EVALUASI POLA PENIMBUNAN BATU BARA PADA *STOCK ROM* PT BARA SUMATERA ENERGI KABUPATEN PALI SUMATERA SELATAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PIKO PIRNANDO
2023310051

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026

EVALUASI POLA PENIMBUNAN BATU BARA PADA *STOCK ROM* PT BARA SUMATERA ENERGI KABUPATEN PALI SUMATERA SELATAN

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih

PIKO PIRNANDO
2023310051

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI POLA PENIMBUNAN BATU BARA PADA *STOCK ROM* DI PT BARA SUMATERA ENERGI KABUPATEN PALI SUMATERA SELATAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih

Oleh:

PIKO PIRNANDO
2023310051

Prabumulih, 17 Juli 2026

Pembimbing I	**Pembimbing II**
Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM.	**Suhardiman Gumanti, S.T., M.T.**
NUPTK. 9944755656130172	NUPTK. 7553748650200002

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan

Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 250771672130283

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul "Evaluasi Pola Penimbunan Batu Bara Pada *Stock ROM* di PT Bara Sumatera Energi Kabupaten Pali Sumatera Selatan" telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Seminar Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada hari Selasa, 17 Juli 2026.

Prabumulih, 17 Juli 2026

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua :

1. Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM.
   NUPTK. 9944755656130172

Anggota :

2. Suhardiman Gumanti, S.T., M.T.
   NUPTK. 7553748650200002

3. Ahmad Husni, S.T., M.T.
   NUPTK. 6338747650200003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM
NUPTK. 9944755656130172

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan

Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NUPTK. 5250771672130283

PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya bertanda tangan dibawah ini

Nama : Piko Pirnando

Nim : 2023310051

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : Evaluasi Pola Penimbunan Batu Bara Pada *Stock ROM* Di PT Bara Kabupaten Sumatera Energi Pali Sumatera Selatan.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa, Tugas akhir ini benar-benar merupakan hasil karya saya dan tidak terdapat karya orang lain, apabila di kemudian hal terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil *plagiasi*, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku atas perbuatan tersebut.



Pramumulih, 17 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



Piko Pirnando

2023310051

ABSTRAK

EVALUASI POLA PENIMBUNAN BATU BARA PADA STOCK ROM DI PT BARA SUMATERA ENERGI KABUPATEN PALI SUMATERA SELATAN

Piko Pirnando, 2023310051, 2026

Manajemen *stock ROM* memegang peranan penting dalam menjaga kualitas batu bara dan mencegah berbagai permasalahan operasional seperti degradasi kualitas, segregasi, serta pembakaran spontan (*swabakar*). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pola penimbunan batu bara pada *stock ROM* di PT Bara Sumatera Energi (BSE), Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI), Sumatera Selatan, serta mengidentifikasi faktor-faktor teknis yang memengaruhi pemilihan pola penimbunan tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif yang mengkorelasikan data hasil observasi lapangan (data primer) dengan studi literatur dan dokumen perusahaan (data sekunder). Hasil penelitian menunjukkan bahwa PT BSE menerapkan pola penimbunan *chevron* yang membentuk timbunan limas terpancung. Area penimbunan memiliki dimensi panjang 221,77 meter, lebar 134,87 meter, dan tinggi 3 meter di atas lahan berkapasitas total 90.000 ton, dengan volume timbunan aktual terhitung sebesar 73.334,81 m^3. Faktor-faktor yang memengaruhi penerapan pola penimbunan di PT BSE meliputi optimalisasi kapasitas lahan, variasi ukuran butir batu bara, serta penerapan manajemen FIFO. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pola penimbunan *chevron* sudah sesuai diterapkan karena mampu meminimalkan sirkulasi udara di dalam timbunan untuk mencegah oksidasi. Namun, sistem manajemen FIFO belum terlaksana secara optimal karena dipengaruhi oleh fluktuasi permintaan pasar, Penelitian ini merekomendasikan perusahaan untuk memperbaiki sistem keluar-masuk batu bara FIFO, membangun penangkal angin (*wind shield*) berupa pepohonan di sekitar *stock ROM*, serta melakukan pemantauan temperatur dan pemadatan timbunan secara berkala.

Kata Kunci: Batu bara, *Stock ROM*, Pola Penimbunan *Chevron*, Manajemen FIFO.

ABSTRACK

COAL STORAGE PATTERN EVALUATION IN THE STOCK ROM AT PT BARA SUMATERA ENERGI, PALI, SOUTH SUMATERA

Piko Pirnando, 2023310051, 2026

Stock ROM management plays an important role in maintaining coal quality and preventing various operational problems such as quality degradation, segregation, and spontaneous combustion. This research aims to evaluate the coal stacking pattern at the *stock ROM* of PT Bara Sumatera Energi (BSE), Penukal Abab Lematang Ilir (PALI) Regency, South Sumatra, as well as to identify the technical factors influencing the selection of the stacking pattern. The research method used is a qualitative and quantitative descriptive method that correlates data from field observations (primary data) with literature studies and company documents (secondary data).The results show that PT BSE applies a chevron stacking pattern that forms a truncated pyramid *stock ROM*. The stacking area has dimensions of 221.77 meters in length, 134.87 meters in width, and 3 meters in height on a land with a total capacity of 90,000 tons, with an actual calculated *stock ROM* volume of 73.334,81 m^3. Factors influencing the application of the stacking pattern at PT BSE include the optimization of land capacity, variations in coal grain size, and the implementation of FIFO management. The conclusion of this research is that the chevron stacking pattern is suitably applied because it can minimize air circulation within the *stock ROM* to prevent oxidation. However, the FIFO management system has not been implemented optimally as it is influenced by market demand fluctuations. This research recommends the company to improve the coal input-output system FIFO, build a wind shield in the form of trees around the *stock ROM* and conduct regular temperature monitoring and *stock ROM* compaction.

Keywords *: Coal, Stock ROM, Chevron Stacking Pattern, FIFO Management.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Evaluasi Pola Penimbunan Batu Bara Pada *Stock ROM* di PT Bara Sumatera Energi Kabupaten Pali Sumatera Selatan.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si., selaku Rektor Universitas Prabumulih.
2. Bapak Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih, dan Sebagai Pembimbing 1.
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan.
4. Bapak Suhardiman Gumanti, S.T., M.T., sebagai pembimbing 2.
5. Bapak Ahmad Husni, S.T.,M.T., sebagai Penguji.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Kepala Teknik Tambang, Pimpinan, dan seluruh Staf PT Bara Sumatera Energi yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
9. Kedua orang tua serta keluarga yang selalu memberikan semangat dan doa.
10. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2023 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan Laporan tugas akhir ini. Akhir kata penulis. berharap semoga Laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Prabumulih, 17 Juli 2026

Piko Pirnando
2023310051

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR **1**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
PERNYATAAN INTEGRITAS ..... **iv**
ABSTRAK ..... **v**
ABSTRACK ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiii**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 1
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 2
1.5 Batasan Masalah 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Deskripsi dan Sejarah Perusahaan 4
2.2 Landasan Teori 6
2.2.1 Karakteristik Batu Bara 6
2.2.2 Pengertian *Stock ROM* 6
2.2.3 Manajemen *Stock ROM* 6
2.2.4 Pola Penimbunan (*Stacking Method*) 9
2.2.5 Metode Penimbunan Batu Bara di Area *Stock ROM* 12
2.2.6 Faktor Faktor Pemilihan Pola Penimbunan 15
BAB III METODE PENELITIAN **20**
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian 20
3.2 Tahapan Penelitian 20
3.3 Bagan Alir Penelitian 23
3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data 24

3.4.1 Teknik Pengumpulan Data 24
3.4.2 Teknik Pengolahan Data 25
3.5 Analisis Data 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Evaluasi Pola Penimbunan Batu Bara Pada *Stock ROM* 27
4.1.1 Pola Penimbunan Batu Bara 28
4.1.2 Kondisi Tempat Penimbunan *Stock ROM* 29
4.1.3 Alat Mekanis Yang Digunakan Di *Stock ROM* 35
4.1.4 Dimensi Timbunan Batu Bara pada *Stock ROM* 36
4.1.5 Luasan Area Produck *Stock ROM* 36
4.2 Faktor yang Memengaruhi Pemilihan Pola Penimbunan 40
4.2.1 Alat yang Digunakan 40
4.2.2 Manajemen Risiko *Swabakar* 40
4.2.3 Ukuran Butir Batu Bara 41
BAB V PENUTUP 43
5.1 Kesimpulan 43
5.2 Saran 43
DAFTAR PUSTAKA 45

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan Penelitian 20
Tabel 4. 1 Alat Mekanis yang di Gunakan.....34
Tabel 4. 2 Luasan Area 3 Produk.....38

UNIVERSITAS PRABUMULIH
UNPRA
2000

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2 1 Peta Kesampaian Daerah.....5
Gambar 2.2 Metode *Cone Ply* 10
Gambar 2.3 Metode *Chevron*.....10
Gambar 2.4 Metode *Chevcon*.....11
Gambar 2.5 Metode *Windrow*.....11
Gambar 2.6 Metode Penimbunan di *Crusher Coal Stock ROM* Penimbunan 12
Gambar 2.7 Bentuk limas terpancung.....15
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian 22
Gambar 4.1 Pola Penimbunan *Chevron*.....26
Gambar 4.3 Timbunan Batu Bara Dengan Pola *Chevron*.....27
Gambar 4.9 Pola Penimbunan Pada *Stock ROM*.....28
Gambar 4.4 Akses Jalan Area Timbunan *Stock ROM*. 29
Gambar 4.5 Area Penyaliran Air Pada S*tock ROM* 30
Gambar 4 6 *Handling Coal* di *Stock ROM* 34
Gambar 4.7 Bentuk Timbunan Batu Bara di *Stock ROM*. 35
Gambar 4 .8 *Stock ROM*.....39
Gambar 4 .9 Potensi Terjadinya *Swabakar*.....41
Gambar 4.10 Ketidakseragaman Ukuran Butir Batu Bara.....42

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A. Area Timbunan *ROM* 3 Dimensi PT BSE 47
Lampiran B. Pengukuran Panjang Lebar Timbunan *ROM* 48
Lampiran C. Pengukuran Timbangan 49
Lampiran D. Mencatat Unit Alat Mekanis 49
Lampiran E. Mengukur Lebar Tinggi Penyaliran *ROM* 50

UNIVERSITAS PRABUMULIH
UNPRA
2000

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	**Kepanjangan**
PT	: Perusahaan Tambang
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
BSE	: Bara Sumatera Energi
IUP	: Izin Uzaha Pertambangan
HP	: Hutan Produksi
HGU	: Hak Guna Usaha
FIFO	: *First In First Out*
LIFO	: *Last In First Out*
ROM	: *Run Of Mine*
IPPKH	: Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan

UNIVERSITAS PRABUMULIH
UNPRA
2000

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batu bara memegang peranan penting sebagai salah satu sumber energi primer utama di Indonesia, terutama sebagai bahan bakar utama Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menyumbang lebih dari separuh kebutuhan listrik nasional (Kementerian ESDM, 2023). Dalam rantai pasok tersebut, *stock ROM* berperan vital sebagai penghubung antara area penambangan dan proses pengolahan atau pengapalan.

Namun, manajemen *stock ROM* menghadapi berbagai permasalahan seperti degradasi kualitas, segregasi partikel, serta *spontaneous combustion* (*swabakar)* akibat proses oksidasi batu bara. Menurut (Baehaqi et al, 2022), *spontaneous combustion* masih menjadi ancaman utama dalam penyimpanan batu bara global, dan pencegahannya sangat tergantung pada pola penimbunan serta sistem sirkulasi udara di dalam tumpukan.

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa penggunaan pola penimbunan yang tidak tepat, seperti *conical pile* tanpa pemadatan, mempercepat segregasi dan meningkatkan risiko *hotspot* (Yuito et al., 2025). Sebaliknya, metode *chevron* atau *windrow stacking* terbukti mampu menekan perbedaan distribusi ukuran partikel dan meminimalkan area berpori yang memungkinkan oksidasi.

Kondisi tersebut juga dipengaruhi oleh aspek manajemen seperti keteraturan penerapan prinsip *first in first out* (FIFO), kontrol durasi timbun, serta *drainase* area *stock ROM*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian evaluatif untuk mengidentifikasi dan memperbaiki Pola Penimbunan Batu bara Pada *Stock ROM* di PT Bara Sumatera Energi (BSE) Kabupaten Pali Sumaera Selatan, sehingga dapat mengoptimalkan kualitas dan efisiensi operasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, masalah penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pola penimbunan batu bara yang diterapkan pada *stock ROM* PT BSE saat ini?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pemilihan pola penimbunan di PT BSE?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengevaluasi pola penimbunan batu bara yang diterapkan pada *stock ROM* PT BSE saat ini.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan pola penimbunan di PT BSE.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi perusahaan:
   a. Memberikan masukan teknis berbasis data untuk optimasi manajemen *stock ROM* di PT BSE.
   b. Membantu menyusun strategi untuk meminimalkan risiko penurunan kualitas batu bara dan insiden *spontaneous combustion*.
   c. Meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan efektivitas operasional alat berat di area *stock ROM*.
2. Bagi akademisi/peneliti:
   a. Menambah referensi penelitian terapan di bidang manajemen *stock ROM* dan penanganan material curah.
   b. Dapat digunakan sebagai bahan perbandingan bagi penelitian serupa di lokasi lain.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini difokuskan pada evaluasi pola penimbunan batu bara pada *stock ROM* di PT BSE**.** Serta karakteristik batu bara, segregasi dan oksidasi, *spontaneous combustion*, pola penimbunan (*stacking method)*, manajemen *stock ROM* metode penimbunan batu bara di area *stock ROM*.

UNIVERSITAS PRABUMULIH
UNPRA
2000

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

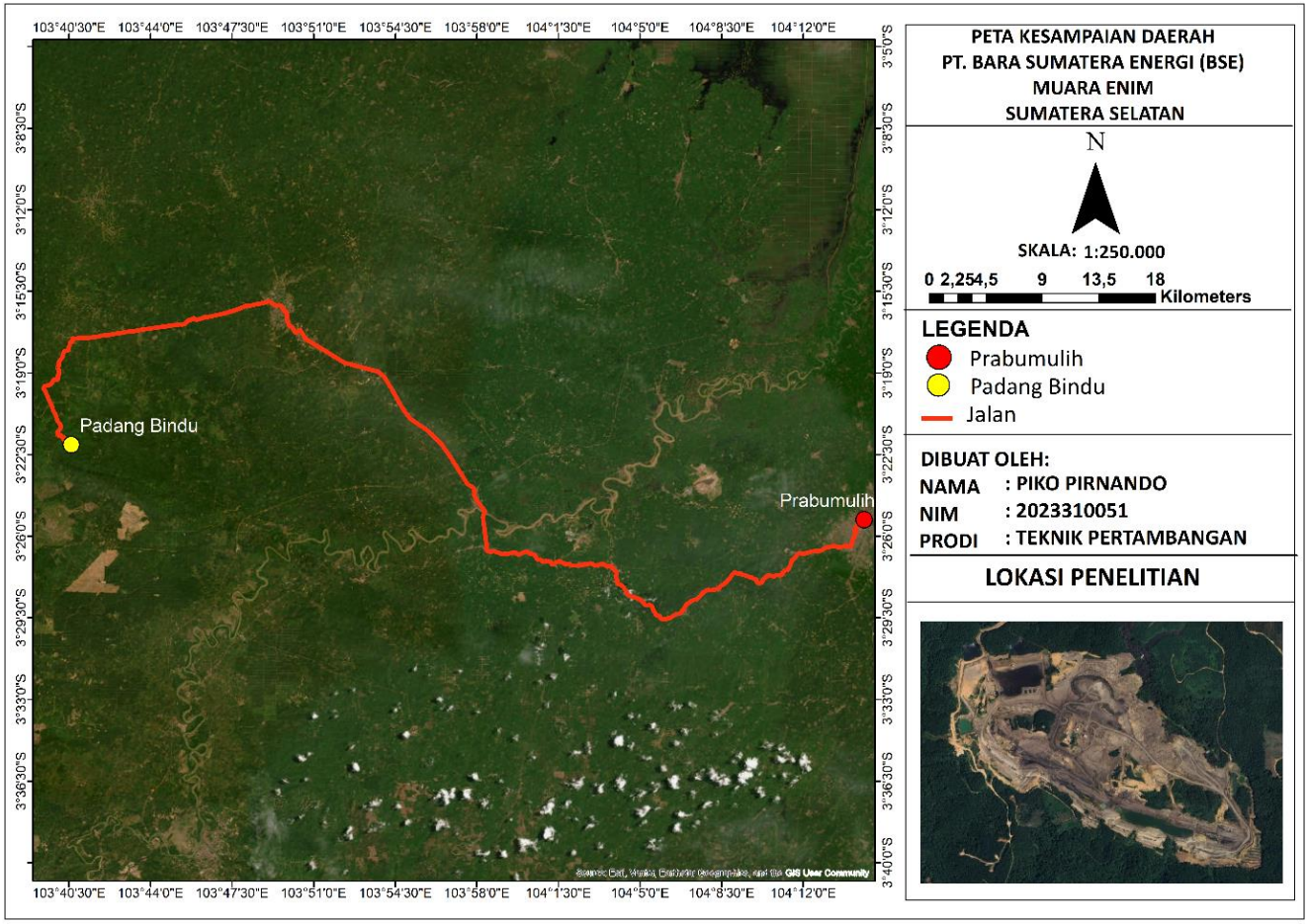
2.1 Deskripsi dan Sejarah Perusahaan

Penelitian ini dilaksanakan di area Izin Usaha Pertambangan (IUP) operasi produksi batubara milik PT Bara Sumatera Energi, yang secara administratif terletak di Desa Padang Bindu, Kecamatan Benakat, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan (Yuito et al., 2025).

Penelitian ini dilaksanakan secara intensif di dalam wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi batu bara milik PT BSE. Secara administratif, lokasi penambangan ini terletak di kawasan Desa Padang Bindu, Kecamatan Benakat, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Peta kesampaian daerah dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Pemilihan lokasi ini didasarkan pada signifikansi aktivitas penambangan di wilayah tersebut yang menjadi salah satu kontributor sektor energi di sumatera selatan. Secara geografis, situs tambang PT BSE terbentang pada posisi astronomis sekitar 3°22'30" Lintang Selatan dan 103°40'29" Bujur Timur. Posisi ini menempatkan area tambang pada lanskap yang strategis namun memiliki tantangan kondisi alam tropis yang memengaruhi operasional tambang, terutama terkait curah hujan dan manajemen air (Yuito et al., 2025).

Status penggunaan lahan dan konsesi wilayah izin usaha pertambangan ini mencakup area yang sangat luas, yakni mencapai ±4.987 Hektar. Luasnya wilayah konsesi ini menjadikan PT BSE memiliki kompleksitas tersendiri dalam hal tata guna lahan. Berdasarkan rincian penggunaan lahannya, sebagian besar area, yakni seluas ±4.954 hektar, berada di dalam kawasan hutan produksi (hp) tetap yang juga merupakan areal kerja kehutanan milik PT Musi Hutan Persada. Sementara itu, sebagian kecil lainnya seluas ±33 hektar tumpang tindih dengan hak guna usaha (HGU) perkebunan milik PT Surya Bumi Argo Langgeng. Kondisi tumpang tindih lahan (*overlapping*) antara sektor pertambangan, kehutanan, dan perkebunan ini menuntut adanya pengelolaan lingkungan yang terintegrasi dan ketat agar aktivitas pertambangan tidak mengganggu keseimbangan ekosistem hutan tanaman industri maupun perkebunan di sekitarnya.



Sumber : Penulis, 2026

Gambar 2 1. Peta Kesampaian Daerah

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Karakteristik Batu Bara

Karakteristik batu bara sangat memengaruhi metode penanganan yang ideal. Secara fisik, batu bara terdiri dari berbagai ukuran butir (*particle size distribution*). Sifat kimia batu bara dijelaskan melalui analisis *proksimat* (kadar air/*moisture*, abu/*ash*, zat terbang/*volatile matter*, dan karbon tertambat/*fixed carbon*) dan analisis *ultimat* (kandungan sulfur, karbon, hidrogen).

Peringkat (*rank*) batu bara, yang menunjukkan tingkat kematangan material dari lignit, *sub-bituminus*, *bituminus*, hingga antrasit, sangat menentukan sifat reaktivitasnya. Batu bara peringkat rendah (lignit dan *sub-bituminus*), yang banyak ditemukan di Indonesia, memiliki kadar air bawaan yang tinggi dan sangat reaktif terhadap oksigen, sehingga lebih rentan terhadap oksidasi dan *spontaneous combustion* (Apriyadi et al., 2019).

2.2.2 Pengertian *Stock ROM*

Run of Mine (*ROM*) adalah istilah yang merujuk pada batu bara atau bijih mentah yang baru saja diekstraksi dari lokasi penambangan (*mining front*), baik tambang terbuka maupun bawah tanah, dan belum melalui proses pengolahan (pencucian, peremukan) (Noprayedi et al., 2024). *Stock ROM* adalah area penimbunan yang berfungsi untuk menampung batu bara *ROM* tersebut.

Fungsi utamanya adalah sebagai penyangga (*buffer*) untuk menjembatani perbedaan laju produksi tambang yang mungkin fluktuatif dengan laju umpan (*feed*) ke pabrik pengolahan (*processing plant*) yang umumnya konstan. Selain itu, *stock ROM* seringkali difungsikan sebagai area homogenisasi atau *blending* awal untuk mencampurkan batu bara dari berbagai *seam* atau kualitas yang berbeda sebelum diolah, guna mencapai kualitas produk yang lebih seragam (Kusdarini et al., 2023).

2.2.3 Manajemen *Stock ROM*

Manajemen *stock ROM* yang efektif bertujuan untuk menjaga kualitas batu bara selama penyimpanan, mencegah degradasi, dan mengoptimalkan efisiensi operasional. sistem manajemen yang baik harus mempertimbangkan

keseimbangan antara aliran material, waktu penyimpanan, dan kondisi lingkungan (Baehaqi et al., 2022).

1. Kapasitas geometri *stock ROM*

   K : A x h x *p* x f .....(2.1)

   K : Kapasitas total *stock ROM*

   A : Luas area *stock ROM*

   h : Tinggi timbunan rata-rata

   p : Densitas batu bara gembur

   F : Faktor bentuk timbunan (limas terpancung)

2. Kapasitas angkut kombinasi armada (*fleet capacity*)

   Untuk menghitung total kemampuan angkut muatan dari seluruh armada dalam satu siklus (ritase) serentak :

   Q : N x q.....(2.2)

   Q : Total muatan per satu ritase gabungan (ton)

   N : Jumlah *dump truck*

   q : Kapasitas muat per unit (ton)

3. Rumus kebutuhan total ritase (*total tripping required*)

   Untuk menghitung berapa banyak total ritase yang harus diselesaikan oleh armada truk dari kondisi *stock ROM* kosong hingga mencapai kapasitas penuh 90.000 ton, ketetapan perusahaan PT BSE:

   Total Ritase : $\frac{K}{q}$.....(2.3)

   K : Kapasitas total *stock ROM* (ton)

   Q : Kapasitas muat per unit (ton)

4. Ukuran butir batu bara

   Untuk menghitung ukuran butir batu bara dapat dilihat melalui persamaan berikut :

   $W_{50\text{-}70} : \frac{\text{M tertahan 50}}{\text{M total}}$ x 100% ..... (2.4)

   Dimana:

W (50-70)	:	Persentase batu bara yang berukuran antara 50 mm hingga 70 mm.
M tertahan 50	:	Massa Batubara yang agak besar 70 mm tetapi tertahan di atas ayakan 50 mm.
M tertahan 50	:	Total massa seluruh sampel Batu bara yang diuji (kg).

Pertama, penerapan prinsip *first in first out* (fifo) sangat penting untuk memastikan batu bara yang pertama ditimbun juga yang pertama diambil. Metode ini mencegah material tertimbun terlalu lama dan mengurangi risiko *spontaneous combustion*, terutama untuk batu bara peringkat rendah (Yuito et al., 2025).

Kedua, pengendalian *dead stock* atau lapisan batu bara yang tidak terambil dalam siklus *reclaiming* perlu dilakukan secara berkala. Area ini sering menjadi titik panas (*hotspot*) karena aliran udara terjebak di antara lapisan bawah tumpukan.

Ketiga, pemadatan *(compaction*) dengan alat berat seperti *dozer* berfungsi mengurangi porositas tumpukan, membatasi pasokan oksigen, dan menurunkan potensi oksidasi. menegaskan bahwa pemadatan yang konsisten dapat menurunkan risiko pembakaran spontan hingga 40% pada batu bara sub-bituminus (Harsiga et al., 2024).

Keempat, sistem pemantauan suhu dan kelembapan perlu diterapkan untuk mendeteksi potensi anomali lebih awal. merekomendasikan penggunaan teknologi *thermal infrared* dan sensor gas CO/CO_2 untuk mendeteksi aktivitas oksidasi sejak dini (Fansya et al., 2022).

Kelima, *drainase* yang baik juga merupakan faktor kunci dalam menjaga stabilitas kualitas batu bara. Air hujan yang menggenang meningkatkan kadar air total (*total moisture*) dan mempercepat proses degradasi. menambahkan bahwa desain *drainase* dan kemiringan lereng tumpukan yang sesuai dengan kondisi tropis sangat efektif mengurangi akumulasi air pada *stock ROM* di Indonesia (Baehaqi et al., 2022).

Lantai dasar adalah sebagai pembatas fisik yang mencegah tercampurnya material batu bara bersih dengan tanah asli, lumpur, atau material pengotor

lainnya yang dapat menurunkan kualitas (kalori) batu bara. Lantai dasar dapat dihitung melalui persamaan diberikut :

Untuk mencari total kapasitas dari ketiga area produk tersebut, rumusnya adalah penjumlahan dari volume masing-masing produk:

Total kapasitas : $V_a + V_b + V_c$ ..... (2.5)

Dengan demikian, keberhasilan manajemen *stock ROM* tidak hanya bergantung pada tata letak atau peralatan, tetapi juga pada penerapan prinsip-prinsip teknis yang konsisten serta pemanfaatan teknologi monitoring modern untuk menjaga stabilitas dan keamanan material selama penyimpanan.

2.2.4 Pola Penimbunan (*Stacking Method*)

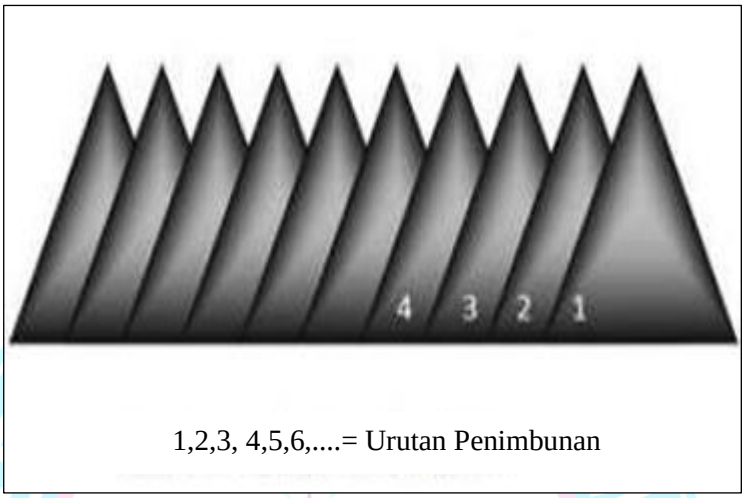
Pemilihan pola penimbunan berpengaruh langsung terhadap homogenitas kualitas batu bara. Menurut Baehaqi (2022) dan Fansya (2022), menyebutkan bahwa di Indonesia.

Secara sistematis, proses penimbunan ini diawali dengan pembentukan *live pile*, yaitu timbunan berbentuk kerucut penuh yang dihasilkan langsung dari pencurahan material melalui *belt conveyor*. Tumpukan ini kemudian dikelola lebih lanjut menggunakan alat berat seperti *bulldozer* untuk disebarkan ke arah tepi timbunan guna membentuk *active pile*.

Dalam perkembangannya, *active pile* tersebut dibentuk menyerupai limas terpancung dengan sudut seperempat lingkaran untuk mengoptimalkan kapasitas tampung lahan. Penimbunan dilakukan secara bertahap dan teratur dengan cara meratakan batu bara selapis demi selapis (*layer by layer*). Prosedur pelapisan ini sangat krusial karena berfungsi untuk memadatkan tumpukan guna meminimalkan porositas atau rongga udara di dalam timbunan. Dengan ketinggian maksimal tumpukan yang dibatasi (biasanya hingga 3 meter), pola ini secara efektif dapat menekan risiko terjadinya segregasi partikel dan oksidasi dini yang dapat memicu fenomena pembakaran spontan (*spontaneous combustion*). Selain itu, keteraturan pola ini memudahkan penerapan prinsip *first in first out* (FIFO), sehingga durasi penyimpanan batubara dapat terkontrol dengan baik.

Berikut macam-macam pola penimbunan batu bara :

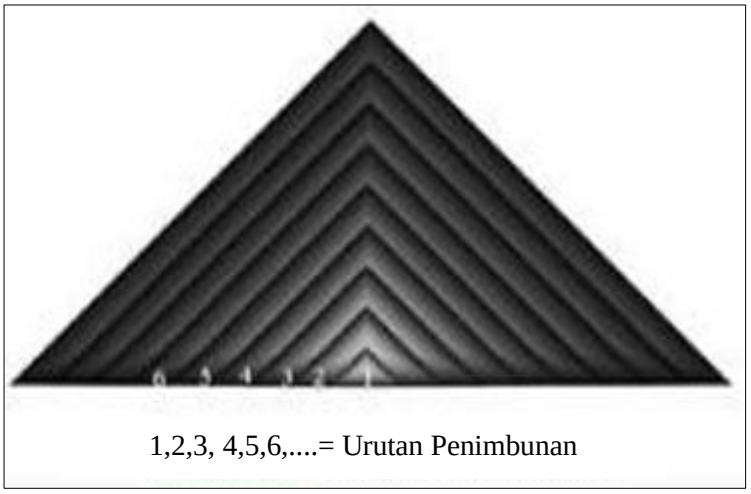
1. Pola penimbunan *cone ply* merupakan pola dengan bentuk kerucut pada salah satu ujungnya sampai tercapai ketinggian yang dikehendaki dan dilanjutkan menurut panjang *stock ROM*. Pola *cone ply* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Sumber : Penulis, 2026

Gambar 2.3Metode Penimbunan *Cone Ply*

2. Pola penimbunan *chevron* merupakan pola dengan menempatkan timbunan satu baris material, sepanjang *stock ROM* dan tumpukan dengan cara bolak balik hingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Pola ini baik untuk alat curah seperti *belt conveyor* atau *stacker reclaimer*. Dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Sumber : Penulis, 2026

Gambar 2.4 Metode Penimbunan *Chevron*

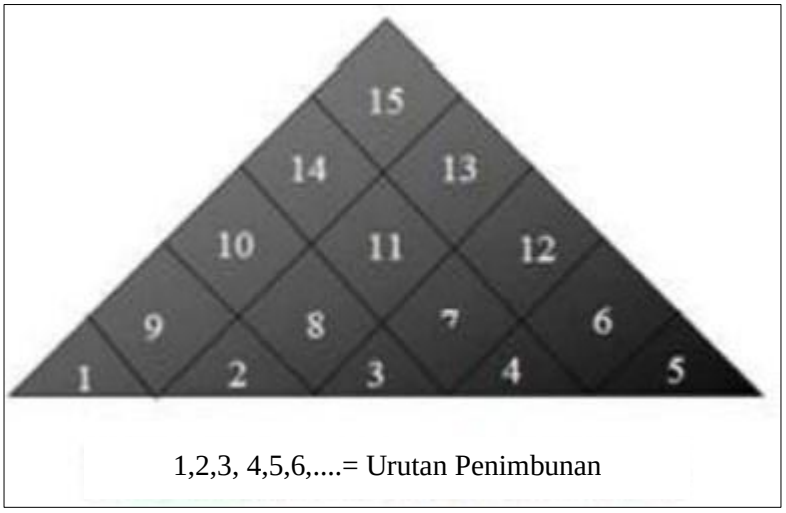
3. Pola penimbunan *chevcon* merupakan pola penimbunan dengan kombinasi antara pola penimbunan *chevron* dan pola penimbunan *cone ply*. Dapat dilihat pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Sumber : Penulis, 2026

Gambar 2.5 Metode Penimbunan *Chevcon*

4. Pola penimbunan *windrow* merupakan pola dengan tumpukan dalam baris sejajar sepanjang lebar *stock ROM* dan diteruskan sampai ketinggian yang dikehendaki tercapai. Pola *windrow* dapat dilihat seperti Gambar 2.6 berikut.

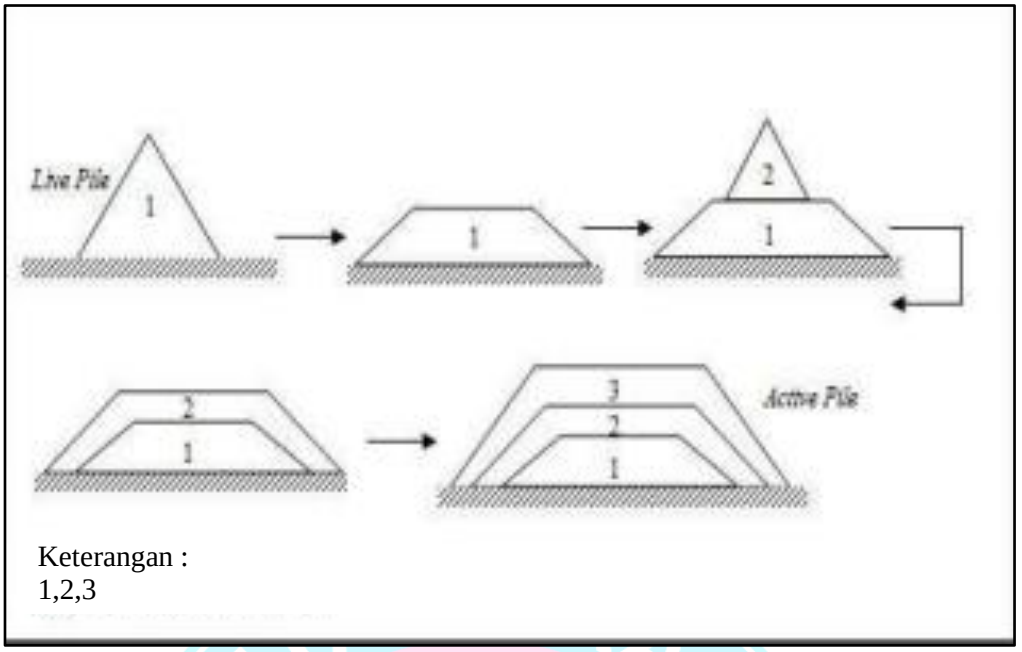


Sumber : Penulis, 2026

Gambar 2.6 Metode Penimbunan *Windrow*

2.2.5 Metode Penimbunan Batu Bara di Area *Stock ROM*

Metode penimbunan batu bara pada *stock ROM* biasanya menggunakan pola penimbunan *chevcon* kombinasi antara metode timbunan (*chevron* dan *cone ply*). Hal ini terlihat bahwa bentuk timbunan adalah kerucut penuh dan kerucut terpacung. Kerucut penuh yang terbentuk merupakan *live pile*. *Live pile* ini terbentuk langsung dari hasil pencurahan oleh *belt conveyor*. Sedangkan *active pile* yang berbentuk kerucut terpancung berasal dari *live pile. Live pile* yang terbentuk kemudian disebarkan menggunakan *bulldozer* Komatsu D 155A ke bagian tepi timbunan, sehingga berbentuk limas terpancung dengan sudut seperempat lingkaran. Dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Keterangan :
1,2,3

Sumber : Penulis, 2026

Gambar 2. 7 Metode Penimbunan di *Crusher Coal Stock ROM*

Penjelasan mengenai gambar diatas sebagai berikut :

Tahap 1. Konfigurasi kerucut awal: Material batu bara tahap pertama (1) dicurahkan secara terpusat melalui *stacker* atau *conveyor system* hingga membentuk geometri kerucut sempurna *(live pile).*

Tahap 2. Redistribusi dan stabilisasi: Puncak tumpukan kerucut (1) kemudian diratakan atau dipangkas secara mekanis menggunakan alat berat (seperti *bulldozer*). Transformasi bentuk menjadi trapesium ini bertujuan untuk menciptakan landasan dasar yang stabil dan kokoh.

Tahap 3. Deposisi material sekunder: Batu bara fase berikutnya (2) ditumpuk tepat di atas permukaan trapesium yang telah rata, sehingga kembali membentuk formasi kerucut yang lebih kecil di bagian atas. *Fase Multi-Layering* dan hasil akhir (*Active Pile*)

Tahap 4. Penyebaran lapisan kedua: Material pada tumpukan atas (2) didistribusikan secara merata ke arah samping mengikuti sudut kemiringan (*slope*) lapisan dasar (1). Proses pembentukan lapisan (*layering*) ini menghasilkan selimut material yang seragam.

Tahap 5. Konfigurasi akhir tumpukan: Penambahan batu bara tahap ketiga (3) diaplikasikan di atas lapisan kedua dengan metode perataan yang

sama. Alur proses ini menghasilkan *Active Pile* berupa struktur trapesium berlapis yang teratur dan sistematis (terdiri dari sekuen lapisan 1, 2, dan 3).

Prinsip – prinsip metode FIFO dan LIFO :

1. Metode Fifo

Prinsip FIFO merupakan sistem manajemen inventori yang sangat krusial dalam operasional *stock ROM* batu bara untuk menjaga integritas kualitas material yang disimpan. Secara sistematis, konsep ini mengamanatkan bahwa batubara yang pertama kali datang dan ditimbun di area penyimpangan harus menjadi batu bara yang pertama kali dibongkar atau dikeluarkan untuk proses pengiriman maupun pemrosesan selanjutnya. Implementasi FIFO bertujuan utama untuk meminimalkan durasi tinggal (*dwelling time*) batu bara di dalam tumpukan, sehingga risiko terjadinya degradasi kualitas akibat pengaruh cuaca dan oksidasi dapat ditekan secara signifikan.

Dalam konteks teknis pertambangan, penerapan FIFO sangat berkaitan erat dengan pencegahan fenomena pembakaran spontan (*spontaneous combustion*). Batu bara yang tersimpan terlalu lama dalam tumpukan tanpa adanya sirkulasi akan mengalami akumulasi panas internal akibat reaksi oksidasi berkelanjutan dengan oksigen di udara. Dengan menerapkan pola pengambilan berdasarkan urutan kedatangan, manajemen *stock ROM* dapat memastikan bahwa tidak ada material yang mengendap terlalu lama di bagian bawah atau sudut tumpukan yang sulit dijangkau. Hal ini tidak hanya menjamin nilai kalori batu bara tetap terjaga sesuai spesifikasi konsumen, tetapi juga mendukung kelancaran arus kerja alat berat dalam mengatur tata letak timbunan secara periodik dan terencana.

2. Metode Lifo

Metode LIFO merupakan sistem manajemen tumpukan batu bara di mana material yang paling terakhir ditimbun ke dalam *stock ROM* justru menjadi material yang pertama kali diambil atau dibongkar untuk proses pengapalan maupun pemakaian. Secara sistematis, pola ini sering kali terjadi secara alami pada area penimbunan yang memiliki keterbatasan ruang atau aksesibilitas yang rendah, di mana alat berat cenderung mengambil material dari sisi luar atau lapisan teratas yang paling mudah dijangkau. Meskipun sering kali

mempermudah operasional alat dalam waktu singkat, metode LIFO pada industri batu bara umumnya dianggap kurang ideal untuk jangka panjang karena berisiko menyisakan material lama (*dead stock*) di bagian dasar tumpukan.

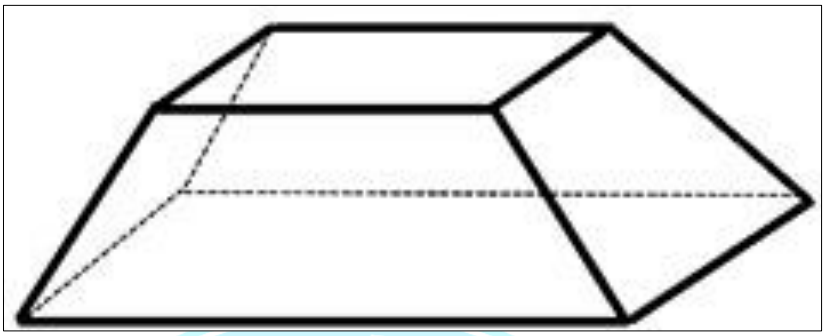
Secara teknis, penerapan LIFO di area *stock ROM* memberikan tantangan besar terhadap pengendalian kualitas dan risiko keselamatan kerja. Batu bara yang berada di lapisan bawah atau bagian terdalam tumpukan tidak mendapatkan sirkulasi udara yang baik dan terperangkap dalam waktu yang sangat lama. Hal ini memicu akumulasi panas internal akibat reaksi oksidasi berkelanjutan antara batu bara dengan oksigen, yang pada akhirnya dapat menyebabkan fenomena pembakaran spontan (*spontaneous combustion*). Selain risiko kebakaran, batu bara yang "tertimbun" lama tersebut akan mengalami penurunan nilai kalori (*calorific value*) dan peningkatan kadar air, sehingga kualitas batubara saat akhirnya dibongkar akan jauh di bawah spesifikasi awal yang diharapkan konsumen.

Oleh karena itu, dalam manajemen *stock ROM* yang efektif, metode LIFO biasanya hanya digunakan dalam situasi darurat atau pada material batubara dengan karakteristik tingkat oksidasi yang rendah (*low rank coal* yang telah diproses khusus). Penggunaan LIFO yang tidak terkendali akan menyebabkan ketidak akuratan dalam rekonsiliasi cadangan batu bara karena adanya perbedaan usia material yang sangat kontras di dalam satu tumpukan. Untuk menghindari kerugian finansial akibat degradasi kualitas, perusahaan tambang cenderung membatasi penggunaan pola ini dan lebih mengutamakan sistem rotasi yang memungkinkan seluruh tumpukan batu bara mengalami perputaran secara berkala agar tidak ada material yang tersimpan melebihi batas waktu aman penyimpanan (*safe storage period*).

2.2.6 Faktor Faktor Pemilihan Pola Penimbunan

Pada penelitian ini dibagi menjadi dua keadaan. Pertama, keadaan *stock* ROM sekarang (*current time*) dan kedua, keadaan ketika batu bara yang masuk ke dalam *stock ROM* mengalami peningkatan jumlah. Parameter yang dilihat untuk menilai kesiapan dari *stock ROM* adalah kapasitas tampung, produktivitas, *performaheavy equipment*, dan pencampuran batu bara

(*blending*). Kapasitas *stock ROM* dihitung menggunakan pendekatan rumus matematika dengan asumsi bentuk timbunannya merupakan limas terpancung. Seperti terlihat pada Gambar 2.8.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 2. 8 Bentuk Limas Terpancung

Rumus yang digunakan adalah :

$$V: \frac{1}{3} \times t(B+A+\sqrt{BxA}) \quad \text{.....(2.6)}$$

Sedangkan, untuk mencari ketinggian timbunan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$t: \frac{3 \times V}{B+A+\sqrt{BxA}} \quad \text{.....(2.7)}$$

Keterangan :

V : volume limas terpancung

T : tinggi limas terpancung

B : luas alas timbunan

panjang alas × lebar alas

A : luas atas timbunan

panjang lantai atas × lebar lantai atas

$\sqrt{BxA}$: nilai rata-rata geometrik antara luas lantai dasar dan luas lantai atas.

Ukuran Butir Batu Bara :

$$LA = \frac{LB}{\cos \theta}$$

Keterangan :

LA : Lantai Atas

LB : Lantai Bawah

Cos θ : Kemiringan

Plantteoritis dibuat merujuk pada nilai ketersediaan alat menurut keputusan menteri (Kepmen) Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) 1827 K/30/MEM/2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik (*good mining Practice*). Kemudian produktivitas teoretis ini dibandingkan dengan hasil aktual di lapangan.

Meskipun tinggi timbunan materialnya bergantung pada kajian teknis di atas, Kepmen ESDM 1827 K/30/MEM/2018 memberikan satu standar dimensi numerik mutlak yang wajib diterapkan pada pola area penumpukannya, yaitu:

1. Area *stock ROM* diwajibkan memiliki sistem *drainase* yang baik dan dilengkapi dengan tanggul pembatas (*safety berm*) setinggi paling kurang 1 (satu) meter di sekeliling area tumpukan.
2. Khusus untuk batu bara, aturan di atas mewajibkan adanya pengelolaan risiko *swabakar* di area penumpukan. Ketinggian tumpukan dibatasi agar sirkulasi udara tetap terjaga dan tidak memicu akumulasi panas di dalam *stock ROM*. Semakin tinggi batu bara ditimbun, semakin besar tekanan dan retensi panasnya (sebagai *rule of thumb*, perusahaan tambang umumnya membatasi tinggi timbunan *live stock ROM* batu bara antara 4 hingga 8 meter berdasarkan kajian ini).
3. Tinggi timbunan tidak boleh melebihi batas jangkauan maksimal alat muat (*excavator* atau *wheel loader*) yang beroperasi di area tersebut. Aturan keselamatan secara ketat melarang praktik *undercutting* (penggalian di area bawah yang menyisakan tumpukan material menggantung di atasnya).

Pola penimbunan dilakukan di *stock ROM* ketika peningkatan produksi batu bara sudah dilakukan. Adanya penambahan jumlah batubara menyebabkan perlu adanya penyesuaian terhadap lokasi penimbunan batu bara yang masuk ke *stock ROM*. Penyesuaian ini dilakukan untuk menghindari permasalahan yang kemungkinan terjadi ketika jumlah batu bara yang masuk mengalami peningkatan, seperti *swabakar*. Batu bara yang terbakar pada tempat penimbunan akan meyebabkan permasalahan ekonomi serta dapat mengancam keselamatan dan kesehatan para pekerja (Widodo et al,2024).

3. *Segregasi* dan *Oksidasi*

   Segregasi adalah pemisahan partikel berdasarkan ukuran selama proses penimbunan. membuktikan secara simulatif bahwa pola *conical pile* menghasilkan segregasi paling parah (Noprayedi et al., 2024). Partikel besar cenderung bergulir ke tepi tumpukan, sedangkan partikel halus berkumpul di tengah. Hal ini menciptakan perbedaan permeabilitas udara, yang dapat memicu *spontaneous combustion* (Baehaqi et al., 2022). Menurut Fansya et al. (2022), pengelolaan aliran udara di dalam *stock ROM* merupakan aspek paling kritis dalam pencegahan *spontaneous combustion*, di mana desain tumpukan dan metode stacking berpengaruh langsung pada distribusi suhu dan oksigen.

4. *Spontaneous Combustion*

   Fenomena pembakaran sendiri pada batu bara diawali dari reaksi oksidasi eksotermik yang tidak diimbangi dengan pelepasan panas ke lingkungan (Baehaqi et al., 2022). Menurut Yuito et al. (2025) menambahkan bahwa penyebab utama adalah kombinasi dari reaktivitas batu bara, kelembapan, dan kondisi aerasi di dalam tumpukan. Upaya pencegahan yang efektif meliputi pemadatan tumpukan, pengendalian waktu simpan, serta penerapan sistem pemantauan suhu berbasis *infrared* atau *thermal monitoring*.

   Penelitian (Oktariyani et al., 2024) menemukan bahwa indikator seperti konsentrasi gas CO dan CO_2, serta distribusi suhu permukaan,

dapat digunakan untuk mendeteksi dini potensi *spontaneous combustion* bahkan sebelum terjadi kenaikan suhu signifikan.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi area *stock ROM* di PT BSE berada di Desa Padang Bindu, Kecamatan Benakat, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan Waktu Penelitian dilaksanakan selama dua bulan (10 Februari-25 April 2026).

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Jadwal Pelaksanaan (Bulan ke, Minggu ke)							
		1				2			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Observasi								
2	Pengumpulan dan Referensi Data								
3	Pengolahan Data								
4	Analisis Data								
5	Konsultasi dan Bimbingan								

Sumber: Penulis, 2026

3.2 Tahapan Penelitian

Metode yang Penulis gunakan untuk mengambil data yang dibutuhkan untuk keperluan penyelesaian laporan tugas akhir ini :

1. Observasi lapangan

   Kegiatan yang berupa kunjungan dan pengamatan langsung. Tujuan dari observasi langsung untuk mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data dapat berupa data primer dan data sekunder.

2. Pengambilan data

   Data yang dibutuhkan sebagai berikut:

   a. Data primer

      Data primer adalah data yang diperoleh baik itu secara pengamatan langsung di lapangan, ataupun hasil dari wawancara yang dilakukan di

PT BSE. Data primer yang akan diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Ukuran *stock ROM*
2) Mekanisme penimbunan yang batu bara
3) Alat mekanis yang digunakan
4) Manejemen *stock ROM*

b. Data sekunder

Data sekunder yang akan di ambil pada penelitian ini:

1) Peta lokasi
2) SOP penimbunan batu bara
3) Peta IPPKH
4) Data curah ujan

3. Tahapan Analisis Data

Setelah seluruh data terkumpul, tahap selanjutnya adalah pengolahan dan analisis data. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif.

a. Teknik analisis data

Tahapan analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif yang diawali dengan pengolahan data dimensi *stock ROM* serta curah hujan ke dalam bentuk tabel dan grafik untuk melihat pola. Data ukuran *stock ROM* kemudian dihitung untuk mendapatkan volume aktual guna mengevaluasi efisiensi penggunaan lahan, dilanjutkan dengan analisis komparatif yang membandingkan mekanisme penimbunan aktual di lapangan terhadap teori (pola *Chevron/Windrow*) dan SOP perusahaan untuk menilai efektivitasnya dalam meminimalkan segregasi dan oksidasi. Selain itu, dilakukan korelasi antara manajemen *stock ROM* (FIFO/LIFO), serta analisis pengaruh faktor luar seperti curah hujan dan peralatan mekanis, di mana seluruh proses ini bertujuan membandingkan kondisi ideal (*das sollen*) dengan kondisi aktual (*das sein*) untuk menemukan akar masalah dan merumuskan rekomendasi perbaikan.

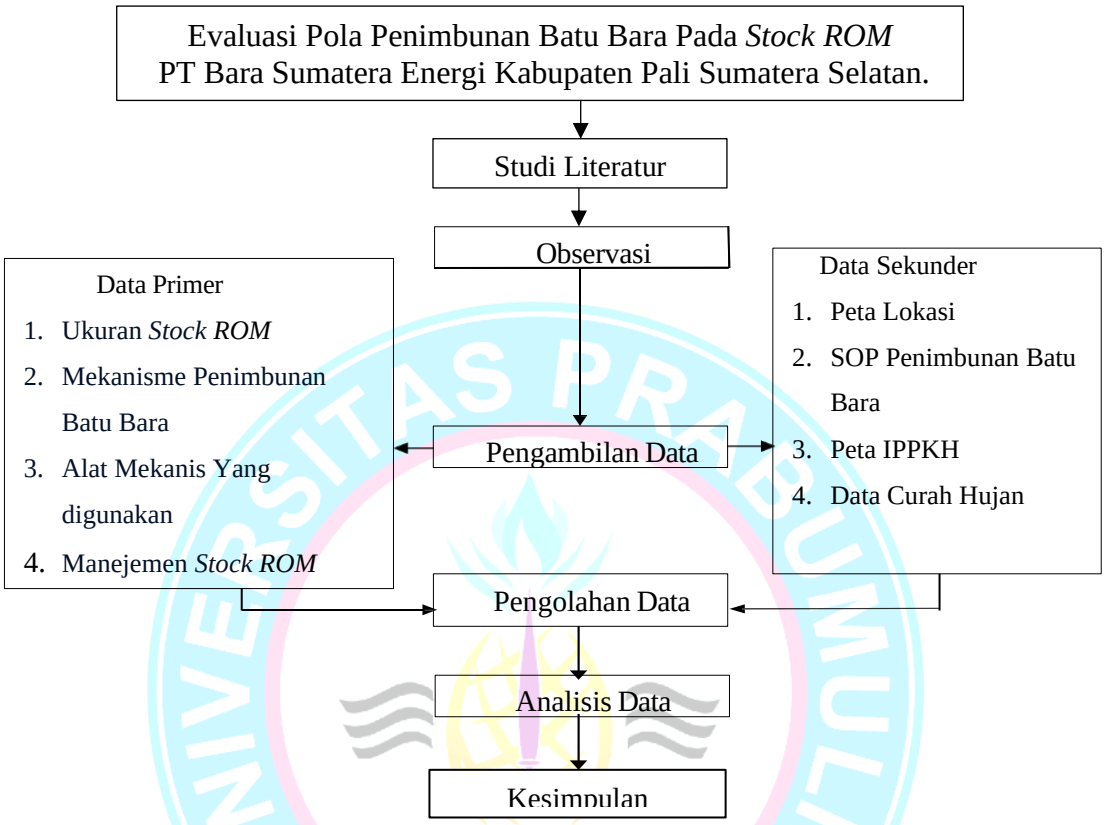
b. Proses analisis data dilakukan melalui langkah-langkah sistematis data dimensi *stock ROM* dan curah hujan yang diperoleh diolah dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan pembacaan pola. Data ukuran *stock ROM* dihitung untuk mendapatkan volume aktual, kemudian dibandingkan dengan kapasitas desain rencana untuk melihat efisiensi penggunaan lahan. Analisis komparatif (perbandingan):
   1) Membandingkan mekanisme penimbunan aktual di lapangan dengan teori literatur pola *chevron/windrow* serta SOP Perusahaan. Analisis ini bertujuan untuk melihat apakah pola yang diterapkan sudah efektif meminimalkan segregasi butiran dan oksidasi.
   2) Mengkorelasikan data manajemen *stock ROM* FIFO/LIFO dan Data *Swabakar* untuk melihat hubungan antara durasi penimbunan dengan kejadian terbakarnya batu bara.

   Menganalisis bagaimana faktor curah hujan (data *sekunder*) dan peralatan mekanis mempengaruhi kondisi fisik *stock ROM*.
c. Pemilihan analisis data

   Metode analisis deskriptif komparatif dipilih karena tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kondisi eksisting. Analisis ini memungkinkan peneliti untuk menilai kesesuaian antara *das sollen* (apa yang seharusnya/SOP/Teori) dengan *das sein* (apa yang terjadi di lapangan). Dengan menganalisis pola penimbunan dan manajemen *stock ROM* secara mendalam, peneliti dapat menemukan akar penyebab masalah (seperti *segregasi* atau *swabakar*) dan merumuskan rekomendasi perbaikan pola penimbunan yang lebih efisien dan aman bagi PT BSE.

3.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dari kegiatan penelitian yang dilakukan disesuaikan dengan tahapan dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Sumber : Penulis, 2026

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1 mengenai bagan alir penelitian, Prosedur penelitian pada Gambar 3.1 dimulai dari tahap pendahuluan yang meliputi studi literatur dan observasi lapangan, diikuti dengan pengumpulan data yang terdiri dari data primer (dimensi *stock ROM*, mekanisme penimbunan, alat mekanis, dan manajemen) serta data sekunder (peta lokasi, SOP, peta IPPKH, curah hujan). Selanjutnya, seluruh data tersebut diolah dan dianalisis secara mendalam untuk mengevaluasi efektivitas pola penimbunan yang diterapkan, hingga akhirnya ditarik sebuah kesimpulan sebagai solusi atas permasalahan di PT BSE.

3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.4.1 Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang valid dan relevan dengan tujuan penelitian, teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Observasi lapangan (pengamatan langsung) melakukan pengamatan secara langsung di area *stock ROM* di PT BSE untuk melihat kondisi aktual lapangan. Observasi ini difokuskan pada pengukuran dimensi *stock ROM* panjang, lebar, dan tinggi timbunan, bentuk fisik timbunan yang menggunakan pola *chevron* limas terpancung, serta kondisi saluran air (*drainase*) dan akses jalan di sekitar area penimbunan.
   a. Ukuran *stock ROM*: Melakukan pengukuran dimensi secara langsung di lapangan yang mencakup panjang, lebar, dan tinggi timbunan batu bara, serta pengamatan terhadap kondisi saluran air (*drainase*) dan akses jalan di sekitar area penimbunan.
   b. Mekanisme penimbunan batu bara: Mengamati secara langsung proses pergerakan batubara dari *front* penambangan hingga ditumpuk di *stock rom*, serta mengidentifikasi bentuk fisik timbunan aktual (pembentukan pola *chevron* atau limas terpancung).
   c. Alat mekanis yang digunakan: Mencatat secara rinci jenis unit, spesifikasi, kapasitas *bucket*, dan cara kerja alat mekanis (seperti *dump truck*, *excavator*, dan *wheel loader*) yang beroperasi selama proses *handling coal* di area *stock ROM*.
   d. Manejemen *stock ROM*: Mengamati dan mencatat sistem pengaturan atau tata kelola batu bara di area *stock ROM*, yang meliputi manajemen keluar-masuknya batu bara *(inflow* dan *outflow*), lamanya waktu penimbunan *(coal weathering*), pencampuran kualitas (*blending*), serta upaya pencegahan bahaya *swabakar* (*spontaneous combustion*) pada timbunan batu bara.

2. Wawancara melakukan tanya jawab secara langsung dengan pihak terkait di lokasi penelitian, seperti wakil kepala teknik tambang, *Engineering*,

supervisor. Wawancara ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai penerapan manajemen *first in first Out* (FIFO), prosedur operasi standar (SOP) penimbunan, serta kendala-kendala operasional yang sering terjadi seperti masalah *swabakar* (*spontaneous combustion*).

3.4.2 Teknik Pengolahan Data

Data primer dan sekunder yang telah terkumpul kemudian diolah menggunakan pendekatan metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Tahapan pengolahan data meliputi:

1. Reduksi dan tabulasi data menyortir dan mengelompokkan data mentah yang diperoleh dari lapangan. Data angka seperti dimensi *stock ROM* panjang, lebar, tinggi, spesifikasi alat mekanis, dan data curah hujan dimasukkan ke dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan identifikasi pola dan analisis lebih lanjut.
2. Perhitungan matematis (kuantitatif) mengolah data ukuran dimensi aktual *stock ROM* untuk mendapatkan nilai volume dan kapasitas tampung batubara. Mengingat pola penimbunan *chevron* yang diterapkan di PT BSE membentuk *stock ROM* menyerupai limas terpancung, maka perhitungan dilakukan menggunakan rumus persamaan volume limas terpancung.
3. Analisis komparatif (kualitatif) mengorelasikan dan membandingkan antara kondisi aktual (fakta di lapangan/ *das sein*) dengan kondisi ideal (teori literatur dan SOP Perusahaan/ *das sollen*). Pengolahan data pada tahap ini difokuskan untuk mengevaluasi efektivitas pola penimbunan *chevron*, efisiensi penggunaan alat berat, serta penerapan sistem manajemen FIFO dalam meminimalkan segregasi dan risiko *swabakar*.

3.5 Analisis Data

Setelah seluruh tahapan pengumpulan dan pengolahan data selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan metode analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif.

1. Analisis kuantitatif (evaluasi dimensi dan kapasitas) pada tahap ini, data ukuran aktual *stock ROM* (panjang, lebar, dan tinggi) yang telah dihitung volumenya dianalisis untuk mengevaluasi efisiensi penggunaan lahan area

penimbunan. Hasil perhitungan volume aktual dibandingkan dengan kapasitas desain terencana (kapasitas total 90.000 ton) guna melihat apakah lahan *stock ROM* di PT BSE telah dimanfaatkan secara optimal tanpa melampaui batas aman penyimpanan.

2. Analisis kualitatif dalam penelitian ini digunakan untuk memberikan gambaran deskriptif mengenai kondisi riil di lapangan terkait manajemen, kendala operasional, serta faktor-faktor non-teknis yang memengaruhi efisiensi penggunaan lahan *stock ROM* di PT BSE. Analisis ini dilakukan melalui observasi langsung di area penimbunan serta wawancara dengan pihak operasional lapangan.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Evaluasi Pola Penimbunan Batu Bara Pada *Stock ROM*

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan dilapangan penimbunan material batu bara pada area *stock ROM* di PT BSE yaitu dilakukan dengan pola penimbunan *chevron*, pola penimbunan tersebut dilakukan dengan membuat tumpukan memanjang searah dengan arah angin *(prevaling wind)*. Penimbunan material pada area *stock ROM* dilakukan dari bagian atas penumpukan dengan melakukan system penimbunan batu bara membentuk limas terpancung, penimbunan batu bara pada *stock ROM* berasal dari aktivitas penambangan di PT BSE dengan jarak tempuh 0,8-1 km dari *front*. Batu bara diangkut dari *front* menuju *stock ROM* menggunakan *dump truck* selanjutnya ditumpuk di *stock ROM* sebelum dilakukan pengiriman menuju konsumen. Adapun syarat-syarat penimbunan di PT BSE antara lain:

1. Di bagian pinggir tumpukan batu bara harus dapat diakses jalan masuk bagi *wheel loader* atau *excavator*.
2. Membentuk sebuah timbunan limas terpancung, karena pola membentuk *chevron*.
3. Tumpukan memanjang searah dengan arah angin.
4. Penimbunan dilakukan secara berurut ke samping dan memanjang sesuai dengan ukuran *stock ROM*. Dilihat Pada Gambar 4.1.



Sumber : Dok. Penulis, 2026

Gambar 4.1 Pola Penimbunan *Chevron*

4.1.1 Pola Penimbunan Batu Bara

Pola penimbunan di *stock ROM* di PT BSE. Menggunakan pola penimbunan *chevro*n, yang akan membentuk sebuah timbunan memanjang membentuk limas terpancung, karena pola penimbunan *chevron* disesuaikan dengan alat yang digunakan seperti *dump truck*. Kemudian metode penimbunannya dilakukan secara berurut ke samping dan memanjang membuat ketinggian yang disesuaikan dengan ukuran *stock ROM*. Pola penimbunan *chevron* sangat baik digunakan pada area di PT BSE karena menggunakan *dump truck*. Bentuk pola penimbunan di *stock ROM* di PT BSE ini adalah limas terpancung, bentuk ini terbentuk dari penumpukan batu bara yang dilakukan dengan menggunakan *dump truck* kemudian diratakan selapis demi selapis sampai mencapai ketinggian maksimal 3 meter dengan menggukanan *wheel loader* membentuk limas dengan bagian salah satu sudut timbunan agak membentuk melandai karena bertujuan untuk akses jalan yang digunakan untuk *dump truck* dan *wheel loader* untuk melakukan proses penumpukan, dan pemadatan dibagian atas tumpukan. Dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Sumber : Dok. Penulis, 2026

Gambar 4.2 Timbunan Batu bara dengan Pola *Chevron*

.

1. Bentuk Penimbunan *Stock ROM*

Pola penimbunan batu bara pada *stock ROM* di PT BSE. ini menggunakan pola penimbunan *chevron*. Pola penimbunan *chevron* dilakukan dengan cara teknis menumpuk batu bara secara berurut kesamping, kemudian diratakan dengan cara menggunakan *wheel loader per layer* dan selanjutnya ditumpuk kembali dengan cara berurutan dengan begitu seterusnya. Bentuk limas terpancung secara langsung terbentuk dari hasil *wheel loader* saat meratakan tumpukan batubara selapis demi selapis hingga mencapai ketinggian maksimal yang telah ditentukan.Dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Sumber : Dok. Penulis, 2026

Gambar 4.3 Pola Penimbunan Pada *Stock ROM*

4.1.2 Kondisi Tempat Penimbunan *Stock ROM*

Lahan *stock ROM* merupakan aset yang terbatas, sehingga di PT BSE dituntut untuk memaksimalkan kapasitas tampung (*storage capacity*) per meter persegi lahan yang tersedia. Pola *chevron* jauh lebih efisien dalam memanfaatkan panjang *stock ROM* yard, sehingga meningkatkan kapasitas penyimpanan total perusahaan tanpa perlu memperluas area lahan.

Kondisi pada area penimbunan batu bara pada *stock ROM* di PT BSE Pali Sumatera Selatan antara lain yaitu:

1. Akses Jalan di Sekeliling Tumpukan *Stock ROM* di PT BSE

Hasil pengamatan di lapangan pada area *stock ROM* di PT BSE Pali Sumatera Selatan memiliki akses jalan masuk dan keluar di area *stock ROM* memiliki lebar 10-15 meter. Jalan ini berfungsi sebagai akses jalan *dump truck* dalam melakukan penumpukan batu bara secara terus-menerus sesuai dengan ketinggian yang telah ditentukan perusahaan dan juga sebagai akses jalan masuk *wheel loader* dalam melakukan pemadatan terhadap tumpukan batu bara dan juga bisa digunakan sebagai jalan akses masuk untuk monitoring alat mekanis untuk melakukan tindakan apabila ada kerusakan alat mekanis pada saat proses penimbunan batu bara dilakukan. hasil pengamatan yang dilakukan akses jalan yang ada disekeliling area *stock ROM* di PT BSE ini akan mengalami penyempitan seiring dengan ketinggian penumpukan batu bara pada bagian atas. Kondisi jalan masuk area *stock ROM* di PT BSE dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Sumber : Dok. Penulis, 2026

Gambar 4.4 Akses Jalan Area Timbunan *Stock ROM*.

2. Sistem Pengaliran Air di Sekeliling *Stock ROM*

Sistem pengaliran berfungsi untuk mengalirkan air dari rembesan air hujan, sisi sisi pada *stock ROM* di PT BSE terdapat penyaluran air yang dibuat khusus agar air hujan yang turun ke *stock ROM* ini kemudian akan dialirkan menuju kolam pengendap. Hasil pengamatan yang dilakukan ada saluran air yang kurang baik kondisinya, sehingga aliran air jadi tidak terlalu lancar, sehingga

minimbulkan hambatan terhadap penyaliran. Dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Sumber: Dok. Penulis, 2026

Gambar 4.5 Area Penyaliran Air Pada *Stock ROM*

3. Keadaan Penimbunan di *Stock ROM* di PT BSE

a. Lantai Dasar *Stock ROM*

Lantai dasar pada area *stock ROM* di PT BSE. memiliki luas kurang lebih 29,910 m^2. yang digunakan sebagai tempat penimbunan dengan lebar 134,87 meter dan panjang 221,77 meter serta tinggi timbunan 3 meter (data perusahaan). Kondisi lantai dasar pada area *stock ROM* memiliki ketinggian yang sama rata sehingga tumpukan batu bara pada area *stock ROM* memiliki lantai atas sejajar. Sedangkan lantai dasar area *stock ROM* tersebut dibuat dari hasil tumpukan tanah dengan dilakukan pemumpukan dan pemadatan, kemudian dibagian atas setelah selesai pembuatan lantai dasar maka harus benar-benar padat, supaya bisa dilanjutkan ketahap proses penimbunan material batu bara yang di dapatkan dari hasil penambangan.

b. Lantai Atas *Stock ROM*

Lantai atas pada area *stock ROM* di PT BSE. Memiliki luas kurang lebih 42.300 m^2 dengan kemiringan 45^o. Dapat dilihat melalui persamaan berikut:

$$LA = \frac{LB}{\cos \theta}$$

Cos 45 = 0,7071

$$LA = \frac{29{,}910}{\cos 45}$$

$$LA = \frac{29{,}910}{0{,}7071}$$

LA = 42.300 $m^{2.}$

c. Tinggi Timbunan Batu Bara

Wheel loader dan *dump truck* adalah alat yang digunakan untuk melakukan kegiatan penumpukan material batu bara atau mengangkut dan mengatur material ke tempat penimbunan, dimana pada bagian atas penimbunan mempunyai ketinggian yang sama rata pada *stock ROM* di PT BSE. tinggi timbunan batu bara dapat mencapai 3 meter.

Diketahui :

V = 73.334,81 m^3

B = 29.910 m^2

A = 42.300 m^2

Dapat dilihat pada perhitungan berikut :

$$t = \frac{3 \text{ x } V}{B+A+\sqrt{BxA}}$$

$$t = \frac{3 \text{ x } 73.334{,}81}{29.910+42.300+\sqrt{1.265.193}}$$

$$t = \frac{220.004{,}43}{72.210+1.124{,}81}$$

$$t = \frac{220.004{,}43}{73.334{,}81}$$

t = 3 meter.

d. Panjang Dan Lebar Timbunan *Stock ROM*

Bentuk timbunan memiliki bentuk limas terpancung yang memiliki tinggi, panjang dan lebar, dengan bagian ujungnya tidak menyudut tetapi sedikit melingkar. Sehingga perlu diketahui diameternya.

Berdasarkan dari data yang didapatkan dari lapangan, maka area *stock ROM* batu bara di PT BSE. Memiliki ukuran luas keseluruhan yang dijadikan sebagai tempat penimbunan batu bara yaitu 24,300 m^2 (data perusahaan). Sedangkan untuk ukuran luas area *stock ROM* di PT BSE yang baru digunakan sebagai tempat penimbunan material batu bara pada saat ini hanya 10.640,163 m^2 (data perusahaan)

e. Volume *Stock ROM*

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan di lapangan mengenai dimensi bentuk timbunanan batu bara, maka batu bara yang tertimbun pada area *stock ROM* di PT BSE pada bulan April 2026 tersebut mempunyai volume sebesar 73.334,81 m^3. Berikut ini adalah data untuk menghitung volume timbunan batu bara pada area *stock ROM* di PT BSE dengan diketahui:

1. Panjang : 221,77 meter
2. Lebar : 134,87 meter
3. Tinggi : 3 meter

Sebagai jumlah volume maksimal timbunan *stock ROM* 90.000 ton data perusahaan. Tumpukan *stock ROM* dengan pola penimbunan *chevron* pada *stock ROM* PT BSE berbentuk limas terpancung, dimana lantai dasar limas tersebut berbentuk persegi panjang. Untuk menghitung volumenya dapat digunakan rumus persamaan dibawah ini volume limas terpancung dan hasil perhitungan bisa dilihat pada lampiran tersebut.

Rumus :

$$V = \frac{1}{3} \times t\ (B+A + \sqrt{BxA})$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3\ (29.910+42.300 + \sqrt{1.265.193})$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3(29.910 + 42.300 + 1.124,81$$

$$V = 73.334,81\ m^3$$

4. *Stock ROM* di PT BSE dengan luasan 24,300 m^2 yang memiliki kapasitas/volume total 90.000 ton (data perusahaan), dimana pengangkutan batu bara dari *front* penambangan ke *stock ROM* di PT BSE menggunakan 3 unit *dump truck*, yang masing-masing mempunyai kapasitas 30 ton per unitnya. Pengangkutan dilakukan dalam 24 jam sesuai dengan prosedur jam kerja yang berlaku dan dilakukan secara terus menerus selama keadaan cuaca sedang baik, karena kondisi jalan yang dilewati adalah daerah perbukitan dengan jalan houling (tanah diperkeras). Oleh sebab itu apabila terjadi hujan yang cukup deras produksi dan pengkutan batu bara akan dihentikan untuk sementara waktu sampai keadaan jalan mulai kering dan benar-benar aman untuk dilewati oleh *dump truck.*
5. *Bedding Coal*

   Bedding coal adalah lapisan batu bara yang berkualitas rendah atau kotor yang dihamparkan dipermukaan tanah sebagai alas batu bara yang bersih. *Bedding coal* di *stock ROM* di PT BSE ini terbuat dari tanah dan batu bara yang kotor dan juga batubara yang masih muda dan *bedding coal* saat ini tidak cukup begitu baik dimana bila terjadi hujan, batu bara tersebut akan mudah terbawa oleh air karena *drainase* yang ada pada *stock ROM* tidak berjalan dengan lancar sehingga diperlukan *drainase* yang menuju ke kolam pengendap lumpur harus baik. Kondisi ini lama kelamaan akan mengakibatkan *bedding coal* tergenang air dan terkikis pada bagian area penimbunan batubara akan menggenang air, dan *bedding coal* tersebut akan mudah rusak di karenakan aktivitas di *stock ROM*. Apabila dilewati *dump truck* yang beroprasi pada saat akan melakukan proses penimbunan. *Handling coal* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Sumber: Dok. Penulis, 2026

Gambar 4.6 *Handling Coal* di *Stock ROM*

4.1.3 Alat Mekanis Yang Digunakan Di *Stock ROM*

Kegiatan pemuatan Batu bara menggunakan variasi alat muat dari 5 alat mekanis mulai dari Hyundai, Sany, dan Shantui. Kajian alat teknis optimalisasi di BSE bisa dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Alat Mekanis yang Digunakan.

Nama	**Tipe**	***Bucket* M3**	***Bucket* MT**	**Rata-Rata**	**Jumlah *Passing***
Hyundai	HY 220	0,92	2,21	30,56	13,8
Hyundai	HX 210	0,92	2,21	30,56	13,8
Sany	SY 365	1,9	4,56	30,56	6,7
Sany	SY 245	1,3	3,12	30,56	9,8
Shantui	SL 50WN	3,41	8,18	30,56	3,7

Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2026

1. HY 220 & HX 210 (*Excavator* kelas 20-21 Ton): Memiliki kapasitas *bucket* terkecil (0,92 m^3 / 2,21 MT) sehingga membutuhkan waktu paling lama dengan 13,8 kali passing muatan.

2. SY 245 (*Excavato*r kelas 24 Ton): Berkapasitas sedang (1,3 m^3 / 3,12 MT) dengan jumlah 9,8 kali passing.

3. SY 365 (*Excavator* kelas berat 35 Ton): Memiliki produktivitas tertinggi dengan bucket terbesar (1,9 m^3 / 4,58 MT), sehingga paling cepat penuh (hanya 6,7 kali passing).

4. SL 50WN (*Wheel Loader*): Alat muat beroda ban karet yang digunakan untuk pemuatan cepat serta pembersihan (*clean-up*) di area *stock ROM*.

4.1.4 Dimensi Timbunan Batu Bara pada *Stock ROM*

Dari hasil pengamatan dan wawancara yang peneliti lakukan dilapangan maka didapatkan ukuran tinggi, panjang, lebar, luas area, bentuk timbunan, kapasitas yang mampu ditampung BSE. Dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Sumber: Dok. Penulis, 2026

Gambar 4.7 Bentuk Timbunan Batu Bara di *Stock ROM*.

Keterangan :

: Lebar *Stock ROM*

: Ukuran Lantai Dasar

: Ketinggian *Stock ROM*

: Ukuran Lantai Atas

4.1.5 Luasan Area Produck *Stock ROM*

Area *stock ROM* adalah area penyimpanan atau penimbunan sementara untuk material hasil tambang yang baru saja digali atau diproduksi langsung dari *front* penambangan (PIT).

Dalam industri pertambangan terutama batu bara area ini berfungsi sebagai tempat transit krusial sebelum material tersebut diproses lebih lanjut,

dihancurkan (*crushing*), atau dikirim ke konsumen. Bisa dilihat pada Gambar 4.8 berikut.

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan di lapangan mengenai dimensi Luasan Area, maka batu bara di bagi menjadi tiga bagian di *stock ROM* di PT BSE. pada bulan April 2026. Perhitungan dasar kapasitas tumpukan.

Rumus volume limas terpancung :

$$V = \frac{1}{3} \times t\ (B+A + \sqrt{BxA})$$

1. Area HSX

$$V = \frac{1}{3} \times 3(13{,}95 + 13{,}4 + \sqrt{13{,}95 \text{ x } 13{,}4}\ )$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3(27{,}35 + \sqrt{186{,}93}\ )$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3(27{,}35 + 13{,}67)$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3\ (41{,}02)$$

$$V = 41{,}02\ m^3$$

2. Area HS

$$V = \frac{1}{3} \times 3(50 + 31 + \sqrt{50 \text{ x } 31}\ )$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3(81 + \sqrt{1.550}\ )$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3(81 + 39{,}37)$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3\ (120{,}37)$$

$$V = 120{,}37\ m^3$$

3. Area LS

$$V = \frac{1}{3} \times 3(28 + 17 + \sqrt{28 \text{ x } 17}\ )$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3(45 + \sqrt{476}\ )$$

$$V = \frac{1}{3} \times 3(45 + 21{,}81)$$

V = $\frac{1}{3}$ × 3 (66,81)

V = 66,81 m^3

Untuk mencari total kapasitas dari ketiga area produk tersebut, rumusnya adalah penjumlahan dari volume masing-masing produk:

Total Kapasitas = V(HSX) + V(HS) + V(LS)

Total Kapasitas = 41,02 m^3 + 66,81 m^3 + 120,37 m^3

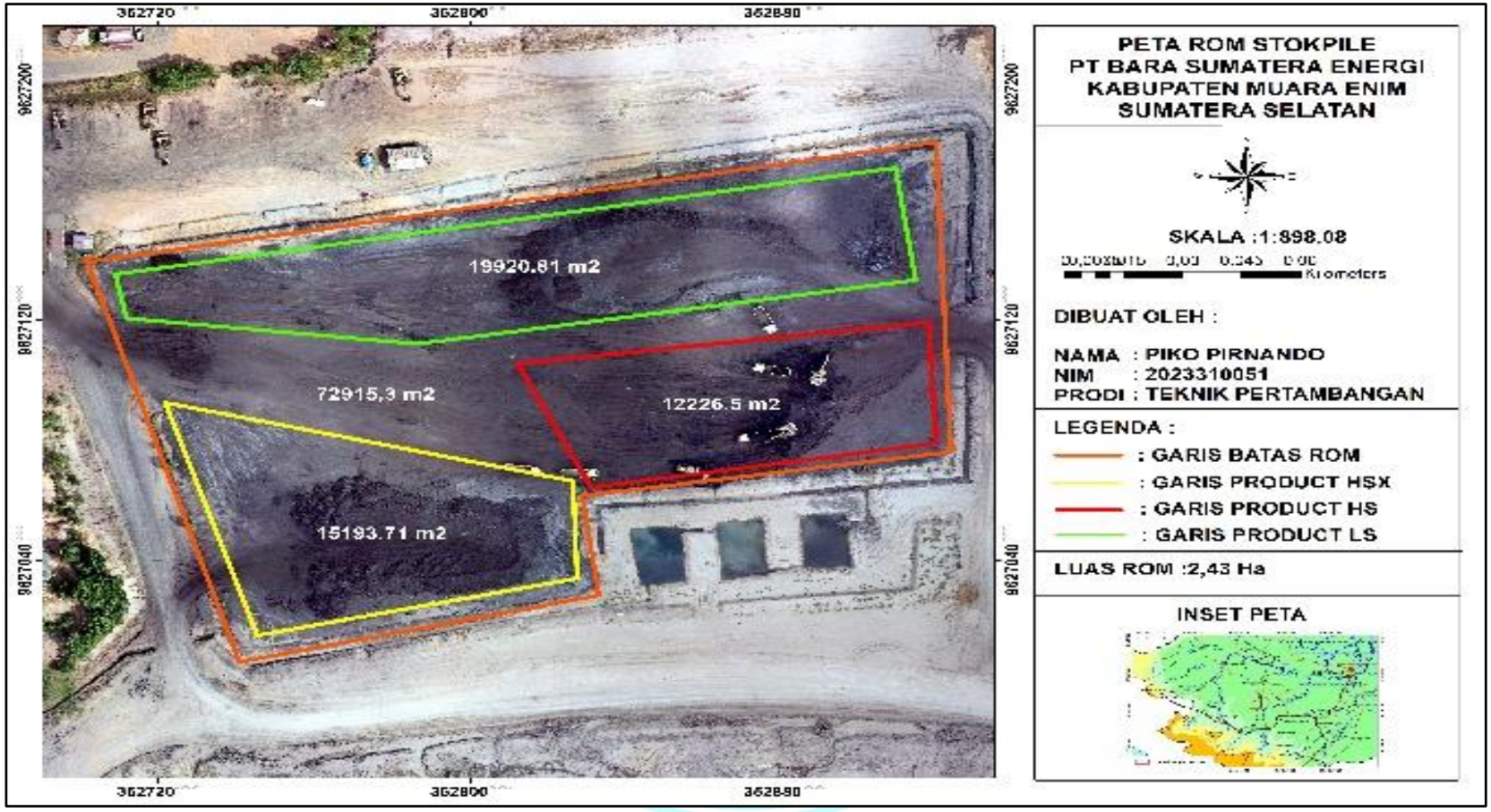
= 228,2 m^3.

Berikut ini adalah area *stock* ROM PT BSE. dengan diketahui :

Tabel 4.2 Luasan 3 Area *stock* ROM

No	Produk	panjang	Lebar	Tinggi	Kapasitas (Volume)
1	HSX	13,95 m	13,4 m	3 m	41,02 m^3
2	HS	50 m	31 m	3 m	120,37 m^3
3	LS	28 m	17 m	3 m	66,81 m^3
				Total	228,2 m^3

Sumber : Hasil Olah Data Penelitian, 2026



Sumber : Hasil Olah Data Penelitian, 2026

Gambar 4 .8 *Stock ROM*.

4.2 Faktor yang Memengaruhi Pemilihan Pola Penimbunan

Dari penelitian yang dilakukan dilapangan faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan *stock ROM* pola penimbulan di PT BSE. yaitu sebagai berikut :

4.2.1 Alat yang Digunakan

Pola penimbunan *chevron* disesuaikan dengan alat yang digunakan seperti *dump truck*. Kemudian metode penimbunannya dilakukan secara berurut ke samping dan memanjang membuat ketinggian yang disesuaikan dengan ukuran *stock ROM*. Pola penimbunan *chevron* sangat baik digunakan pada area di PT BSE karena menggunakan *dump truck*. Bentuk pola penimbunan di *stock ROM* di PT BSE ini adalah limas terpancung, bentuk ini terbentuk dari penumpukan batubara yang dilakukan dengan menggunakan *dump truck* kemudian diratakan selapis demi selapis sampai mencapai ketinggian maksimal 3 meter dengan menggukanan *wheel loader* membentuk limas dengan bagian salah satu sudut timbunan agak membentuk melandai karena bertujuan untuk akses jalan yang digunakan untuk *dump truck* dan *wheel loader* untuk melakukan proses penumpukan, dan pemadatan dibagian atas tumpukan.

Batu bara yang dihasilkan dari *front* penambangan, kemudian diangkut dan ditumpukan, lalu disimpan pada *stock ROM* di PT BSE. Sebelum di pasarkan ke konsumen.

4.2.2 Manajemen Risiko *Swabakar*

Batu bara memiliki sifat *swabakar* jika terpapar oksigen dalam waktu lama, terutama untuk jenis batu bara kalori. Karena pola *chevron* menghasilkan struktur timbunan yang lebih padat dan material halus mengisi celah di antara material kasar secara merata, sirkulasi udara di dalam timbunan menjadi terhambat. Minimnya suplai oksigen ke dalam interior timbunan ini secara signifikan memperpanjang masa aman penyimpanan batu bara dari risiko kebakaran. Dan cara penanganan *swabakar*:

1. Penerapan pola penimbunan yang tepat (*chevron method*)
   a. Memadatkan struktur timbunan: Menggunakan pola penimbunan *chevron* untuk menghasilkan struktur timbunan batu bara yang lebih padat.
   b. Mengisi celah material: Pola ini memastikan material halus dapat mengisi celah di antara material kasar secara merata.

2. Penghambatan sirkulasi udara (*oksigen)*
   a. Membatasi suplai *oksigen*: Dengan struktur yang padat dan celah yang terisi rata, sirkulasi udara di dalam timbunan akan menjadi terhambat.
   b. Memperpanjang masa aman penyimpanan: Minimnya suplai oksigen yang masuk ke dalam interior timbunan ini secara signifikan akan memperpanjang masa aman penyimpanan batu bara dari risiko kebakaran atau *swabakar*.Potensi terjadinya *swabakar* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Sumber : Dok. Penulis, 2026

Gambar 4 .9 Potensi Terjadinya *Swabakar*.

4.2.3 Ukuran Butir Batu Bara

Ukuran butir batu bara pada *stock ROM* di PT BSE. yang telihat dari hasil pengamatan di lapangan adalah beda-beda. Ada ukuran batu bara yang

kecil dan juga yang berukuran besar berkisar 50 – 70 mm. Dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$W_{50\text{-}70} = \frac{\text{M tertahan 50}}{\text{M total}} \text{ x } 100\%$$

Dimana:

W (50-70) = Persentase batu bara yang berukuran antara 50 mm hingga 70 mm.

M tertahan 50 = Massa batu bara yang agak besar 70 mm tetapi tertahan di atas ayakan 50 mm

M Total = Total massa seluruh sampel batubara yang diuji (kg).

Karena proses penambangan yang dilihat pada *front* penambangan batu bara yang ada di seam langsung dikeruk menggunakan *excavator* yang selanjutnya diangkut oleh *dump truck* menuju ke *stock ROM* di PT BSE. Dengan menimbun secara berlapis-lapis dan tipis secara longitudinal, partikel kasar dan halus tersebar secara merata di setiap lapisan. Hal ini meminimalkan penumpukan material kasar di satu area spesifik, sehingga masalah segregasi material di *stock ROM* dapat dimitigasi dengan baik. di *stock ROM* di PT BSE. Dapat Dilihat Pada Gambar 4.10.



Sumber : Dok. Penulis, 2026

Gambar 4.10 Ketidakseragaman Ukuran Butir Batu Bara.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dari pembahasan pada bab sebelumnya, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pola penimbunan yang dilakukan pada *stock ROM* di PT BSE adalah pola penimbunan *chevron* karena pola ini disesuaikan dengan alat mekanis yang beroperasi pada *stock ROM* seperti *dump truck, whell loader* dan *excavator*. Bentuk timbunan di *stock ROM* di PT BSE ini adalah limas terpancung. Pola penimbunan yang dilakukan pada *stock ROM* di PT BSE diperoleh timbunan limas terpancung *(chevron)* yang memiliki panjang 221,77 meter, lebar 134,87 meter, ketinggian 3 meter. Kapasitas *stock* ROM ini sebesar 90.000 ton yang di peroleh dari data perusahaan. Metode penimbunan dilakukan dengan berurutan kesamping dan memanjang disesuaikan dengan ukuran *stock ROM*. Kondisi pada *stock ROM* ini cukup baik karena ketinggian *stock ROM* disesuaikan dengan ukuran *stock ROM* yang memiliki luas area 24,300 m^2.
2. Faktor yang Mempengaruhi Pola Penimbunan berupa Peralatan mekanis yang digunakan, ukuran butir batu bara, karakteristik/parameter batu bara, lamanya waktu penyimpanan, serta manajemen FIFO yang belum berjalan secara optimal. Penerapan pola *chevron* dipilih untuk manajemen risiko swabakar (*self-combustion*) pola ini menghasilkan tumpukan yang lebih padat di mana partikel halus mengisi celah material kasar secara merata, sehingga meminimalkan sirkulasi udara/oksidasi di dalam timbunan untuk mencegah timbulnya titik panas atau asap putih.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas dari penelitian yang telah dilakukan penulis, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan diantaranya :

1. Sebaiknya dibuat penangkal angin *(wind sield)* berupa jejaring pepohonan seperti pohon bambu dipinggir *stock ROM*, ini berguna untuk menahan impact angin yang masuk ke arah tumpukan batu bara dan berguna juga sebagai penahan debu batubara.

2. Sebaiknya pada *stock ROM* di PT BSE dilakukan monitoring terhadap temperatur timbunan batu bara secara berkala, agar dapat meminimalisirkan terjadinya *swabakar.*
3. Sebaiknya manajemen *stock ROM* di PT BSE lebih diperhatikan lagi terutama pada sistem FIFO agar keluar masuknya batu bara dapat terorganisir dengan baik dan agar batu bara tidak lama tersimpan di *stock ROM* serta melakukan pemadatan secara berkala tidak hanya pemadatan pada awal penumpukan saja.
4. Pada saat penimbunan batu bara di *stock ROM* harus memperhatikan beberapa hal, yaitu tinggi timbunan, sudut kemiringan timbunan, lamanya penyimpanan, pola dan metode penimbunan serta saluran air terbuka pada *stock ROM* untuk menghindari terjadinya *swabakar.*

UNIVERSITAS PRABUMULIH
UNPRA
2000

DAFTAR PUSTAKA

Apriyadi, M. R., & Purwoko, B. (2019). Kajian Teknis Manajemen Penimbunan Batubara Di Rom Stockpile Pt. Ganda Alam Makmur Kecamatan Kaubun Dan Karangan Kabupaten Kutai Timur Kalimantan. *Jurnal Teknik Kelautan*

Baehaqi, P., Devy, S. D., Sakdillah, S., & ... (2022). Evaluasi Kegiatan Penimbunan Dan Pembongkaran Batubara Pada Stock ROM Di Coal Handling Facilities PT. Rinjani Kartanegara. *Jurnal Sosial*

Fansya, M. D. Al, Winarno, A., & ... (2022). Kajian Teknis Desain Dan Manajemen Penimbunan Batubara Di Stock Rom Pt. Bara Mega Quantum Kota Bengkulu Provinsi. *of Mandalika*,

Harsiga, E., Hardianti, S., & Hidayat, A. L. (2024). Analisis Metode Perhitungan Kuantitas Batubara Di Stock ROM PT. XYZ. *MINERAL*.

Kusdarini, E., Afrianti, R., Yuwanto, S. H., & ... (2023). Evaluasi Kegiatan Penimbunan Batubara pada Stockrom di PT M Kabupaten Malinau. *… Nasional Sains*

Noprayedi, R., Juventa, J., & Yulanda, Y. A. (2024). … Teknis Desain Dan Manajemen Penimbunan Batubara Di Rom Stock Rom Pada Pt Caritas Energi Indonesia Site Batu Bara Jambi. *Jurnal Geo Mining*.

Oktariyani, R., & Widayati, S. (2024). Analisis Desain terhadap Manajemen Stockrom Batubara di PT. Era Perkasa Mining. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*.

Yuito, P., Yovanda, R., & Susilo, A. (2025). Evaluasi Teknik Penanganan Swabakar Pada Stockrom di PT Budi Gema Gempita, Lahat, Sumatera Selatan. *Jurnal Humaniora Dan Sosial*

LAMPIRAN A. AREA TIMBUNAN *ROM* 3 DIMENSI PT BSE

Timbunan HSX



Sumber: Penulis, 2026

Gambar A.1 Timbunan *ROM* Hsx

A.2 TIMBUNAN *ROM* 02

Timbunan HS



Sumber: Penulis, 2026

Gambar A.2 Timbunan *ROM* Hs

A.3 TIMBUNAN *ROM* 03
Timbunan *ROM* LS



Sumber: Penulis, 2026

Gambar A.3 Timbunan *ROM* Ls

LAMPIRAN B. PENGUKURAN PANJANG LEBAR TIMBUNAN *ROM*

B.1 PANJANG LEBAR TIMBUNAN *ROM*



Sumber: Penulis, 2026

Gambar B.1 Ukuran Panjang Lebar *ROM*

LAMPIRAN C. PENGUKURAN TIMBANGAN



Sumber: Penulis, 2026

Gambar C.1 Ukurann Timbangan

LAMPIRAN D MENCATAT UNIT ALAT MEKANIS

D.1 UNIT ALAT MEKANIS



Sumber: Penulis, 2026

Gambar D.1 Unit Alat Mekanis

UNIVERSITAS MULIA
UNPRA
2000

LAMPIRAN E MENGUKUR LEBAR TINGGI PENYALIRAN *ROM*

E.1 PENYALIRAN *ROM*



Sumber: Penulis, 2026

Gambar E.1 Ukuran Tinggi Penyaliran *ROM*

E.2 PENYALIRAN *ROM*



Sumber: Penulis, 2026

Gambar E.1 Ukuran Lebar Penyaliran *ROM*

E.3 Data Curah Hujan

Summary Rain And Slippery Of Year													
Year	Rainfall (mm)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Average Of Gumbel And Rainfall Record (mm)	509,7	301,5	296,3	284,6	219,5	129,7	100,0	65,0	92,6	244,5	209,7	357,5	2.810,9
Rain Falls/ Day (mm/ day)	22,0	15,5	14,7	16,0	14,8	11,0	11,3	8,0	8,5	19,0	10,7	21,4	172,8
Year	Raintime (hours)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Metode Gumbel By Raintime Average Record (hours)	208,3	149,9	141,3	100,0	90,2	64,3	57,9	35,9	61,8	76,5	95,7	106,3	1.188,1
Rain Hour/ Day (hours/ day)	9, 0	7, 7	7, 0	5, 6	6, 1	5, 4	6, 6	4, 4	5, 7	6, 0	4, 9	6, 4	74,6

Sumber: PT BSE, 2026

Gambar E3 Data Curah Hujan

UNIVERSITAS PRABUMULIH
UNPRA
2000

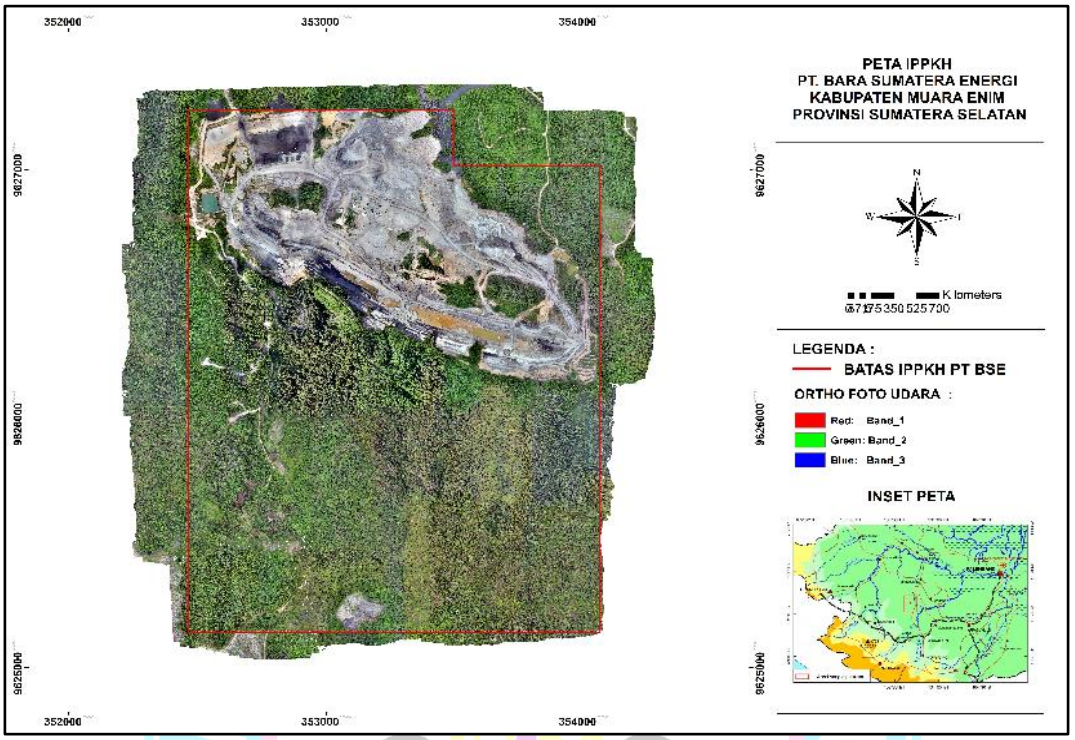
E.4 Data Pola Pola Unit Keluar *Coul* Dari *Hauling*

	Date/Time	Date/Time	Products	Customers	1st	2nd	Netto
	In	Out			Weigh (Kg)	Weigh (Kg)	Weigh (Kg)
1	03/04/2026 09:42	03/04/2026 09:52	BATUBARA BSE LS	PT. BSE	43,780	13,900	29,880
2	03/04/2026 10:56	03/04/2026 11:05	BATUBARA BSE LS	PT. BSE	45,220	13,920	31,300
3	03/04/2026 15:06	03/04/2026 15:15	BATUBARA BSE LS	PT. BSE	48,380	15,140	33,240
4	03/04/2026 15:09	03/04/2026 15:18	BATUBARA BSE LS	PT. BSE	49,320	15,440	33,880
5	03/04/2026 15:11	03/04/2026 15:21	BATUBARA BSE LS	PT. BSE	43,340	14,000	29,340
6	03/04/2026 16:35	03/04/2026 16:42	BATUBARA BSE LS	PT. BSE	44,600	14,140	30,460
7	03/04/2026 19:20	03/04/2026 19:25	BATUBARA BSE LS	PT. BSE	45,460	15,020	30,440
1	03/04/2026 07:15	03/04/2026 07:25	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	48,420	16,100	32,320
2	03/04/2026 07:18	03/04/2026 07:35	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,080	12,800	31,280
3	03/04/2026 07:19	03/04/2026 07:28	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	48,440	15,260	33,180
4	03/04/2026 07:21	03/04/2026 07:32	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,840	14,720	30,120
5	03/04/2026 07:22	03/04/2026 07:36	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	43,560	13,280	30,280
6	03/04/2026 07:29	03/04/2026 07:38	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	45,040	14,060	30,980
7	03/04/2026 07:31	03/04/2026 07:40	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,360	13,720	30,640
8	03/04/2026 07:33	03/04/2026 07:42	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	42,360	13,920	28,440
9	03/04/2026 07:56	03/04/2026 08:05	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,060	13,600	30,460
10	03/04/2026 07:59	03/04/2026 08:11	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	43,920	12,260	31,660
11	03/04/2026 08:02	03/04/2026 08:12	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	40,780	13,320	27,460
12	03/04/2026 08:13	03/04/2026 08:21	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	41,280	13,620	27,660
13	03/04/2026 08:20	03/04/2026 08:29	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,200	14,080	30,120
14	03/04/2026 08:52	03/04/2026 09:02	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	41,480	12,960	28,520
15	03/04/2026 09:44	03/04/2026 09:54	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	45,400	15,080	30,320
16	03/04/2026 10:08	03/04/2026 10:22	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	45,680	15,160	30,520
17	03/04/2026 10:18	03/04/2026 10:26	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	45,000	14,020	30,980
18	03/04/2026 10:39	03/04/2026 10:45	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,740	14,080	30,660
19	03/04/2026 10:48	03/04/2026 10:59	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,600	13,500	31,100
20	03/04/2026 10:50	03/04/2026 11:02	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	43,920	13,560	30,360
21	03/04/2026 10:51	03/04/2026 11:01	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	47,600	14,700	32,900
22	03/04/2026 10:53	03/04/2026 11:04	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,440	13,580	30,860
23	03/04/2026 10:54	03/04/2026 11:07	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	42,260	13,180	29,080
24	03/04/2026 11:09	03/04/2026 11:16	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	47,860	13,860	34,000
25	03/04/2026 11:12	03/04/2026 11:18	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	46,060	14,100	31,960
26	03/04/2026 11:14	03/04/2026 11:25	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	34,700	12,920	21,780
27	03/04/2026 13:31	03/04/2026 13:40	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	40,460	12,980	27,480
28	03/04/2026 13:35	03/04/2026 13:42	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	41,780	13,600	28,180
29	03/04/2026 13:36	03/04/2026 13:45	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	48,400	15,220	33,180
30	03/04/2026 13:37	03/04/2026 13:48	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	49,200	15,040	34,160
31	03/04/2026 13:39	03/04/2026 13:49	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	40,540	12,560	27,980
32	03/04/2026 13:41	03/04/2026 13:51	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	41,120	12,800	28,320
33	03/04/2026 13:42	03/04/2026 13:54	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	41,220	13,880	27,340
34	03/04/2026 13:44	03/04/2026 13:53	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	47,580	15,120	32,460
35	03/04/2026 14:07	03/04/2026 14:14	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	46,580	14,720	31,860
36	03/04/2026 14:08	03/04/2026 14:17	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	45,240	13,720	31,520
37	03/04/2026 14:09	03/04/2026 14:18	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	46,980	15,340	31,640
38	03/04/2026 14:55	03/04/2026 15:05	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	41,760	12,860	28,900
39	03/04/2026 15:12	03/04/2026 15:24	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,020	13,080	30,940
40	03/04/2026 16:29	03/04/2026 16:37	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	42,560	13,800	28,760
41	03/04/2026 16:40	03/04/2026 16:53	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,020	13,600	30,420
42	03/04/2026 16:49	03/04/2026 16:56	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	44,240	13,940	30,300
43	03/04/2026 16:50	03/04/2026 16:58	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	46,040	14,380	31,660
44	03/04/2026 16:54	03/04/2026 17:05	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	49,460	14,220	35,240
45	03/04/2026 16:55	03/04/2026 17:03	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	48,120	15,100	33,020
46	03/04/2026 17:06	03/04/2026 17:23	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	40,440	12,700	27,740
47	03/04/2026 19:17	03/04/2026 19:27	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	41,820	13,320	28,500
48	03/04/2026 19:18	03/04/2026 19:29	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	46,500	14,900	31,600
49	03/04/2026 20:47	03/04/2026 21:00	BATUBARA BSE HS X	PT. BSE	49,640	15,400	34,240
							1.711,620
						RATA-RATA	**30,565**

Sumber: PT BSE, 2026

Gambar E.4 Data Pola Unit Keluar Coal Dari Hauling

E.5 Peta IPPKH



Sumber: PT BSE, 2026

Gambar E.5 Peta IPPKH