Middle Road,
201801 Shanghai, China

Web: www.comnavtech.com
Email: sales@comnavtech.com
Tel: +86 21 64056796 Fax: +86 21 54309582

LAMPIRAN G
VOLUME TIMBUNAN HASIL *SOFTWARE*

❖ Volume Timbunan ROM



```
volume rom0 - Notepad
File Edit Format View Help

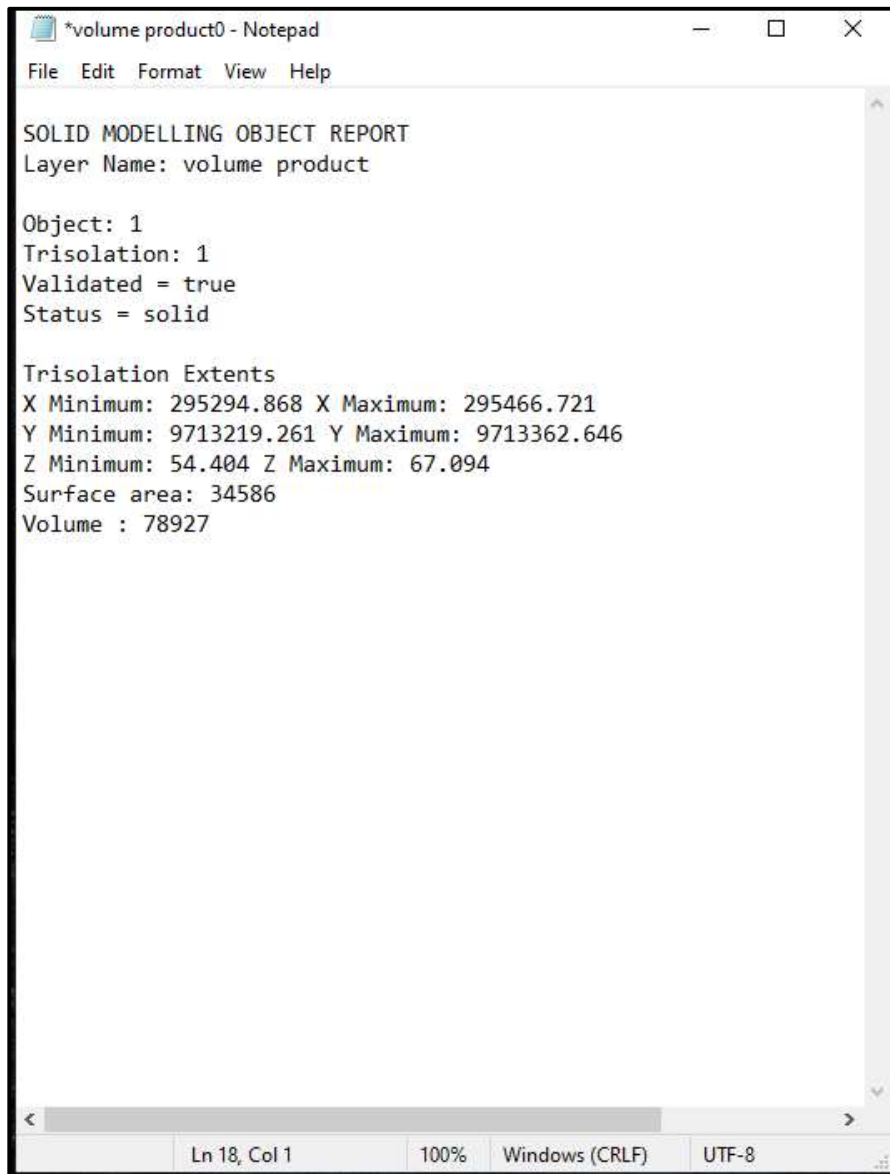
SOLID MODELLING OBJECT REPORT
Layer Name: ,1

Object: 1
Trisolation: 1
Validated = true
Status = solid

Trisolation Extents
X Minimum: 295262.861 X Maximum: 295471.801
Y Minimum: 9713088.276 Y Maximum: 9713221.020
Z Minimum: 59.698 Z Maximum: 75.806
Surface area: 38027
Volume : 91312

Ln 1, Col 1 100% Windows (CRLF) UTF-8
```

❖ Volume Timbunan *Product*



```
*volume product0 - Notepad
File Edit Format View Help


SOLID MODELLING OBJECT REPORT
Layer Name: volume product

Object: 1
Trisolation: 1
Validated = true
Status = solid

Trisolation Extents
X Minimum: 295294.868 X Maximum: 295466.721
Y Minimum: 9713219.261 Y Maximum: 9713362.646
Z Minimum: 54.404 Z Maximum: 67.094
Surface area: 34586
Volume : 78927

Ln 18, Col 1 100% Windows (CRLF) UTF-8
```

LAMPIRAN H
KUALITAS BATUBARA PT BKL



PT. GEOSERVICES

CARGO SURVEYING QUANTITY & QUALITY

Head Office : BANDUNG, Jl. Setiabudi No. 79-81, Ph. 022-2031316, Fx. 022-2036090, 2035436; Branch Office : BALIKPAPAN, Jl. M.T. Haryono No. 161, Ph. 0542-872156/872155, Fx. 0542-872151; SAMARINDA, Jl. H.M. Kadrie Oening No. 94, Kel. Air Hitam, Kec. Samarinda Ulu, Ph. 0541-7773628, Fx. 0541-203727; BANJARBARU, Jl. Jend. A. Yani Barat No. 8, Ph. 0511-4772616 (Huning), Fx. 0511-4772324; KOTABARU, Jl. Jend. Sudirman No. 335A8, Pulau Laut, Kalimantan Selatan, Ph. 0516-21529, Fx. 0516-21529; TANJUNG REDEB-BERAU, Jl. Muliana RT. 13 Gunung Tabur, Berau 77352, Ph. 0554-2030207; ASAM-ASAM, Jl. A. Yani RT. 12 RW.03, Desa Asam-asam, Kec. Jorong, Ph. 0512-636075, Fx. 0512-636078; BATULICIN, Jl. Raya Batulicin No. 94 RT. 14, RW. 03, Ph. Fx. 0516-719172; PADANG, Jl. By Pass Km. 25, Anak Air, Ph. 0751-484759, 484760, 484761; PALEMBANG, Jl. Leljen, Harun Sohar, Komp. Pergudangan Griya Bandjara Indah Blok F No. 8 Sumatera Selatan, Ph. 0711-418614, Fx. 0711-418601; MOJOKERTO, Jl. Empu Nala No. 48, Ph. 0321-390258, Fx. 0321-390257; SANGATTA, Jl. Poros Kato No. 136, Ph. 0549-22192, Fx. 0549-22192; TMGT, via PT. Kideco Jaya Agung, Tanah Merah Coal Terminal, Tanah Grogot, Kalimantan Timur; KELANIS, Hauling Road km.0 via PT. Adaro Indonesia Sile, Desa Kelanis, Kec. Mengkatip, Kab. Barito Selatan, Kalimantan Tengah; BONTANG, via PT. Indominco Mandiri Bontang Coal Terminal, PO Box 178, Tanjung Lau, Desa Santan Hilir, Muara Badak, Bontang Selatan, Kutai Timur, Kalimantan Timur; ASAM-ASAM PORT, via PT. Anutmin Asam-Asam Port, Desa Pandan Sari, Kec. Kintap, Kalimantan Selatan; PANGKEP, Poros Biringkassi, Jl. Lempangan, Desa Bowang Cindea, Kec. Bungoro, Kab. Pangkep, Sulawesi Selatan.

CERTIFICATE OF SAMPLING AND ANALYSIS

THIS IS TO CERTIFY : that we have performed the inspection, sampling and analysis of coal shipment nominated below. Samples were taken during loading and prepared in accordance with ASTM (American Society for Testing and Materials) standard . The analysis were performed at PT. Geoservices Palembang Laboratory in accordance with the appropriate to ASTM standard.


Name of Vessel : TB. MARTHA GLORY / BG. SENTANA INDAH
Cargo : 7,515.264 MT
Description of Goods : INDONESIA STEAM COAL IN BULK
Shipper : PT. BANYAN KOALINDO LESTARI
Consignee : PLTU JAWA 7
 PT. SHENHUA GUOHUA PEMBANGKITAN JAWA BALI
Notify Address : DESA TERATE, KEC. KRAMATWATU, SERANG - BANTEN 42616
Port of Loading : JETTY SBL, PULAI GADING, SUMATERA SELATAN
Port of Discharge : JETTY PLTU JAWA 7 BOJONEGARA
Sampling date : FEBRUARY 24, 2023 UP TO FEBRUARY 25, 2023

The following results were obtained :

Parameters	Result				Standard Methods
	(ARB)	(ADB)	(DB)	(DAF)	
Total Moisture	34.71	-	-	-	% ASTM D3302/D3302M-19
Moisture in the analysis sample	-	14.94	-	-	% ASTM D3173-17a
Ash Content	4.73	6.16	7.24	-	% ASTM D3174-12 (R2018)
Volatile Matter	30.78	40.10	47.14	50.82	% ASTM D3175-20
Fixed Carbon by difference	29.78	38.80	45.61	49.18	% ASTM D3172-13(Reapproved 2021)e1
Total Sulphur	0.24	0.31	0.36	0.39	% ASTM D4239a-18e1 (2018) metode A
Gross Calorific Value	4229	5509	6477	6982	Kcal/Kg ASTM D5865-19
Hardgrove Grindability Index	53				ASTM D409/D409M-16
Size Analysis					
0-70 mm	97.03				% ASTM D4749-19
0-50 mm	92.12				% ASTM D4749-19
0-32 mm	78.81				% ASTM D4749-19
0-2.38 mm	11.31				% ASTM D4749-19
Ash Fusion Temperature (Reducing Atmosphere)					
Initial Deformation	1230				°C ASTM D1857M/D1857M-04-18
Softening	1280				°C ASTM D1857M/D1857M-04-18
Hemisphere	1300				°C ASTM D1857M/D1857M-04-18
Flow	1340				°C ASTM D1857M/D1857M-04-18

- arb (as received basis)
 - adb (air dried basis)
 - db (dry basis)
 - daf (dry ash free basis)

Signed for and on behalf of,
 PT. GEOSERVICES
 at Loading Port


Derryo Jumiawan
 Signatory
 PT. GEOSERVICES
 PALEMBANG

Date : February 28, 2023
Job No. : 01223.00379

COPY

NO. : 634153

This Certificate is the true expression of our inspection and analysis laboratory findings and the calculations following standards as generally accepted in trade. We are responsible only up to the possible over a reasonable care and due diligence of exercise. However, this certificate understanding that it may not relieve parties from their contractual obligations.