

**ANALISIS FAKTOR- FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
TERJADINYA SWABAKAR DI *STOCKPILE COAL CRUSHING*
*PLANT SITE MUARA TIGA BESAR PT BUKIT ASAM Tbk***

TUGAS AKHIR



**RIZQI NUR HABIBI
2023310082**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

**ANALISIS FAKTOR- FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
TERJADINYA SWABAKAR DI *STOCKPILE COAL CRUSHING*
*PLANT SITE MUARA TIGA BESAR PT BUKIT ASAM Tbk***

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya Program
Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih



RIZQI NUR HABIBI
2023310082

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI
TERJADINYA SWABAKAR DI STOCKPILE COAL CRUSHING
PLANT SITE MUARA TIGA DESA PT BUKIT ABANG TEK**

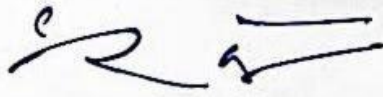
LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

Rizqi Nur Hafidhi
2023316082

Pembimbing I



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

Prabumulih, 13 Juli 2026
Pembimbing II



Subardiman Gumanti, S.T., M.T
NUPTK. 7553748650200002

Mengetahui

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan



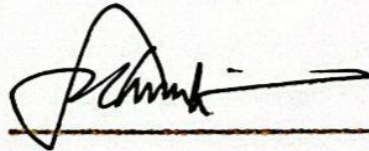
Ridho Yovanda, S.T., M.T
NUPTK. 5250771672130283

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berupa laporan tugas akhir ini dengan judul "Analisis Penerapan *Behavior Based Safety (Bbs)* Pada Operator *Dump Truck* Dalam Membangun Budaya K3 Di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih pada tanggal 10 Juni 2026.

Prabumulih, 10 Juni 2026.
Tim Penguji Tugas Akhir

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



Anggota :

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



3. Rodiyah Nursani, S.Si., M.T.
NUPTK. 7553748650200002



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir Aris Susilo S.T., M.T., IPM
NUPTK. 6338747650200003

Program Studi
Teknik Pertambangan



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Rizqi Nur Habibi

NIM : 2023310082

Program Studi : Teknik Pertambangan

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

Prabumulih, 15 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



Rizqi Nur Habibi
2023310082

ABStRAK

Analisis Faktor- faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Swabakar di *Stockpile Coal Crushing Plant* site Muara Tiga Besar PT. Bukit Asam Tbk

Rizqi Nur Habibi, 2023310082, 2026

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya swabakar (*spontaneous combustion*) pada tumpukan Batubara di *Temporary Stockpile Coal Crushing Plant* (CCP) Site Muara Tiga Besar, PT BA . Masalah utama yang diidentifikasi adalah terjadinya swabakar yang berdampak pada penurunan kualitas Batubara dan potensi kerugian ekonomi bagi perusahaan. Metode penelitian yang digunakan meliputi observasi lapangan, pengukuran langsung geometri timbunan, pemantauan suhu menggunakan *thermocouple*, serta analisis data sekunder berupa curah hujan dan kualitas batu bara. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan *purposive sampling* untuk mewakili kondisi aktual di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi swabakar dipengaruhi oleh empat faktor utama. Faktor Internal: Karakteristik Batubara dengan kandungan *Total Moisture* (24,70% - 34,24%) dan *Volatile Matter* (37,07% - 43,06%) yang tinggi membuat Batubara bersifat reaktif. Faktor Operasional: Geometri timbunan menggunakan pola *Chevron* dengan tinggi 3 meter dan sudut lereng 30°. Meskipun geometri ini berpotensi memerangkap panas, penerapan sistem *First In First Out* (FIFO) dan pemadatan yang konsisten berhasil meminimalisir akumulasi panas. Faktor Lingkungan: curah hujan yang tinggi (mencapai 135,3 jam pada bulan Maret) membantu menurunkan suhu timbunan secara sementara, sementara arah angin dominan dari Utara mempengaruhi laju oksidasi pada permukaan tumpukan. Faktor Manajemen: Manajemen berperan sebagai determinan utama dalam pengendalian risiko melalui kebijakan operasional yang tepat. Simpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa meskipun faktor internal dan lingkungan berkontribusi terhadap potensi peningkatan suhu, faktor manajemen melalui pengawasan suhu rutin, pemadatan lapisan, dan sistem pembongkaran FIFO merupakan kunci utama dalam mencegah terjadinya swabakar secara efektif.

Kata Kunci: Swabakar, Batu bara, *Stockpile*, Geometri, FIFO, Oksidasi.

ABSTRACT

Analysis of Factors Influencing Spontaneous Combustion in the *Stockpile* Coal Crushing Plant at the Muara Tiga Besar Site of PT. Bukit Asam Tbk

Rizqi Nur Habibi, 2023310082, 2026

This study aims to analyze the factors influencing spontaneous combustion in coal piles at the Temporary *Stockpile* Coal Crushing Plant (CCP) at the Muara Tiga Besar Site, PT. BA the main problem identified is spontaneous combustion, which results in reduced coal quality and potential economic losses for the company. The research methods used included field observation, direct measurement of *Stockpile* geometry, temperature monitoring using thermocouples, and secondary data analysis of rainfall and coal quality. The sampling technique used was purposive sampling to represent actual conditions in the field. The research results indicate that the potential for spontaneous combustion is influenced by four main factors:

Internal Factors: The coal's high Total Moisture (24.70% - 34.24%) and Volatile Matter (37.07% - 43.06%) content makes it reactive. Operational Factors: The *Stockpile* geometry uses a Chevcon pattern with a height of 3 meters and a slope angle of 30°. Although this geometry has the potential to trap heat, the implementation of a First In First Out (FIFO) system and consistent compaction successfully minimized heat accumulation. Environmental Factors: High rainfall (reaching 135.3 hours in March) helped temporarily lower the *Stockpile* temperature, while the dominant wind direction from the North affected the oxidation rate on the *Stockpile* surface. Management Factors: Management plays a key role in risk control through appropriate operational policies. The conclusion of this study confirms that although internal and environmental factors contribute to the potential for temperature increases, management factors such as routine temperature monitoring, layer compaction, and a FIFO unloading system are key to effectively preventing spontaneous combustion.

Keywords: *Self-combustion, Coal, Stockpile, Geometry, FIFO, Oxidation.*

KATA PENGANTAR

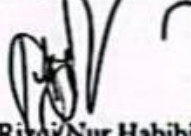
Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Swabakar di *Stockpile Coal Crushing Plant* Site Muara Tiga Besar PT BA, Tanjung Enim Sumatera Selatan” ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi D3 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih 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, sekaligus selaku Pembimbing I.
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih
4. Bapak Suhardiman Gumanti, S.T., M.T. Sebagai pembimbing II.
5. Ibu Reni Arisanti, S.T., M.T. Sebagai Dosen 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 Perusahaan, Pimpinan, dan seluruh Staf Perusahaan PT.Bukit Asam Tbk. yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
9. Terimakasih kepada Bapak Robby Capri Sandana selaku asisten manajer kendali *Stockpile CCP* PT BA
10. Terimakasih kepada Bapak Hoiriansyah, S.T. Selaku asisten manajer Site Muara Tiga Besar PT BA
11. Terimakasih kepada Bapak Eka dan Bapak Jemiko selaku karyawan SDM PT BA, sudah membantu lancarnya administrasi.
12. Terimakasih kepada Bapak Rizki Arbi Dwialfawan, Bapak Martinus Dimas Rusdianto, Bapak Irfansyah dan Bapak Rizal Ramadhon selaku karyawan satuan kerja penambangan yang telah membantu dalam pengambilan data dilapangan.

13. Seluruh jajaran karyawan satuan kerja penambangan MTB yang telah membantu saya dalam pengambilan data di lapangan.
14. Terimakasih untuk Bapak Ngadiono selaku ayah saya, Ibu Yuliana selaku ibu saya, Serta juga Raysha Salsabilla selaku adik saya. Yang selalu memberikan support serta dukungannya sampai saat ini.
15. Terimakasih untuk teman dekat saya Prada Marcelino Pranata, Serda Zagat Buana, Kemaz Prabu Tegariansyah, Bripda Rahmad Aditya Nugraha, Dhimas Haditio Rosyid Ikhtiar, Muhammad Bintang, Sopyan Erlangga, Rama Aranda Putra, Arief Lukman Hakim, M.Taufiq Nurhidayat, Windra Dimas Angga Saputra, Arya Dwi Erlangga.
16. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya Angkatan 2023, serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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

Prabumulih, 15 Juli 2026



Rizqi Nur Habibi

2023310082

DAFTAR ISI

	Halaman
TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Deskripsi Lokasi Penelitian	5
2.1.1. Profil Umum Lokasi Penelitian	5
2.2.2. Lokasi Kesampaian Daerah.....	7
2.2. Landasan Teori	9
2.2.1. Batubara	9
2.2.2. Swabakar	11
2.2.3. <i>Stockpile</i>	12
2.2.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Swabakar	17
2.2.5. Metode Pencegahan Terjadinya Swabakar	19
2.2.6. Metode Penanggulangan Ketika Terjadinya Swabakar.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	25

3.2. Tahapan Penelitian	26
3.2.1. Bagan Alir Penelitian	27
3.3. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data	28
3.3.1. Teknik Pengumpulan Data.....	28
3.3.2. Populasi.....	28
3.3.3. Sampel.....	28
3.4. Pengolahan Data	28
3.5. Analisis Data.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Swabakar.....	31
4.1.1. Faktor Internal	31
4.1.2. Faktor Operasional.....	32
4.1.3. Faktor Lingkungan.....	32
4.1.4. Faktor Manajemen	33
4.1.5. Pengukuran Temperatur Timbunan.....	33
4.2. Metode Pencegahan Swabakar pada <i>Stockpile</i>	38
4.2.1. Penerapan Sistem FIFO (<i>First In First Out</i>)	38
4.2.2. Pemadatan Timbunan.....	39
4.2.3. Pengendalian Ketinggian Timbunan	40
4.2.4. Pengendalian Sudut <i>Slope</i> Timbunan	41
4.3. Metode Penanggulangan Swabakar pada <i>Stockpile</i>	42
BAB V PENUTUP.....	45
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1. <i>Mine Brand</i> Batubara PT BA Tbk.....	10
Tabel 2. 2. <i>Market Brand</i> Batubara PT BA Tbk.....	11
Tabel 2. 3. Tahapan Risiko Swabakar	12
Tabel 2. 4. <i>Angle Of Repose</i>	18
Tabel 3. 1. Lokasi Dan Waktu Penelitian	25
Tabel 4.1. Kualitas Batubara.....	31
Tabel A. 1. Dimensi <i>Temporary Stockpile</i> CCP Aktual.....	49
Tabel A. 2. Dimensi Timbunan <i>Temporary Stockpile</i> CCP Aktual	49
Tabel B. 1. Temperatur Timbunan.....	51
Tabel C. 1. Data Curah Hujan Bulan Maret 2026	52
Tabel D. 1. Data Kecepatan dan Arah Mata Angin	53
Tabel E. 1. <i>Mine Brand</i> PT Bukit Asam Tbk	54
Tabel E. 2. <i>Market Brand</i> PT Bukit Asam Tbk.....	54
Tabel F. 1. SOP Penanganan Swabakar	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1.Peta Kesampaian Daerah.....	8
Gambar 2. 2. Segitiga Api	12
Gambar 2. 3. Kerucut Terpacung.....	14
Gambar 2. 4. Limas Terpacung.....	15
Gambar 2. 5. Tanggul Pembatas	16
Gambar 2. 6. Pola Penimbunan <i>Cone Ply</i>	21
Gambar 2. 7. Pola Penimbunan <i>Chevron</i>	21
Gambar 2. 8. Pola Penimbunan <i>Chevcon</i>	22
Gambar 2. 9. Pola Penimbunan <i>Windrow</i>	22
Gambar 3. 1. Bagan Alir Penelitian.....	27
Gambar 4. 1. Kondisi Timbunan di Stockpile CCP PT. Bukit Asam Tbk	32
Gambar 4. 2. Kondisi Atas Stockpile CCP PT.Bukit Asam Tbk	33
Gambar 4. 3. Alat Thermocouple	34
Gambar 4. 4. Grafik Pengukuran Temperatur Timbunan Minggu Pertama.....	35
Gambar 4. 5. Grafik Pengukuran Temperatur Timbunan Minggu Kedua	36
Gambar 4. 6. Grafik Pengukuran Temperatur Timbunan Minggu Ketiga	37
Gambar 4. 7. Sistem Pembongkaran Aktual	38
Gambar 4. 8. Penyebaran (Spreading).....	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Geometri <i>Stockpile</i> Aktual	49
Lampiran B Temperatur Timbunan	51
Lampiran C Data Curah Hujan Bulan Maret 2026.....	52
Lampiran D Data Kecepatan dan Arah Mata Angin.....	53
Lampiran E Kualitas Batubara Muara Tiga Besar	54
Lampiran F SOP Penanganan swabakar.....	55



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan
PT BA	: PT Bukit Asam
FIFO	: <i>First In First Out</i>
LIFO	: <i>Last In First Out</i>
BMKG	: Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika
TM	: <i>Total Moisture</i>
IM	: <i>Inhaler Moisture</i>
ASH	: Debu
VM	: <i>Volatile Matter</i>
FC	: <i>Fixed Carbon</i>
TS	: <i>Total Sulfur</i>
GCV	: <i>Gar Calori Value</i>
SOP	: Standar Operasional Perusahaan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT Bukit Asam Tbk (PT BA), merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berada di bawah naungan Kementerian BUMN dan bergerak dalam sektor pertambangan Batubara serta energi. Salah satu fasilitas yang dimiliki adalah *Temporary Stockpile Coal Crushing Plant (CCP)* di Tambang Muara Tiga Besar yang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara sebelum Batubara dikirim ke pelabuhan atau pembangkit listrik.

Batubara banyak dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik dan sebagai sumber energi pokok dalam mendukung kegiatan industri (Gunara, 2017). Batubara yang diperoleh dari area *front* penambangan umumnya tidak langsung didistribusikan kepada konsumen, sehingga perlu dilakukan penumpukan sementara di area *stockpile*. Permasalahan utama dalam penumpukan Batubara pada *stockpile* adalah terjadinya swabakar (Jepriansyah, 2023).

Kondisi aktual penumpukan Batubara di *Temporary Stockpile CCP PT BA* adalah terjadinya swabakar yang berdampak pada penurunan kualitas Batubara yang akan mempengaruhi permintaan pasar. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kondisi penimbunan Batubara pada *Temporary Stockpile CCP PT BA*, melalui kajian geometri *stockpile*. Penelitian ini dituangkan dalam judul: “Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyebab Terjadinya Swabakar Di *Stockpile Coal Crushing Plant* site Muara Tiga Besar Utama PT. Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan”

Agar permintaan dari pihak konsumen seperti PLTU dan pabrik-pabrik yang membutuhkan Batubara selalu terpenuhi, maka perusahaan penambangan Batubara harus memproduksi Batubara secara berkelanjutan dari target produksi yang telah ditetapkan pada rencana produksi batu bara. Perusahaan juga harus menjaga *stockpile* Batubara agar terhindar dari terjadinya swabakar, agar kualitas Batubara tetap selalu terjaga.

Umumnya, Batubara yang telah ditambang tidak langsung didistribusikan ke pihak konsumen, melainkan disimpan terlebih dahulu di tempat penyimpanan yang disebut dengan *stockpile*. Fungsi utama *stockpile* ini sangat penting agar memungkinkan perusahaan mengolah kualitas dan kuantitas Batubara sesuai dengan permintaan pasar maupun konsumen (Hivienta, 2018).

PT. Bukit Asam Tbk. Pernah menghadapi permasalahan swabakar di beberapa *stockpile*, termasuk di area *Stockpile CCP* dan *Stockpile Westham* Muara Tiga Besar, Lahat. Lokasi ini juga pernah mengalami kejadian swabakar yang menimbulkan kerugian, baik dari sisi penurunan kualitas Batubara maupun biaya penanganan dan pemadaman. Kejadian swabakar di *Stockpile CCP* dan

Stockpile Westham dipicu oleh lamanya waktu penimbunan, tingginya tumpukan batu bara, serta kurang optimalnya manajemen *stockpile* seperti belum menerapkan sistem *first in first out* (FIFO) dan pemantauan suhu secara berkala.

Dampak dari swabakar yaitu akan terjadi menurunnya kualitas Batubara dan berdampak pada permintaan pasar, terbuangnya sebagian volume Batubara yang terbakar, serta pengeluaran biaya tambahan untuk menangani Batubara yang terbakar. Swabakar terjadi pada Batubara tersebut apabila disimpan pada *stockpile* dalam jangka waktu tertentu.

Swabakar tersebut merupakan proses dimana terbakar dengan sendirinya Batubara akibat dari reaksi oksidasi eksotermis (uap dan oksigen diudara) yang dapat terus menyebabkan kenaikan terhadap temperatur batu bara (Rusyada, 2022).

Beberapa langkah yang dapat ditempuh guna pencegahan terjadi swabakar antara lain, pengecekan rutin temperatur di *temporary stockpile* dengan menggunakan alat *thermocouple*. Apabila temperatur mencapai 40°C-80°C, maka akan dilakukan penanganan seperti *spreading*, kompaksi *stockpile* dan lain-lain.

Sudut timbunan yang besar juga mengakibatkan perubahan peningkatan temperatur timbunan lebih cepat karena Batubara berinteraksi secara terus menerus maka akan dilakukan penanganan seperti kompaksi *stockpile*. Waktu penyimpanan Batubara tidak terlalu lama di *stockpile* merupakan upaya pencegahan terjadinya swabakar, *first in first out* (FIFO) dimana Batubara yang

terdahulu masuk harus di keluarkan atau dimuat terlebih dahulu. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi resiko *degradation* dan pemanasan batu bara, karena semakin lama tumpukan Batubara disimpan akan semakin banyak waktu proses pemanasan untuk bekerja.

Selain itu, penting juga untuk memperhatikan jangka waktu penyimpanan batu bara. Semakin lama Batubara disimpan, semakin besar kemungkinan terjadi penurunan kualitasnya. Oleh karena itu, disarankan untuk tidak menyimpan Batubara lebih dari yang diperlukan dan untuk menjaga putaran yang cepat dalam proses penyimpanan dan penggunaannya. Dengan melakukan upaya-upaya ini, potensi swabakar dapat direduksi sekecil mungkin, meningkatkan keamanan operasional dan kualitas Batubara yang disimpan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi penyebab terjadinya swabakar di area *Stockpile* CCP PT BA
2. Bagaimana metode pencegahan swabakar di area *Stockpile* CCP PT BA ?
3. Bagaimana metode penanggulangan swabakar di area CCP PT BA ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya swabakar di area *Stockpile* CCP PT BA.
2. Mengetahui metode pencegahan swabakar di area *Stockpile* CCP PT BA
3. Mengetahui metode penanggulangan swabakar di area *Stockpile* CCP PT BA

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang di peroleh dari penyusun laporan Tugas Akhir ini adalah untuk keuntungan yang bisa diperoleh pihak pihak tertentu:

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoritis sebagai berikut:

- a. Manfaat penelitian secara teoritis mencakup keuntungan untuk mahasiswa dan fakultas.
- b. Memberikan pengalaman yang berharga serta mendapatkan pembelajaran dan wawasan.
- c. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya terkait pengetahuan mengenai evaluasi strategi penyimpanan Batubara sebagai upaya pencegahan swabakar di area *Stockpile* CCP PT BA.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perusahaan, sehingga dapat mengetahui strategi pola penyimpanan Batubara di area *stockpile* yang efektif dan efisien, serta berguna sebagai upaya meminimalisir terjadinya swabakar.

1.5. Batasan Penelitian

Ruang lingkup pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada faktor penyebab swabakar yang terjadi di area *Stockpile* CCP PT Bukit Asam Tbk.
2. Mengetahui metode pencegahan swabakar yang dilakukan di area *Stockpile* CCP PT Bukit Asam Tbk.
3. Mengetahui metode penanggulangan swabakar yang dilakukan di area *Stockpile* CCP PT Bukit Asam Tbk.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deskripsi Lokasi Penelitian

2.1.1. Profil Umum Lokasi Penelitian

PTBA merupakan salah satu perusahaan pertambangan Batubara terbesar di Indonesia yang berstatus sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Kegiatan pertambangan Batubara di wilayah Tanjung Enim, Sumatera Selatan, telah dimulai sejak masa kolonial Belanda pada tahun 1919 dengan metode penambangan terbuka di tambang Air Laya. Seiring perkembangan, pada tahun 1923 hingga sekitar 1940 mulai diterapkan metode penambangan bawah tanah, dan produksi komersial Batubara mulai tercatat pada tahun 1938.

Setelah Indonesia merdeka, para pekerja tambang di Tanjung Enim memperjuangkan agar tambang Batubara dikelola oleh bangsa sendiri. Pada tahun 1950, pemerintah Indonesia kemudian membentuk perusahaan negara dengan nama Perusahaan Negara Tambang Arang Bukit Asam (PN TABA), yang menandai awal nasionalisasi tambang Batubara di wilayah tersebut. Perusahaan ini terus berkembang dan menjadi bagian penting dalam penyediaan energi nasional.

Pada tahun 1981, pemerintah Indonesia melalui Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 1980 resmi mendirikan PT BA (Persero), yang menjadi langkah penting dalam transformasi perusahaan menuju entitas korporasi modern. Perubahan status ini membawa PTBA menjadi salah satu pilar industri energi nasional dengan tanggung jawab untuk mengelola sumber daya Batubara secara profesional dan berkelanjutan.

Seiring berjalannya waktu, PT BA terus mengalami perkembangan pesat, baik dari segi produksi maupun diversifikasi usaha. Pada tanggal 23 Desember 2002, perusahaan ini resmi menjadi perusahaan terbuka (Tbk) setelah mencatatkan sahamnya di Bursa Efek Indonesia dengan kode emiten PT BA. Sejak saat itu, PT BA semakin memperluas jaringan bisnisnya dan berkomitmen untuk menjadi perusahaan energi kelas dunia yang ramah lingkungan serta berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan. PT BA juga mengimplementasikan ekonomi sirkular

melalui Tanjung Enim Kota Wisata, yang merupakan bagian dari reklamasi dalam bentuk lain. Berbagai destinasi wisata yang baru dibangun, seperti Meseum Batubara yang dilengkapi jalur lori bawah tanah, *mini zoo* dan *waterpark*. Kota wisata Tanjung Enim juga memiliki taman botani yang dibangun diatas lahan bekas tambang seluas sekitar 17 (ha).

PT BA. di Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) memiliki beberapa site dalam Wilayah Kuasa Pertambangan, yaitu:

1. Tambang Air Laya (TAL)

Pada lokasi Tambang Air Laya (TAL), kegiatan penambangan dilakukan dengan dua metode, yaitu metode *convensional* mining kombinasi antara excavator dump truck dan metode *continuous mining* yang merupakan suatu sistem penambangan yang berkesinambungan dengan menggunakan *Bucket Wheel Excavator* (BWE) sebagai alat utama atau dikenal juga dengan istilah BWE sistem. Pada metode BWE sistem ini sepenuhnya dilaksanakan oleh pihak PTBA sedangkan untuk penambangan dengan metode kombinasi *excavator*, *dump truck* dilaksanakan oleh pihak ketiga (kontraktor). Nilai kalori Batubara yang terdapat di Tambang Air Laya (TAL) berkisar antara 6.300-7.300 kkal/kg (adb).

2. Tambang Muara Tiga Besar (MTB)

Tambang Muara Tiga Besar (MTB) terdiri atas dua lokasi, yaitu Muara Tiga Besar Utara (MTBU) dan Muara Tiga Besar Selatan (MTBS). Operasi penambangan di Muara Tiga Besar ini menggunakan metode kombinasi antara *Excavator*, *Dump Truck* yang semuanya dikerjakan oleh pihak ketiga (kontraktor). Nilai kalori Batubara yang terdapat di Muara Tiga Besar berkisar antara 4200 -4900 kkal/kg (adb). Spesifikasi ini sesuai dengan kebutuhan PLTU Suralaya dan PLTU Bukit Asam.

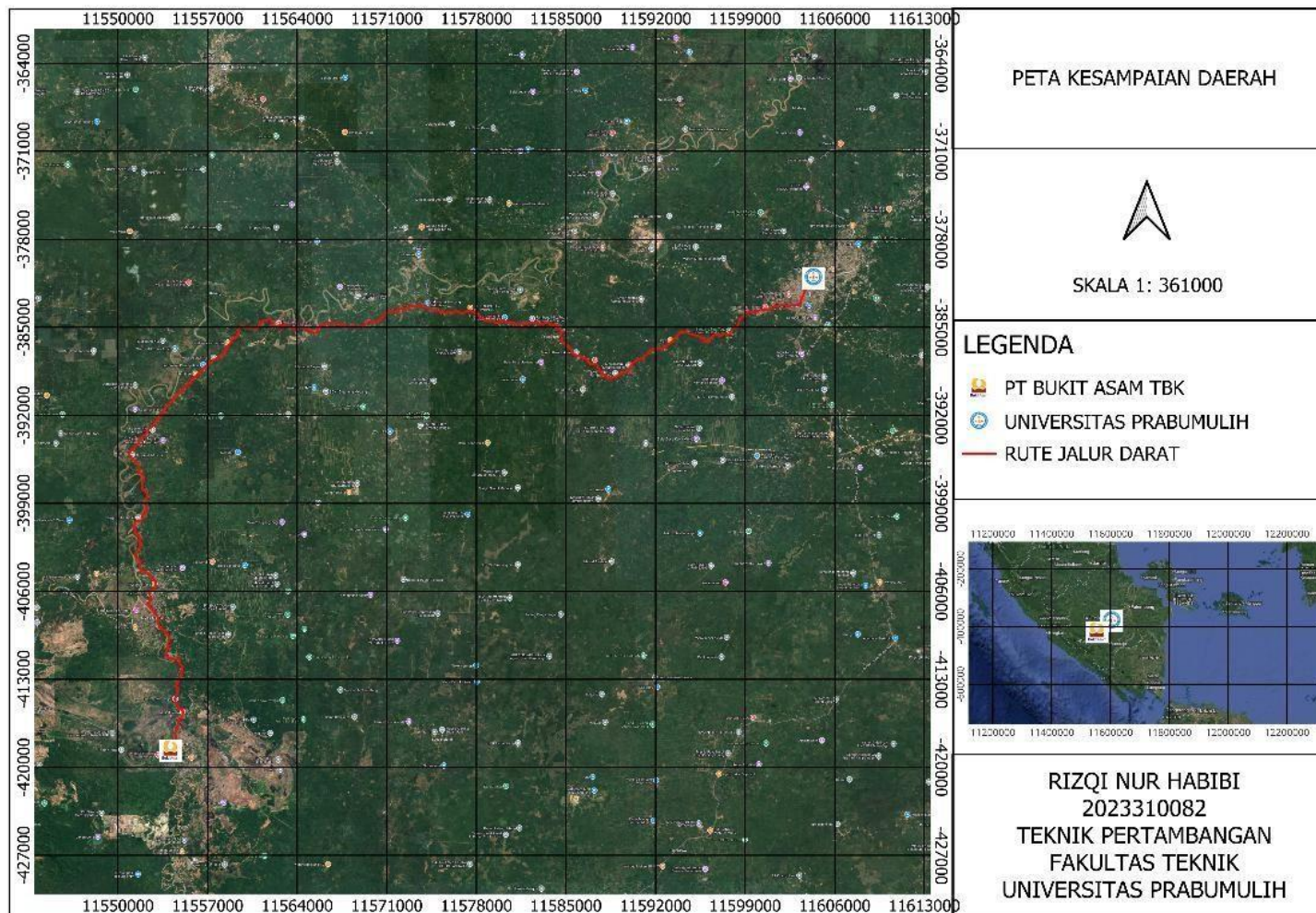
3. Tambang Banko Barat

Tambang Banko Barat saat ini terdiri atas Pit 1, Pit 2, Pit 3, Pit E. Pekerjaan penambangan Batubara dilakukan oleh swakelola dengan kontraktor PT Perusahaan Pengelola Aset (PPA) dan kontraktor PT Satria Bahana Sarana (SBS), Pama Persada Nusantara (PAMA) dengan menggunakan metode kombinasi antara *Excavator* dan *Dump Truck*. Nilai kalori Batubara yang terdapat di Banko Barat berkisar antara 5.900-6.300 kkal/kg (adb).

2.1.2 Lokasi Kesampaian Daerah

Wilayah PT BA terletak pada posisi $103^{\circ}50'54.978''$ BT dan $3^{\circ}45'1.510''$ LS *Universal Transverse Mecator* (UTM). Secara administrasi lokasi PT BA Tbk. di Desa Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Jarak tempuh lewat jalan raya ± 97 kilometer dari Kota Prabumulih. Akses menuju lokasi penelitian dapat ditempuh dengan jalur darat menuju ke Kota Muara Enim membutuhkan waktu tempuh selama $\pm 2,5$ jam. Selanjutnya dari Muara Enim untuk sampai ke Tanjung Enim dibutuhkan waktu tempuh ± 25 menit. Lokasi kesampaian daerah ditunjukkan pada Gambar 2.1 sebagai berikut.





Sumber: Penulis (2026)

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Batubara

Batubara merupakan batu sedimen organik yang dengan mudah dapat terbakar, berwarna coklat sampai dengan hitam terdiri dari karbon, hidrogen, nitrogen serta sedikit sulfur. Batubara terbentuk dari sisa tumbuhan yang terurai dan terkumpul dalam suatu daerah dengan kondisi banyak air, biasanya pada rawa-rawa. Batubara atau bahan bakar padat yang berwarna coklat hingga hitam terbentuk dari akumulasi sisa tumbuh-tumbuhan yang sudah tertimbun selama berjuta-juta tahun dalam lingkungan bebas oksigen dan suasana basa yang telah mengalami perubahan fisik dan kimia karena pengaruh panas serta tekanan yang berlangsung lama (Nurlela, 2015).

1. *Lignite*

Lignite merupakan Batubara yang paling lunak, menunjukkan kurang lebih struktur dari zat tumbuhan asli termasuk unsur kayunya. *Lignite* merupakan persentase karbon terikat terendah dari keempat golongan itu yaitu sekitar sekitar 30%. Warna Batubara jenis ini beraneka ragam dari coklat muda sampai dengan sangat tua.

2. *Sub-bituminous*

Sub-bituminous sedikit lebih tinggi kualitasnya dibandingkan *lignite*, memiliki kandungan karbon lebih tinggi dan kadar air lebih rendah. *Sub bituminous* merupakan Batubara lunak yang berwarna hitam dan tidak menunjukkan sedikitpun zat kayu jika dilihat dengan mata bias. Mempunyai misal 40% karbon terikat.

3. *Bituminous*

Bituminous merupakan Batubara muda, kekerasannya hampir menyerupai antrasit. Batubara *bituminous* berisi karbon terikat lebih dari 70%. Zat ini mudah tersulut api yang berwarna kuning. Menghasilkan asap dan bau, tergantung jumlah abu dan sulfur yang dikandungnya.

4. *Antrachite*

Antrachite Batubara ini sedikit lembab dan mungkin berisi lebih dari 90% karbon terikat, keras dan berwarna hitam mengkilap dengan kadar air

kurang dari 8%. Jika dibakar menghasilkan api biru dan tidak mengeluarkan asap serta hanya sedikit berbau karena pada dasarnya kadar abu dan sulfur yang rendah.

2.2.1.1. Proses Pembentukan Batubara

Proses pembentukan Batubara terdiri atas dua tahap, yaitu :

1. Tahap penggambutan, adalah tahap ketika sisa-sisa tumbuhan yang terakumulasi tersimpan dalam kondisi bebas oksigen (anaerobik) di daerah rawa dengan sistem penisiran (*drainage system*) yang buruk dan selalu tergenang air beberapa inci dari permukaan air rawa, selanjutnya oleh bakteri anaerobik, material tumbuhan itu diubah menjadi gambut (Nur, 2020).
2. Tahap pembatu baraan, merupakan proses diagenesis terhadap komponen organik dari gambut yang menimbulkan peningkatan temperatur dan tekanan sebagai gabungan proses biokimia, kimia dan fisika yang terjadi karena pengaruh pembebanan sedimen yang menutupinya dalam kurun waktu geologi (Nur, 2020).

2.2.1.2. Mine Brand dan Market Brand

PT BA mengklasifikasikan kualitas Batubara berdasarkan analisa proksimat batubara dan kalori batubara . Klasifikasi ini dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Mine Brand

Mine Brand adalah batubara dari hasil penambangan yang belum mengalami pengolahan.

Tabel 2. 1. *Mine Brand* Batubara PT BA.

<i>Mine Brand</i>	Kalori
MT-45	±4500 kkal/kg.ar
MT-47	±4700 kkal/kg.ar
MT-49	±4900 kkal/kg.ar
MT-43	±4300 kkal/kg.ar

Sumber: PTBA (2026)

2. Market Brand

Market brand adalah Batubara yang telah mengalami proses pengolahan sebelumnya di PT BA Tbk seperti dilakukannya *blending*

Tabel 2. 2. *Market Brand* Batubara PT BA Tbk

Market Brand	Kalori
Bukitasam - 45	±4500 kkal/kg.ar
Bukitasam - 50	±5000 kkal/kg.ar
Bukitasam - 55	±5500 kkal/kg.ar
Bukitasam - 64	±6400 kkal/kg.ar

Sumber: PTBA (2026)

2.2.2. Swabakar

Swabakar adalah salah satu fenomena yang terjadi pada Batubara pada waktu Batubara tersebut disimpan di *stockpile* dalam jangka waktu tertentu. Semua jenis dan kualitas Batubara memiliki potensi dalam mengalami gejala terjadinya swabakar. Namun, waktu yang dibutuhkan Batubara untuk mengalami pembakaran spontan berbeda-beda. Batubara dengan *rank* rendah memerlukan waktu yang lebih singkat untuk terbakar dibandingkan dengan Batubara dengan *rank* tinggi (Wahidah, 2022).

Terjadinya swabakar dimulai dengan adanya proses oksidasi. Oksidasi pada batubara merupakan proses di mana Batubara bereaksi dengan oksigen di udara dan menyebabkan perubahan kimia pada Batubara tersebut. Proses yang perlahan dan terus-menerus ini menyebabkan peningkatan suhu pada batubara yang mengakibatkan terjadinya swabakar, terutama karena sirkulasi udara dalam tumpukan di *stockpile* yang buruk, sehingga suhu terakumulasi hingga mencapai nyala api pada batubara. Tanda-tanda swabakar meliputi asap, perubahan warna batu bara, dan bau belerang di sekitar *stockpile*. Terjadinya nyala api dapat terjadi apabila elemen pemicunya terpenuhi, elemen-elemen ini diantaranya yaitu. *fuel* (bahan bakar), *oxygen* (oksigen/udara) dan *heat* (panas). Ketiga elemen inilah yang dapat mengakibatkan terpicunya proses oksidasi yang mengakibatkan terjadinya swabakar pada Batubara. Segitiga api merupakan teori yang menggambarkan

unsur-unsur yang diperlukan untuk terjadinya api.



Sumber: Analiser (2020)

2.2.2.1. Suhu Swabakar

Semua jenis batubara mempunyai kemampuan untuk mengalami terjadinya proses swabakar, akan tetapi besarnya suhu yang dibutuhkan dan waktu yang diperlukan untuk proses terjadinya swabakar Batubara ini tidak sama. Batubara yang golongannya tinggi memerlukan waktu yang cukup lama dan suhu yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan batubara yang mempunyai kelas yang lebih rendah dimana hanya memerlukan waktu yang lebih singkat.

Tabel 2. 3. Tahapan Risiko Swabakar

No	Tingkatan Risiko	Tahap	Kondisi
1	Rendah	Tahap 1	Batubara mengeluarkan uap
		Tahap 2	Batubara mengeluarkan kepulan asap putih setempat
2	Tinggi	Tahap 3	Batubara terbakar dengan belerang kuning
		Tahap 4	Batubara terbakar dengan api

Sumber: Sloss (2015)

2.2.3. Stockpile

Stockpile adalah area penyimpanan sementara yang digunakan untuk menimbun atau menumpuk material tambang seperti batubara, bijih, atau *overburden* sebelum material tersebut diproses, diangkut, atau dikirim kepada konsumen.

Dalam industri pertambangan batu bara, *stockpile* berfungsi sebagai tempat pengaturan kualitas (*blending*), buffer produksi, dan pusat distribusi. *stockpile* dapat berupa *open stockpile* (terbuka) atau *covered stockpile* (tertutup). Adapun fungsi *stockpile* antara lain adalah sebagai tempat menjaga *stock* dalam memenuhi permintaan konsumen, sebagai persediaan strategis terhadap gangguan yang bersifat jangka pendek maupun panjang dan sebagai tempat untuk pengiriman dan penimbunan sementara (Arta, 2019).

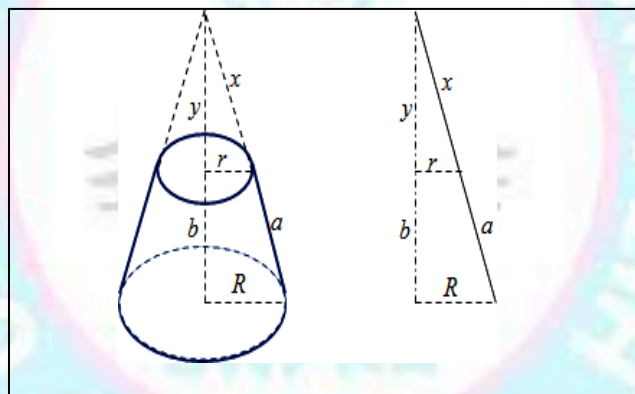
2.2.3.1. Desain *Stockpile*

Desain *stockpile* adalah perencanaan teknis area penyimpanan batubara sementara untuk menentukan kapasitas, tata letak dan fasilitas yang diperlukan guna mendukung operasi penambangan dan distribusi yang efisien dan aman. Pembuatan desain *stockpile* akan ditentukan dan tergantung pada beberapa hal diantaranya sebagai berikut:

1. Kapasitas volume batubara yang dikelola
Kapasitas penyimpanan batubara pada *stockpile* akan menentukan suatu desain pada *stockpile*. *Stockpile* yang memiliki kapasitas kecil dengan Batubara yang memiliki kapasitas besar mungkin akan berbeda, sedangkan pada *stockpile* yang kapasitasnya yang besar, dasar pada *stockpile* tersebut harus benar benar kokoh dan kuat untuk bisa menahan beban yang besar. Kalau tidak, *base stockpile* akan mengalami penurunan pada bagian tengah dan akan mengakibatkan Batubara yang diatasnya ikut turun dalam kondisi tersebut akan terjadi kehilangan batu bara.
2. Jumlah kelompok kualitas yang akan dijadikan main produk
 - a. Banyaknya jumlah produk yang akan dipisahkan menjadi patokan untuk menentukan luas *stockpile* yang diperlukan.
 - b. Semakin banyak jumlah produk yang akan dipisahkan maka akan semakin besar area yang diperlukan.
3. Fasilitas penumpukan dan pemuatan
 - a. Alat yang akan digunakan dalam suatu sistem Batubara pada *stockpile* juga akan mempengaruhi desain ataupun area *stockpile* yang akan digunakan.

- b. Dalam penggunaan *stacker reclaimer* pada sistem penumpukan ataupun pemuatan pembuatan desain dan sistem penumpukan memanjang.
- c. *Stacker reclaimer* juga untuk mempermudah dalam kegiatan pemisahan Batubara yang memiliki kualitas yang berbeda dan sekaligus juga untuk mempermudah dalam *blending* Batubara tersebut.

Namun demikian, prinsip-prinsip dalam pembuatan *stockpile* yang berorientasi pada pemeliharaan kualitas, serta berkaitan dengan wawasan lingkungan yang sama, baik itu *stockpile* yang berkapasitas kecil maupun *stockpile* berkapasitas besar. Bentuk bangunan atau dimensi *stockpile* bermacam-macam, tetapi yang biasa dijumpai adalah bentuk kerucut terpancung dan limas terpancung (Arta, 2019).

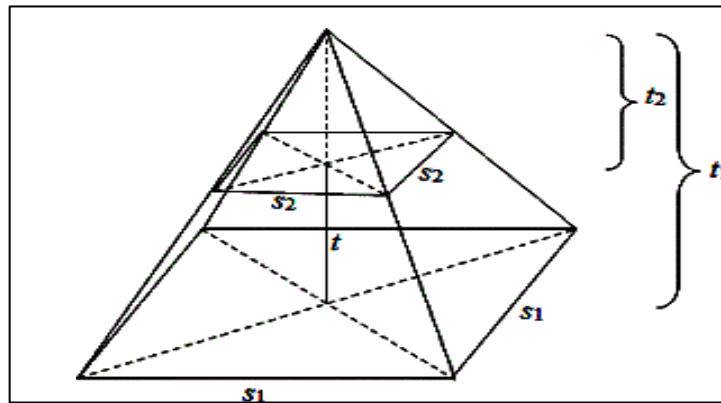


Sumber: Alfarisi (2017)

$$V = \frac{1}{3} \pi \cdot t(R^2 + r^2 + R + r) \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- V : volume kerucut terpancung (m^3)
t : tinggi kerucut (m)
r : Jari-jari lingkaran atas (m)
R : Jari-jari lingkaran bawah (m)



Sumber: Alfarisi (2017)

Gambar 2. 4. Limas Terpacung

$$V: \frac{1}{3} \cdot t (B + A + \sqrt{B + A}) \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

- V : volume limas (m^3)
- B : luas bidang bawah (m^2)
- t : tinggi limas (m)
- A : luas bidang atas (m^2)

2.2.3.2. Manajemen *Stockpile*

Manajemen *stockpile* adalah proses yang mencakup perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian, dan pengendalian sumber daya untuk mencapai tujuan secara efektif dan efisien. Efektivitas berarti tujuan tercapai sesuai rencana, sementara efisiensi menunjukkan bahwa tugas dilaksanakan dengan benar, terorganisir, dan sesuai dengan perencanaan. Dalam kaitannya dengan fungsi dari *stockpile* Batubara sebagai tempat penumpukan sementara maka diperlukan sistem manajemen *stockpile* yang tepat. Pada manajemen *stockpile* ada beberapa bagian yang perlu diperhatikan antara lain sebagai berikut (Analiser, 2020):

1. Pembuatan permukaan dasar *Stockpile*

Dasar dari *stockpile* harus menggunakan material *bedding coal* yang cukup kuat untuk mendukung berat tumpukan batu bara. Selain itu, desain permukaan dasar sebaiknya sedikit cembung agar proses drainase berlangsung dengan efektif. Hal ini bertujuan untuk mencegah genangan air di bagian tengah *stockpile* saat hujan,

sehingga air bisa mengalir menuju sistem drainase.

2. Pembuatan saluran air di sekeliling *Stockpile*

Untuk mengalirkan air yang berada di tumpukan batu bara, baik yang berasal dari air hujan, maupun yang berasal dari penyemprotan air, disekeliling area *stockpile* tersebut harus dibuat paritan atau saluran air yang akhirnya akan dialirkan kolam pengendapan.

3. Pembuatan *wind shield* atau penangkal angin

Angin yang bertiup dari *stockpile* dapat mengakibatkan kerusakan pada tumpukan Batubara di *stockpile*. Angin yang bertiup kearah tumpukan Batubara akan mempercepat terjadinya oksidasi batu bara, yang akan berlanjut pada terjadinya pemanasan pada tumpukan Batubara tersebut. Apabila hal ini tidak dapat dikendalikan maka akan berakhir dengan terjadinya pembakaran spontan.

4. Tanggul Pemisah

Pada *stockpile* harus terdapat tanggul pemisah yang difungsikan sebagai pembatas antara area *Stockpile* dengan batas jalan untuk alat mekanis seperti *Dump Truck*, *Bulldozer* dan *Excavator*



Sumber: Dokumentasi Penulis(2026)

2.2.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Swabakar

Adapun beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya swabakar pada tambang batubara di area *Stockpile* (Sarmidi, 2024):

1. Lamanya Penumpukan

Lamanya penumpukan semakin lama Batubara ditumpuk, semakin banyak panas yang terakumulasi dalam tumpukan karena meningkatnya volume udara yang terperangkap, sehingga mempercepat proses oksidasi.

2. Tingginya Penumpukan

Ketinggian tumpukan berpengaruh terhadap potensi terjadinya swabakar. Tumpukan yang terlalu tinggi akan menyerap lebih banyak panas karena kemiringan yang terbentuk menjadi lebih panjang, sehingga area yang tidak padat menjadi lebih luas. Hal ini menyebabkan terjadinya oksidasi pada Batubara semakin besar yang meningkatkan kemungkinan terjadinya swabakar atau pembakaran spontan.

3. Suhu Cuaca

Semua jenis Batubara memiliki potensi untuk mengalami swabakar, tetapi suhu yang dibutuhkan dan waktu yang diperlukan berbeda-beda. Batubara yang memiliki peringkat lebih tinggi dan memerlukan waktu yang lebih lama dan suhu yang lebih tinggi untuk mengalami swabakar dibandingkan Batubara kelas rendah, yang memerlukan waktu yang singkat.

4. Posisi Tumpukan *Stockpile*

Area *stockpile* harus bebas dari material yang mudah terbakar seperti kayu dan sampah. posisi *stockpile* juga perlu memperhatikan arah angin. Dengan mengetahui arah angin, penempatan *stockpile* sebaiknya tidak menghadap langsung ke arah angin, terutama pada sisi yang lebih luas dan panjang, untuk mengurangi risiko terjadinya oksidasi pada tumpukan.

5. Kecepatan dan Arah Mata Angin

Kecepatan dan arah mata angin mempengaruhi potensi terjadinya swabakar. Sisi tumpukan yang terkena angin lebih berisiko mengalami swabakar karena semakin banyak udara yang berinteraksi dengan permukaan tumpukan, yang meningkatkan oksidasi. Oleh karena itu, pengukuran kecepatan dan arah angin di titik-titik tertentu sangat penting dilakukan

6. Sudut *slope* timbunan di *Stockpile*

Sudut yang dibentuk oleh suatu tumpukan Batubara pada timbunan *stockpile* sebaiknya lebih kecil dari *angle of repose* timbunan Batu bara. Umumnya material yang berukuran kasar memiliki *angle of repose* yang lebih besar bila dibandingkan dengan material berukuran halus. Sudut timbunan Batubara pada *stockpile* yang cukup ideal, yaitu 38°.

Tabel 2. 4. *Angle Of Repose*

No	Material	<i>Angle of Repose</i>
1	Clay, ditambang	30° - 40°
2	Coal, dari tambang	38°
3	Graver, dari tambang	38°
4	Limestone, dari tambang	30° - 40°
5	Bijih mangan	39°
6	Batuan, bongkah	20° - 29°
7	Pasir kering	35°

Sumber: Sloss (2015)

Sudut tumpukan *stockpile* yang ideal dan aman, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

y = Nilai tinggi suatu bidang(m)

x = Nilai Panjang suatu bidang (m)

α = Nilai sudut suatu bidang (°)

7. Kualitas Batu bara

Kualitas Batubara juga dapat mempengaruhi faktor faktor terjadinya swabakar, setiap jenis dan kualitas Batubara memiliki potensi untuk mengalami gejala swabakar, namun karakteristik kualitas yang berbeda akan menentukan seberapa cepat proses tersebut terjadi. Semakin rendah *rank* batu bara, semakin "haus" Batubara tersebut akan oksigen, yang memicu kenaikan suhu secara alami.

2.2.5. Metode Pencegahan Terjadinya Swabakar

Untuk mencegah terjadinya proses swabakar pada timbunan Batubara harus dilakukan beberapa penanganan yang baik, seperti:

1. Penerapan Manajemen *first in-first out* (FIFO)

Manajemen FIFO perlu diterapkan di setiap *stockpile*, tujuannya adalah memastikan Batubara yang pertama kali ditumpuk juga yang pertama digunakan, sehingga tidak terlalu lama terekspos udara, semakin lama Batubara tersimpan, semakin besar kemungkinan terjadi oksidasi yang berujung pada pembentukan panas internal (Hardianti, 2018). Sistem pembongkaran terdapat 2 macam yaitu, *first in first out* (FIFO) adalah sistem FIFO merupakan sistem penumpukan dan pembongkaran Batubara yang pertama kali ditumpuk merupakan Batubara yang paling awal diambil. Karena pada dasarnya, semakin lama Batubara terekspos dengan udara, akan semakin besar kemungkinan Batubara tersebut mengalami oksidasi yang berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya swabakar, kedua Sistem *last in first out* (LIFO) adalah Sistem LIFO merupakan sistem penumpukan dan pembongkaran Batubara dimana Batubara yang terakhir kali ditumpuk merupakan tumpukan Batubara yang paling awal diambil. Pada sistem ini kegiatan penumpukan dilakukan sesuai dengan jadwal, akan tetapi kegiatan pengiriman tumpukan dilakukan pada Batubara yang terakhir ditumpuk, sehingga pola ini memungkinkan Batubara bagian bawah akan tertumpuk lama.

2. Pemantauan suhu timbunan

Pemantauan suhu timbunan dilakukan secara berkala yaitu dua kali dalam satu hari, terutama pada Batubara yang telah tertimbun lama, suhu dan titik pengamatan dicatat dan data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui ada tidaknya gejala akan terjadinya swabakar. Memperhatikan tanda-tanda awal terjadinya swabakar adalah hal yang sangat penting dalam upaya pencegahan swabakar. Namun pada saat melakukan penelitian, pemantauan suhu timbunan tidak dilakukan secara berkala karena alat yang akan digunakan tidak tersedia (Hardianti, 2018).

3. Pemadatan secara berkala

Pada saat penelitian pemadatan secara berkala tidak dilakukan karena akan menambah biaya yang cukup besar. Pemadatan hanya dilakukan satu hari satu kali dengan menggunakan Bulldozer pada setiap *stockpile* dengan tujuan pengontrolan dan pencegahan terjadinya swabakar, sehingga pada *stockpile* tersebut tidak kembali terjadi swabakar (Hardianti, 2018).

4. Mengurangi ketinggian timbunan

Tujuan untuk mengurangi ketinggian timbunan adalah untuk mengurangi angin yang menerpa *stockpile*, semakin luas permukaan yang diterpa angin semakin besar tingkat oksidasi yang terjadi yang berarti semakin besar pula kemungkinan untuk terjadinya swabakar (Hardianti, 2018).

5. Mengurangi sudut *slope* timbunan

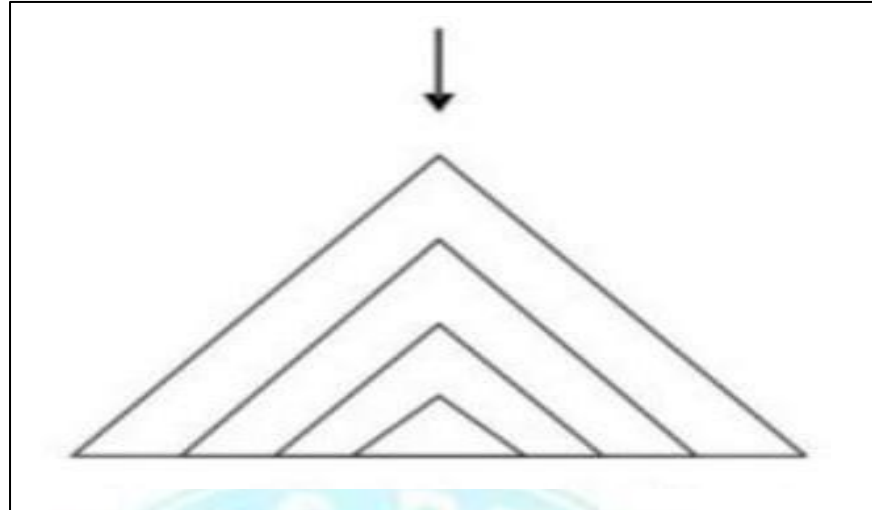
Penanganan Batubara yang perlu diperhatikan adalah sudut *slope* timbunan batu bara, hal ini dimaksudkan untuk mengurangi efek angin yang menerpa timbunan batu bara, dengan melandaikan permukaan timbunan maka mengurangi penetrasi angin atau oksigen masuk ke dalam timbunan batu bara, karena dengan sudut yang aerodinamis angin yang menerpa pada timbunan Batubara seolah-olah dibelokkan ke atas sehingga tidak terjadi turbulensi angin di sekitar batu bara, hal ini akan mengurangi tingkat oksidasi yang terjadi terhadap timbunan Batubara (Hardianti, 2018).

6. Pola Penimbunan

Pola penimbunan yang umum dilakukan di dalam kegiatan pertambangan adalah dengan metode penimbunan terbuka yang merupakan penumpukan material di atas permukaan tanah secara terbuka dengan ukuran sesuai tujuan dan proses yang digunakan. Terdapat beberapa pola penimbunan *open stockpile* antara lain sebagai berikut (Fathoni, 2017):

a. *Cone Ply*

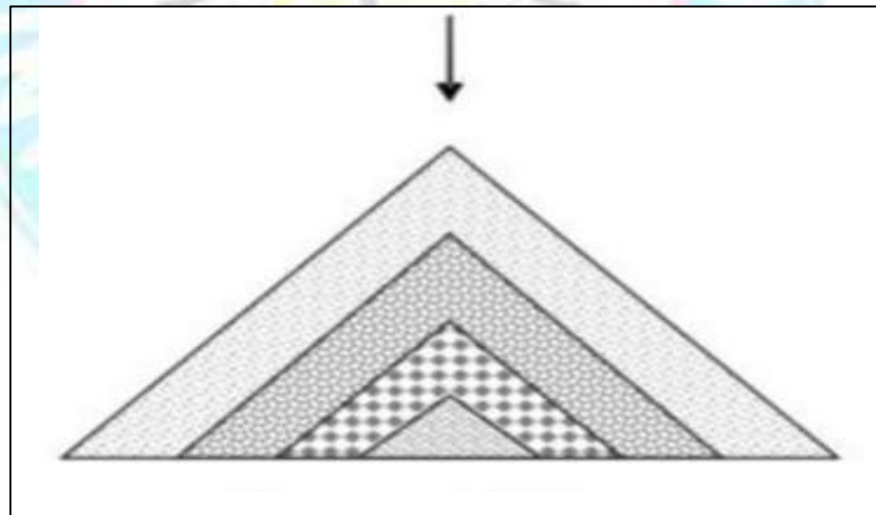
Merupakan pola dengan bentuk kerucut pada salah satu ujungnya sampai tercapai ketinggian yang dikehendaki dan dilanjutkan menurut panjang *stockpile*. Pola ini menggunakan alat curah, seperti *stacker reclaimer*



Sumber: Utamakno (2017)

b. *Chevron*

Merupakan pola dengan menempatkan timbunan satu baris material, sepanjang *stockpile* dan tumpukan dengan cara bolak balik hingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Pola ini baik untuk alat curah seperti *belt conveyor* atau *stacker reclaimer*

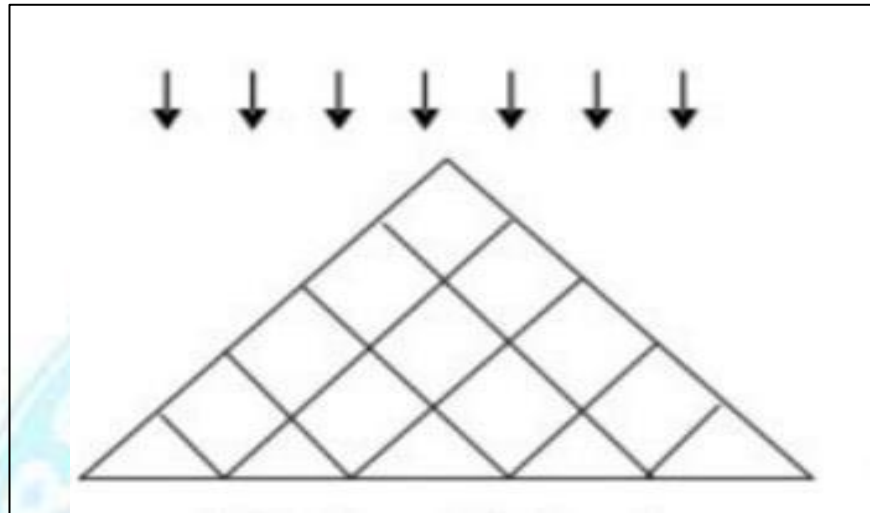


Sumber: Utamakno (2017)

c. *Chevcon*

Merupakan pola penimbunan dengan kombinasi antara pola penimbunan *chevron* dan pola penimbunan *cone ply*. *Chevcon* merupakan pola penumpukan berbentuk limas terpancung.

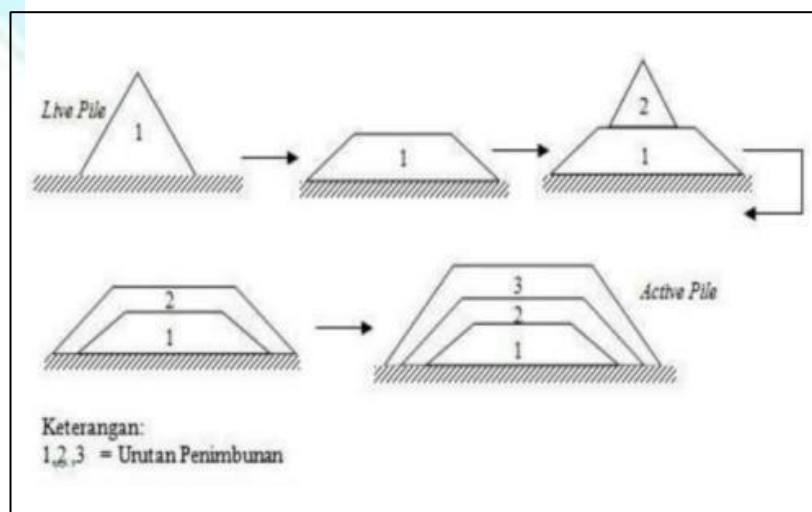
Pembentukan tumpukan ini dapat menggunakan alat *dozer*, *backhoe*, dan *wheel loader*. *Stockpile* pola chevcon berada dekat front. Keunggulannya adalah mempunyai kapasitas yang besar untuk *stockpile* dan tempat persediaan yang strategis.



Sumber: Utamakno (2017)

d. *Windrow*

Merupakan pola dengan tumpukan dalam baris sejajar sepanjang lebar *stockpile* dan diteruskan sampai ketinggian yang dikehendaki tercapai. Umumnya alat yang digunakan *backhoe*, *bulldozer*, dan *loader*.



Sumber: Utamakno (2017)

Gambar 2. 9. Pola Penimbunan *Windrow*

2.2.6. Metode Penanggulangan Ketika Terjadinya Swabakar

Masalah pembakaran spontan adalah masalah yang harus di tangani dengan serius karena masalah ini selain mengakibatkan kerugian yang tidak kecil, juga akan mengakibatkan kerusakan lingkungan termasuk membahayakan kesehatan apabila asap yang keluar dari pembakaran Batubara terhisap (Hardianti, 2018). Untuk mencegah atau memperkecil kerugian yang akan di dapat akibat pembakaran spontan pada area *stockpile* yaitu terdapat beberapa cara:

1. Segregasi

Segregasi/pemisahan dari Batubara berukuran besar di sekeliling dasar tumpukan Batubara harus dihindari atau Batubara yang berukuran besar di pecahkan menggunakan *bucket excavator* karena akan membantu pergerakan bebas dari udara. Sehingga udara dapat melakukan penetrasi ke dalam timbunan Batubara yang akan memicu terjadinya oksidasi. Apabila penetrasi udara terjadi secara terus menerus temperatur timbunan akan meningkat dan akhirnya akan memicu terjadinya swabakar. Oleh karena itu, cara efektif selain dilakukan pemecahan Batubara berukuran butiran besar maka dilakukan penggunaan Batubara halus yang berukuran satu hingga tiga milimeter untuk melapisi permukaan suatu *stockpile* Batubara berukuran besar agar dapat mengurangi penetrasi udara.

2. Memadatkan permukaan yang menghadap ke arah angin

Untuk menyimpan Batubara yang relatif lama, baik Batubara golongan rendah maupun Batubara golongan tinggi, sebaiknya setiap *slope* tumpukan dipadatkan, khususnya yang menghadap ke arah angin. Bahwa pemadatan permukaan berarti mengurangi penetrasi oksigen kedalam tumpukan Batubara dalam tumpukan tersebut, pemadatan harus dilakukan secara berkala pada lapisan timbunan Batubara dengan ketebalan antara 0,5 sampai satu meter. Pemadatan juga diperlukan untuk menjaga kualitas dan memperkecil risiko swabakar pada *stockpile* dalam waktu yang lama. Untuk pemadatan permukaan menghadap kearah angin yang dipadatkan dengan menggunakan *excavator dan wheel loader*.

3. Mengurangi ketinggian *Stockpile*

Tujuan mengurangi ketinggian *stockpile* adalah untuk mengurangi *impact* dari angin yang menerpa *stockpile*. Semakin besar luas permukaan yang diterpa angin semakin besar tingkat oksidasi yang terjadi, yang berarti pula semakin besar kemungkinannya untuk terjadinya swabakar atau pembakaran spontan, mengurangi ketinggian *stockpile* dapat dengan luasan penumpukan diperbesar. Apabila luasan area *stockpile* tidak mencukupi, maka pemadatan harus dilakukan. Pemadatan *stockpile* dapat dilakukan *layer by layer* atau *single compaction*. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi *impact* angin yang menerpa tumpukan batu bara. Dengan melandaikan bagian permukaan yang menghadap ke arah angin, berarti juga mengurangi penetrasi angin atau oksigen masuk ke dalam tumpukan.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Rencana pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 4 bulan, yaitu mulai Maret sampai dengan Juni. Rencana pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan secara jelas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. 1. Lokasi dan Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Jadwal pelaksanaan			
		1	2	3	4
1.	Studi observasi lapangan				
2.	Penyusunan Tugas Akhir				
3.	Pengumpulan refrensi data-data terkait				
4.	Melakukan observasi lapangan				
5.	Pengolahan data				
6.	Analisi data				
7.	Konsultasi dan bimbingan				

Sumber: Penulis (2026)

3.2. Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan pada saat mengambil data yang dibutuhkan untuk keperluan Penelitian ini adalah:

1. Observasi Lapangan

Observasi lapangan merupakan bagian dari data pendukung yang berhubungan dengan permasalahan yang ada biasanya dilakukan dengan cara melakukan wawancara kepada para karyawan-karyawan di perusahaan, guna mengumpulkan informasi dan data pada kegiatan kegiatan penambangan khususnya pada area *Stockpile*, serta melakukan pengamatan secara langsung terhadap kegiatan tersebut. Tujuan dari observasi langsung sebagai mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data dapat berupa data primer dan data sekunder.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan kajian referensi berasal dari buku, jurnal, atau artikel ilmiah lainnya yang berkaitan dengan tujuan penelitian Tugas Akhir.

3. Pengambilan data aktual primer dan sekunder

Data-data yang dibutuhkan sebagai berikut:

- a. Data primer adalah data yang didapat dengan melakukan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Data primer ini adalah data yang bersifat variabel dan berubah misalnya yaitu :

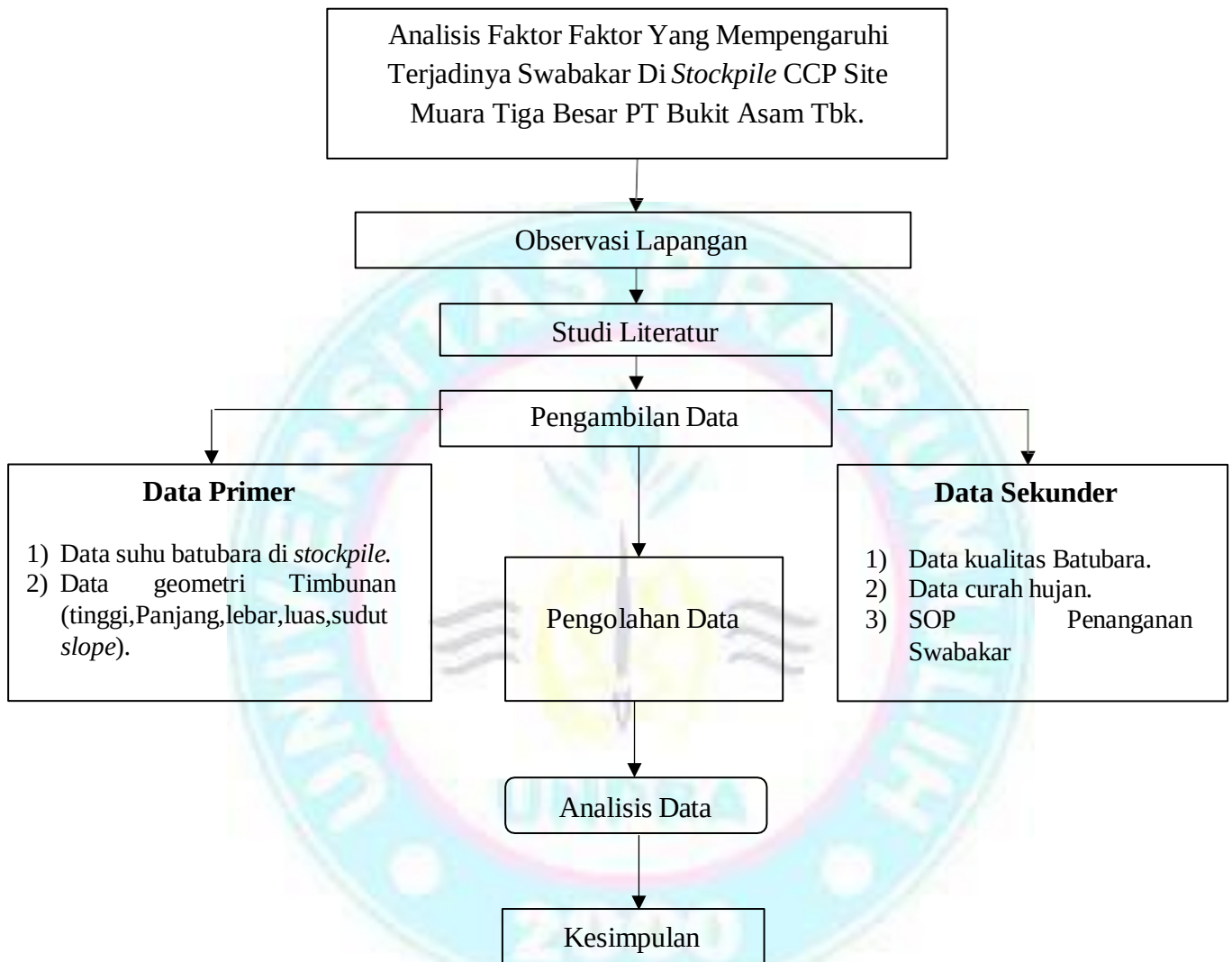
- 1) Data suhu batubara di *stockpile*.
- 2) Data geometri timbunan (tinggi, Panjang, lebar, luas, sudut *slope*)

- b. Data sekunder adalah data yang didapat di lapangan yang pada dasarnya sudah ada. Data ini bisa didapat baik dari sumber berupa literatur atau dari instansi yang terkait di perusahaan. Pengambilan data tergantung dari jenis data yang dibutuhkan diantaranya:

- 1) Data kualitas batu bara.
- 2) Data curah hujan.
- 3) SOP Penanganan Swabakar

3.2.1. Bagan Alir Penelitian

Pengolahan data dapat dilakukan dengan meneliti hasil di lapangan. Untuk memperjelas tahapan pengolahan data buat diagram alir pengolahan data



Sumber: Penulis (2026)

3.3. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.3.1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan tahapan penting dalam penelitian untuk memperoleh informasi yang akurat dan sesuai dengan tujuan penelitian. Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode, yaitu observasi lapangan, pengukuran langsung, wawancara, serta dokumentasi dan studi literatur. Data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dan data sekunder yang berkaitan dengan faktor-faktor penyebab terjadinya swabakar pada *stockpile* batubara di CCP Site Muara Tiga Besar PT BA

3.3.2. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kondisi *stockpile* batubara yang berada di area CCP Site Muara Tiga Besar PT BA, yang berpotensi mengalami swabakar. Populasi ini mencakup seluruh titik pengamatan pada timbunan batu bara, termasuk variabel-variabel yang mempengaruhi seperti suhu, lama penimbunan, tinggi timbunan, serta kondisi lingkungan di sekitar *stockpile*.

3.3.3. Sampel

Penentuan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu metode pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Penggunaan teknik *purposive sampling* dilakukan karena kondisi *stockpile* Batubara di area CCP Site Muara Tiga Besar PT BA memiliki karakteristik yang berbeda-beda, sehingga tidak seluruh populasi dijadikan objek penelitian, melainkan dipilih beberapa titik yang dianggap dapat mewakili kondisi lapangan, khususnya yang berkaitan dengan potensi terjadinya swabakar. Dengan pemilihan sampel ini diharapkan dapat mewakili kondisi sebenarnya di lapangan sehingga hasil penelitian dapat menggambarkan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya swabakar secara lebih akurat.

3.4. Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan setelah seluruh data lapangan dan data pendukung terkumpul. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan metode kuantitatif dengan persamaan dan disajikan dalam bentuk tabel dan

grafik sehingga Adapun tahapan pengolahan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Editing* data (pemeriksaan data)

Data yang telah dikumpulkan dari hasil observasi dan pengukuran diperiksa kembali untuk memastikan kelengkapan, kejelasan, dan kesesuaian data dengan kebutuhan penelitian. Data yang tidak lengkap atau tidak relevan akan diperbaiki atau dieliminasi.

2. Klasifikasi Data

Data yang telah melalui proses editing kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis variable penelitian, seperti:

- a. Data suhu Batubara di *Stockpile*
- b. Data Geometri Timbunan (Tinggi, Panjang, Lebar, luas, sudut *slope*)

3. Tabulasi Data

Data yang telah diklasifikasikan kemudian disusun dalam bentuk tabel untuk mempermudah pembacaan dan analisis. Penyajian data dalam bentuk tabel bertujuan untuk melihat pola hubungan antar variabel yang diteliti.

4. Pengolahan Data Kuantitatif

Data numerik seperti suhu batubara di *stockpile* diolah menggunakan perhitungan seperti:

- a. Nilai rata-rata (*mean*)
- b. Nilai Maksimum dan Minimum

5. Pengolahan Data Kualitatif

hasil observasi dianalisis dengan cara mendeskripsikan kondisi aktual di lapangan, kemudian dikaitkan dengan teori yang relevan mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya swabakar di *Stockpile*.

6. Penyajian Data

Data yang telah diolah disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan uraian deskriptif untuk mempermudah interpretasi dan analisis lebih lanjut.

3.5. Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif, yaitu dengan cara:

1. Analisis Deskriptif Kuantitatif

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran seperti suhu, tinggi timbunan, dan lama penimbunan akan diolah dan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, atau diagram. Data tersebut kemudian dianalisis untuk melihat hubungan antara variabel-variabel yang mempengaruhi terjadinya swabakar.

2. Analisis Deskriptif Kualitatif

Hasil observasi dianalisis untuk menjelaskan kondisi di lapangan serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya swabakar.

3. Evaluasi Faktor Penyebab

Mengidentifikasi faktor dominan yang paling berpengaruh terhadap terjadinya swabakar berdasarkan data lapangan dan teori yang ada.

Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk menarik Kesimpulan serta memberikan rekomendasi terkait upaya pencegahan dan penanggulangan swabakar di area *stockpile*.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Swabakar

Analisis faktor penyebab swabakar di *Temporary Stockpile* CCP dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor internal, faktor operasional, faktor lingkungan, dan faktor manajemen.

4.1.1. Faktor Internal

Tabel 4. 1. Kualitas Batubara PT BA

BRAND		TM	IM	ASH		VM		FC		TS		GCV	
		%AR	%ADB	%ADB	%AR	%ADB	%AR	%ADB	%AR	%ADB	%AR	ADB	AR
M T 49	MI N	24,70	9,63	1,70	1,33	37,07	30,17	26,69	23,32	0,19	0,16	5.340	4.503
	MAX	34,24	19,54	18,33	16,02	43,06	36,34	43,42	36,52	1,58	1,39	6.184	5.208

Sumber: PT BA (2026)

Data kualitas Batubara MT-49, diketahui bahwa *Total Moisture* berkisar antara 24,70% - 34,24%, itu cukup terbilang tinggi, bisa mempercepat oksidasi dan reaksi eksoterm (reaksi panas yang terkandung dalam Batubara dan reaksinya dengan oksigen yang bisa mengeluarkan suhu yang lebih panas). Menurut (Muchjhibi, 2017), *volatile matter* nya berkisar antara 37,07%-43,06% juga terbilang tinggi yang artinya Batubara lebih reaktif. *Fixed Carbon* nya berkisar antara 26,69%-43,42% masih dalam *range*, tapi kombinasi dengan VM (37%-43%) itu termasuk tinggi dan terbilang reaktif. *Total sulfur* (TS) nya berkisar 0,19%-1,58% tergolong tidak ekstrem, akan tetapi tetap punya kontribusi oksidasi (Muchjhibi, 2017).

4.1.2. Faktor Operasional

Faktor operasional juga dapat mempengaruhi terjadinya swabakar, ditinjau dari geometri timbunan, *Temporary Stockpile CCP* menggunakan pola penimbunan *chevcon*, dengan dimensi sebagai berikut: Panjang lantai bawah 50 m, lebar lantai bawah 30m dan memiliki luas 1.500 m², Panjang lantai atas 30 m, lebar lantai atas 20 m dan memiliki luas 600 m², Tinggi tumpukan 3 m, sudut *slope* 30°, Panjang horizontal 5 m. berpotensi menyebabkan terperangkapnya panas di bagian dalam tumpukan, mengingat sirkulasi udara pada tumpukan yang lebih dalam cenderung terbatas sehingga panas hasil oksidasi tidak dapat terdisipasi secara optimal. Akan tetapi, dengan dilakukan kegiatan pemadatan dan penerapan sistem FIFO yang optimal, waktu tinggal batubara menjadi sangat singkat sehingga panas yang dihasilkan dari proses oksidasi tidak sempat terakumulasi secara signifikan



Sumber: Dokumentasi Penulis (2026)

4.1.3. Faktor Lingkungan

Berdasarkan data curah hujan bulan Maret Tahun 2026, total curah hujan mencapai 135,3 jam, dengan beberapa hari menunjukkan intensitas hujan yang tinggi. Kondisi ini berpengaruh terhadap penurunan suhu timbunan serta membantu menjaga kelembaban batu bara. Namun demikian, pengaruh curah hujan bersifat sementara karena setelah kondisi kering, proses oksidasi kembali berlangsung. Berdasarkan data pengukuran angin Secara keseluruhan, kondisi angin di area

Temporary Stockpile menunjukkan karakteristik sebagai berikut: kecepatan angin maksimum berkisar 3 m/s secara konsisten sepanjang bulan, dengan nilai tertinggi 4 m/s sedangkan kecepatan angin rata-rata berada pada rentang 1 – 2 m/s. Arah angin dominan selama seluruh periode pengamatan secara konsisten berasal dari arah Utara.

4.1.4. Faktor Manajemen

Faktor manajemen merupakan determinan utama yang mengendalikan perilaku teknis Batubara di area penimbunan. Meskipun swabakar secara alamiah adalah reaksi kimia antara oksigen dan karbon, faktor manajemen berperan sebagai sistem kendali yang seharusnya memutus rantai reaksi tersebut melalui serangkaian kebijakan dan tindakan operasional.



Sumber: Departemen *Mining Operation* (2026)

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun faktor internal, operasional, dan lingkungan tetap berkontribusi terhadap potensi peningkatan suhu, faktor manajemen memiliki peran yang paling dominan dalam mengendalikan temperatur timbunan dan meminimalkan risiko terjadinya swabakar.

4.1.5. Pengukuran Temperatur Timbunan

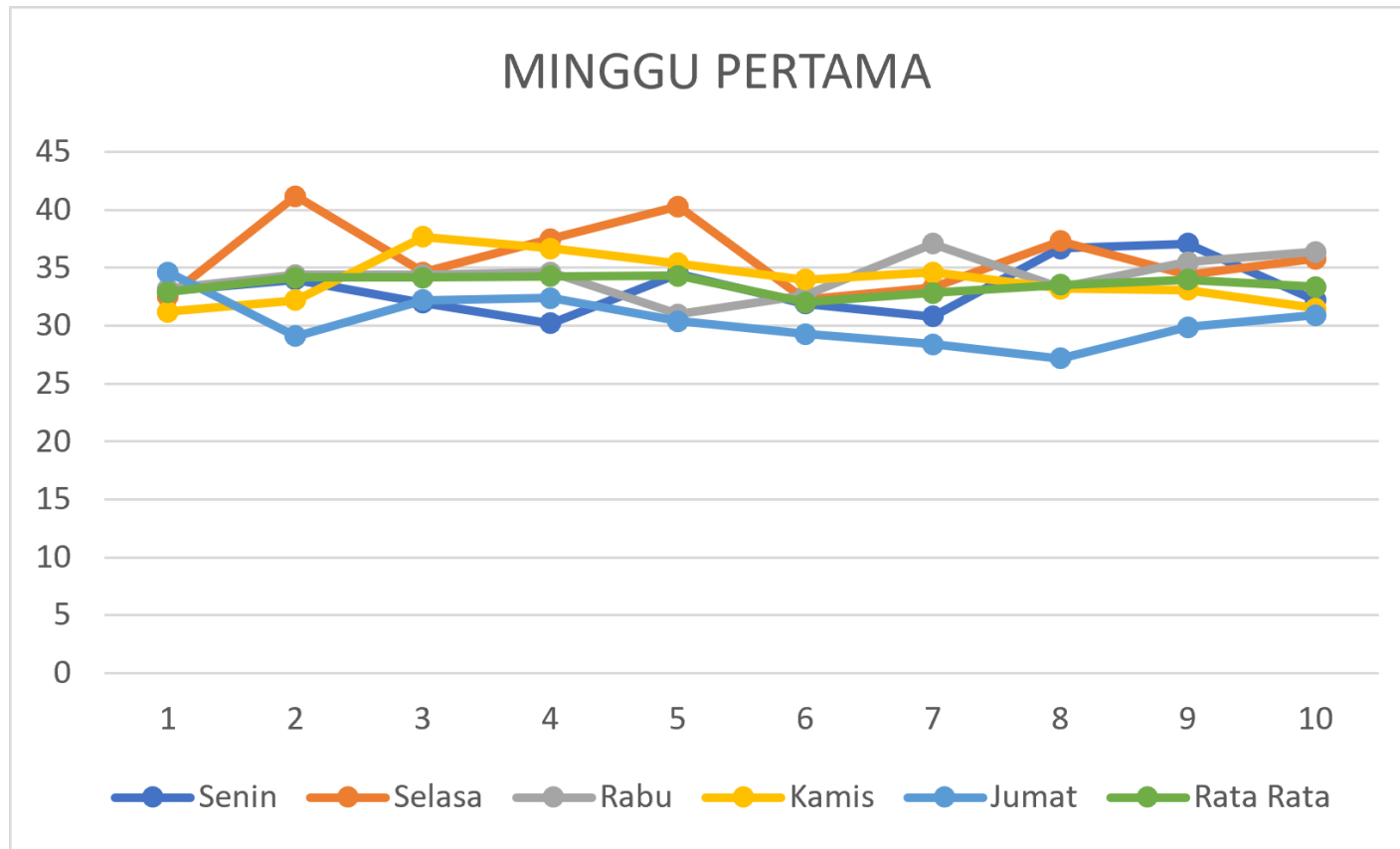
Pengukuran temperatur timbunan dilakukan untuk mengetahui awal kenaikan suhu, sehingga tindakan pencegahan dapat segera dilakukan sebelum

suhu mencapai titik sulut dan menimbulkan masalah yang lebih serius. Pengukuran suhu dilakukan selama 15 hari pada kedalaman 30cm untuk Batubara normal, apabila Batubara mengalami kenaikan temperatur hingga mencapai titik nyala api, maka pengukuran dilakukan pada permukaan. Setiap harinya terdapat 10 titik pengamatan, dimana posisi titik pengukuran selalu bergeser dari titik sebelumnya, begitupun di hari berikutnya. Pengukuran ini menggunakan alat *Thermocouple*.



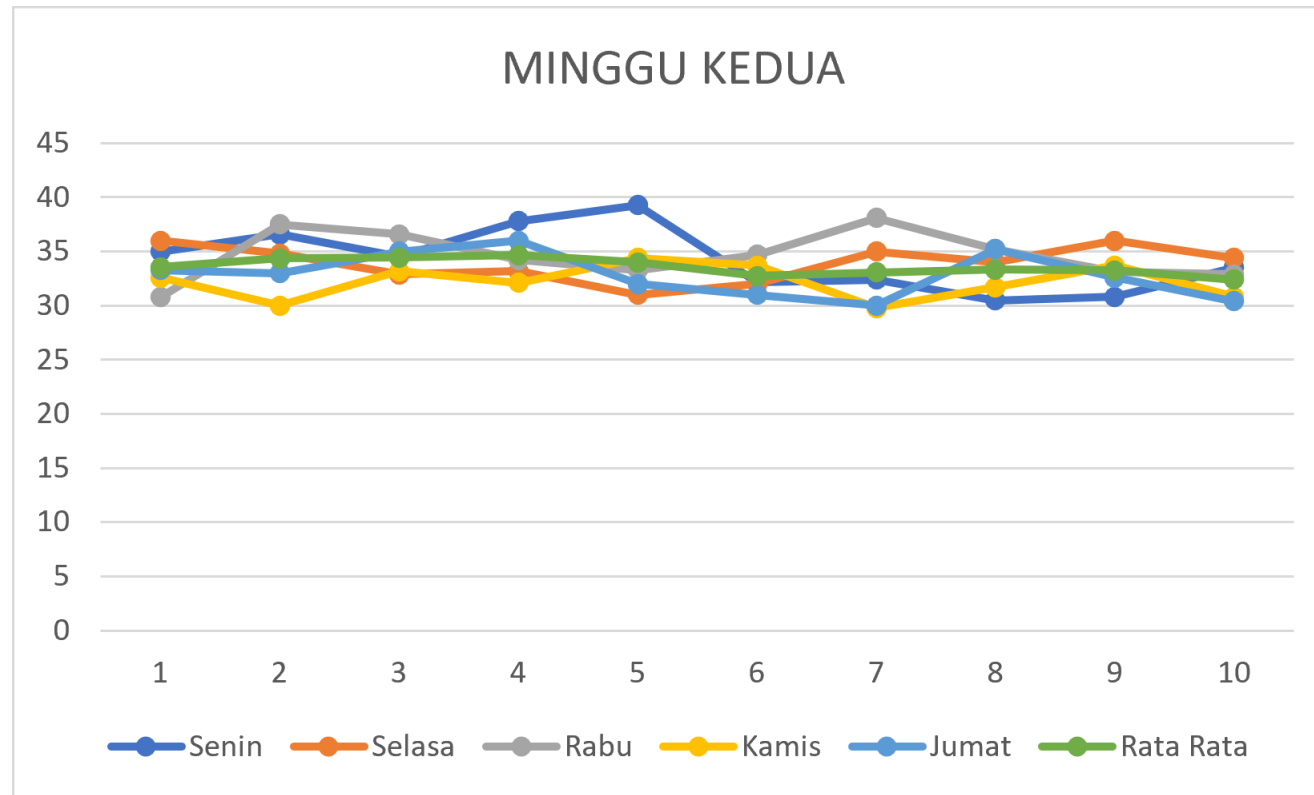
Sumber: Dokumentasi Penulis (2026)

Pengukuran ini dilakukan di *Temporary Stockpile* CCP SITE Muara Tiga Besar PT BA. Pengukuran ini menggunakan alat *Thermocouple* selama 15 hari pada kedalaman 30 cm di 10 titik *Temporary Stockpile* CCP SITE Muara Tiga Besar PT BA. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.5, 4.6, 4.7 berikut.



Sumber: Hasil Olahan Data (2026)

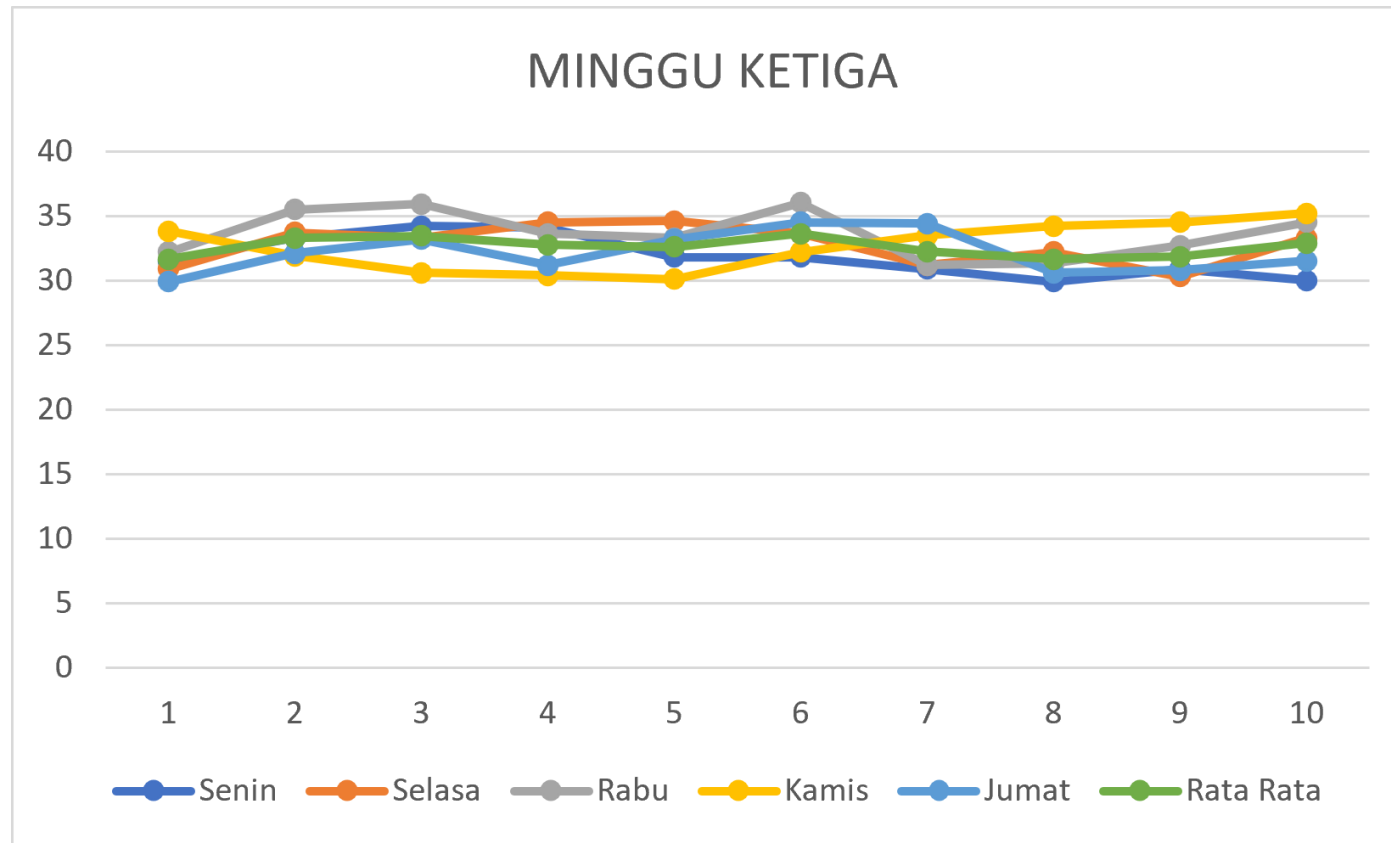
Keterangan Gambar: Minggu pertama tercatat sebagai periode dengan variasi suhu paling ekstrem. Hal ini terlihat jelas pada Hari Selasa, di mana terjadi lonjakan suhu yang signifikan di hampir seluruh titik pengamatan. Titik 2 mencapai angka tertinggi sebesar 41,2 °C, disusul oleh Titik 5 (40,3 °C). Anomali ini menunjukkan adanya paparan panas yang jauh di atas rata-rata normal mingguan (32-34 °C), yang disebabkan oleh faktor lingkungan eksternal yang intens pada hari tersebut.



Sumber : Hasil Olahan Data (2026)

Gambar 4. 5. Grafik Pengukuran Temperatur Timbunan Minggu Kedua

Keterangan gambar : Pada minggu kedua, suhu cenderung lebih stabil dibandingkan minggu sebelumnya, namun tetap berada pada level yang relatif tinggi. Konsentrasi panas tertinggi bergeser ke hari senin, khususnya pada Titik 5 yang mencatatkan suhu 39,3°C. Meskipun tidak ada titik yang menembus angka 40°C seperti di minggu pertama, rata-rata akumulasi suhu pada minggu ini terlihat sedikit lebih "tebal" di kisaran 33°C hingga 35°C, menandakan akumulasi panas yang konsisten di area pengamatan.



Sumber: Hasil Olahan Data Penulis (2026)

Keterangan Gambar: Pada minggu ketiga menunjukkan penurunan suhu. Secara visual, bar grafik pada periode ini jauh lebih landai. Mayoritas suhu titik pengamatan bergerak di bawah 35 °C. Rata-rata suhu mingguan stabil di angka 31,6 °C hingga 33,6 °C. Penurunan ini mengindikasikan adanya pelepasan panas atau pengaruh faktor lingkungan (seperti curah hujan atau manajemen suhu yang lebih baik) yang berhasil menekan reaktivitas suhu dilapangan.

4.2. Metode Pencegahan Swabakar pada *Stockpile*

Upaya pencegahan swabakar pada *Temporary Stockpile* CCP Site Muara Tiga Besar PT BA dilakukan melalui beberapa tindakan pengendalian operasional dan manajemen *stockpile*. Pencegahan ini bertujuan untuk meminimalkan proses oksidasi Batubara yang dapat menyebabkan peningkatan temperatur hingga terjadinya pembakaran spontan. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, upaya pencegahan yang diterapkan sebagai berikut.

4.2.1. Penerapan Sistem FIFO (*First In First Out*)

Sistem pembongkaran pada penelitian ini sudah melakukan manajemen FIFO, yang dimana Batubara yang terdahulu masuk ke *Temporary Stockpile* itu harus di keluarkan terlebih dahulu, agar tidak terjadi penumpukan yang sangat lama di dalam *Temporary Stockpile* tersebut dan tidak menimbulkan terjadinya swabakar. Batubara dari *front* penambangan diangkut menggunakan HD Komatsu 785 menuju *Temporary Stockpile* dan langsung *loading* menggunakan Excavator dan Dump Truck menuju *Stockpile* RF-10, TLS-01, TLS-02, dan *Stockpile* Westham.



Sumber: Dokumentasi Penulis (2026)

4.2.2. Pemadatan Timbunan

Pemadatan timbunan juga dapat mengurangi penetrasi oksigen ke dalam tumpukan Batubara sehingga laju oksidasi dapat ditekan. Dengan berkurangnya suplai oksigen di dalam timbunan, akumulasi panas yang dapat memicu swabakar juga dapat diminimalkan, dengan demikian praktik pemadatan yang dilakukan di *Temporary Stockpile* CCP telah sesuai dengan metode pencegahan yang dijelaskan.

Berdasarkan hasil observasi di *Temporary Stockpile* CCP Site Muara Tiga Besar, pemadatan tidak dilakukan secara intensif pada setiap lapisan setebal 0,5–1 meter seperti yang dianjurkan dalam teori. Pada praktiknya, pemadatan dilakukan satu kali dalam sehari menggunakan Bulldozer sebagai bagian dari kegiatan pengelolaan *stockpile*. Pemadatan tersebut bertujuan untuk mengontrol kondisi permukaan timbunan, menjaga kestabilan geometri *stockpile*, serta mencegah terbentuknya rongga udara yang dapat mempercepat proses oksidasi.

Pelaksanaan pemadatan dilakukan bersamaan dengan proses penimbunan menggunakan pola *chevron*. Material Batubara yang berasal dari front penambangan ditumpuk secara berurutan, kemudian diratakan menggunakan Bulldozer setelah ketinggian timbunan mencapai sekitar 2 meter. Perataan pada ketinggian tersebut dipilih karena masih berada dalam batas aman kemampuan kerja Bulldozer tanpa harus menaiki lereng yang terlalu curam. Jika timbunan dibiarkan melebihi 2 meter sebelum dilakukan perataan, kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko keselamatan kerja alat dan operator. Selain itu, semakin tinggi timbunan tanpa pemadatan akan menyebabkan terbentuknya rongga udara yang lebih besar di dalam tumpukan.

Dengan demikian, pemadatan timbunan yang diterapkan di *Temporary Stockpile* CCP Site Muara Tiga Besar dapat dikategorikan sebagai tindakan preventif yang cukup efektif dalam upaya pencegahan swabakar. Praktik pemadatan menggunakan Bulldozer, perataan setiap timbunan mencapai ketinggian 2 meter, serta didukung oleh sistem manajemen *stockpile* yang baik, terbukti mampu mengurangi akumulasi panas dan membatasi penetrasi oksigen ke dalam timbunan batu bara. Hal ini menunjukkan bahwa faktor manajemen

memiliki peranan penting dalam mengendalikan risiko swabakar pada *Temporary Stockpile* CCP PT BA.

4.2.3. Pengendalian Ketinggian Timbunan

Salah satu metode pencegahan swabakar adalah mengurangi ketinggian timbunan batu bara. Pengendalian tinggi timbunan bertujuan untuk mengurangi pengaruh angin yang menerpa permukaan *stockpile* serta mencegah terjadinya akumulasi panas di bagian dalam timbunan. Semakin tinggi suatu timbunan, maka pelepasan panas hasil oksidasi menjadi semakin sulit karena panas cenderung terperangkap pada bagian tengah tumpukan. Kondisi tersebut dapat meningkatkan temperatur internal dan memperbesar kemungkinan terjadinya swabakar.

Berdasarkan hasil pengukuran di *Temporary Stockpile* CCP Site Muara Tiga Besar, tinggi timbunan aktual yang diterapkan perusahaan adalah 3 meter dengan sudut *slope* sebesar 30°. *Temporary Stockpile* CCP memiliki kapasitas penyimpanan mencapai 1.500.000 m³ dengan luas lantai dasar sebesar 160.264 m², panjang 598 meter, dan lebar 268 meter. Data dimensi aktual tersebut menunjukkan bahwa perusahaan lebih memilih memperluas area penimbunan dibandingkan menambah tinggi timbunan.

Selain itu, proses penimbunan dilakukan menggunakan pola *chevcon* dan diratakan menggunakan Bulldozer setiap material dumping telah mencapai ketinggian sekitar 2 meter. Ketinggian 2 meter dipilih karena masih berada dalam batas aman kemampuan *Bulldozer* untuk melakukan perataan tanpa harus menaiki lereng yang terlalu curam. Jika timbunan dibiarkan melebihi batas tersebut sebelum dilakukan perataan, maka selain meningkatkan risiko keselamatan kerja, kondisi tersebut juga dapat menyebabkan terbentuknya rongga udara yang lebih besar di dalam timbunan.

Tinggi timbunan aktual sebesar 3 meter dapat dikategorikan masih relatif rendah sehingga mendukung upaya pencegahan swabakar. Tinggi timbunan yang terkendali memungkinkan pelepasan panas berlangsung lebih efektif dibandingkan timbunan dengan ketinggian yang lebih besar. Selain itu, kombinasi antara pemadatan menggunakan *Bulldozer*, penerapan sistem FIFO

dengan durasi penimbunan maksimal 2 hari, serta pengaturan sudut *slope* sebesar 30° turut membantu mengurangi penetrasi oksigen ke dalam timbunan.

Dengan demikian, pengendalian ketinggian timbunan yang diterapkan di *Temporary Stockpile* CCP Site Muara Tiga Besar telah sesuai dengan metode pencegahan swabakar, tinggi timbunan 3 meter dinilai masih efektif dalam menjaga kestabilan temperatur timbunan, sehingga panas hasil oksidasi tidak terakumulasi secara signifikan dan risiko terjadinya swabakar dapat diminimalkan.

4.2.4. Pengendalian Sudut *Slope* Timbunan

Pengaturan sudut *slope* timbunan dilakukan untuk mengurangi pengaruh angin yang menerpa permukaan *stockpile*. Dengan melandaikan permukaan timbunan, penetrasi angin atau oksigen ke dalam timbunan Batubara dapat dikurangi. Kondisi tersebut menyebabkan aliran udara yang mengenai permukaan timbunan cenderung dibelokkan ke arah atas sehingga tidak menimbulkan turbulensi yang berlebihan pada permukaan batu bara. Akibatnya, proses oksidasi yang terjadi dapat diperlambat dan potensi terjadinya swabakar dapat diminimalkan.

Berdasarkan hasil pengukuran di *Temporary Stockpile* CCP Site Muara Tiga Besar, sudut *slope* timbunan aktual yang diterapkan adalah sebesar 30° dengan tinggi timbunan 3 meter dan panjang horizontal 5 meter. Nilai tersebut diperoleh melalui perhitungan geometri timbunan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\tan \alpha &= \frac{3}{5} \\ \tan \alpha &= 0,6 \\ \alpha &= \tan^{-1}(0,6) \\ \alpha &= 30^\circ\end{aligned}$$

Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa geometri timbunan yang diterapkan perusahaan membentuk lereng yang relatif landai. Data dimensi aktual *stockpile* menunjukkan bahwa pola penimbunan chevcon memiliki panjang lantai bawah 50 meter, lebar lantai bawah 30 meter, luas lantai bawah

1.500 m², panjang lantai atas 30 meter, lebar lantai atas 20 meter, luas lantai atas 600 m², tinggi timbunan 3 meter, panjang horizontal 5 meter, dan sudut *slope* 30°.

Berdasarkan hasil perhitungan sudut *slope* timbunan Batubara adalah 30°, ini menunjukkan nilainya lebih kecil dari nilai *angle of repose* batu bara. Pada landasan teori dijelaskan bahwa *angle of repose* Batubara dari tambang berada pada kisaran 38°. Dengan demikian, sudut *slope* aktual sebesar 30° masih berada di bawah batas ideal tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa desain timbunan yang diterapkan di *Temporary Stockpile* CCP telah memenuhi aspek keselamatan geometri timbunan sekaligus mendukung upaya pencegahan swabakar.

4.3. Metode Penanggulangan Swabakar pada *Stockpile*

Berdasarkan pengamatan, penanganan swabakar di *Temporary Stockpile* CCP di Muara Tiga Besar dilakukan dengan cara mengevakuasi Batubara yang terbakar menggunakan alat berat *dozer* dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pembongkaran timbunan

Pembongkaran timbunan merupakan tahapan awal dalam metode penanggulangan swabakar yang dilakukan apabila ditemukan indikasi pembakaran spontan pada tumpukan batu bara. Berdasarkan hasil pengamatan di *Temporary Stockpile* CCP Site Muara Tiga Besar PT BA, pembongkaran dilakukan menggunakan alat berat *Dozer* dengan tujuan untuk mengetahui luas area timbunan yang terdampak swabakar serta memutus akumulasi panas yang terperangkap di dalam tumpukan batu bara. Secara teknis, swabakar umumnya terjadi pada bagian dalam timbunan akibat panas hasil oksidasi yang tidak dapat dilepaskan ke lingkungan. Oleh karena itu, pembongkaran dilakukan dengan membuka bagian timbunan yang dicurigai mengalami peningkatan temperatur. Material Batubara yang semula berada dalam kondisi padat diuraikan secara bertahap sehingga titik panas yang berada di dalam timbunan dapat terlihat dan dievaluasi tingkat penyebarannya. Berdasarkan hasil penelitian, tindakan pembongkaran dilakukan segera setelah ditemukan indikasi adanya swabakar, seperti

munculnya asap tipis, peningkatan temperatur yang tidak normal, atau adanya bau khas akibat proses pembakaran. Operator *Dozer* kemudian mengupas lapisan timbunan dari bagian luar menuju area yang diduga menjadi pusat panas. Proses ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar volume Batubara yang terkena swabakar sehingga tindakan penanganan berikutnya dapat dilakukan secara tepat.

2. Penyebaran (*Spreading*) dan Pemadatan Kembali

Penyebaran (*spreading*) dan pemadatan kembali merupakan tahapan lanjutan setelah dilakukan pembongkaran pada timbunan Batubara yang terindikasi mengalami swabakar. Metode ini bertujuan untuk menurunkan temperatur batu bara, menghentikan proses oksidasi yang sedang berlangsung, serta mencegah penyebaran titik panas ke bagian timbunan lainnya. Berdasarkan hasil observasi di *Temporary Stockpile* CCP Site Muara Tiga Besar PT BA, tindakan ini dilakukan menggunakan alat berat berupa *Bulldozer* dengan cara menguraikan material yang telah dibongkar menjadi lapisan yang lebih tipis, kemudian dilakukan pemadatan kembali setelah temperatur Batubara dinyatakan aman. Secara teoritis, swabakar terjadi akibat panas hasil reaksi oksidasi yang terakumulasi di dalam timbunan batu bara. Panas tersebut sulit dilepaskan karena terjebak pada bagian inti timbunan yang memiliki sirkulasi udara terbatas. Oleh karena itu, setelah titik panas ditemukan melalui proses pembongkaran, material Batubara tidak langsung ditimbun kembali, tetapi terlebih dahulu disebar pada area yang lebih luas dengan ketebalan yang lebih rendah. Penyebaran ini bertujuan untuk memperbesar luas permukaan Batubara yang kontak dengan udara luar sehingga panas yang tersimpan dapat dilepaskan lebih cepat ke lingkungan. Berdasarkan praktik di *Temporary Stockpile* CCP, Batubara yang telah dibongkar dari area yang mengalami peningkatan temperatur akan diratakan menggunakan *Bulldozer* hingga membentuk lapisan tipis. Penyebaran dilakukan secara bertahap agar operator dapat mengamati adanya indikasi swabakar seperti munculnya asap, perubahan warna Batubara menjadi kemerahan atau keabu-abuan, serta bau khas akibat proses pembakaran. Apabila masih ditemukan titik

panas, maka material tersebut terus dihamparkan hingga temperatur mengalami penurunan. Setelah temperatur Batubara mengalami penurunan dan tidak ditemukan lagi titik panas, material kemudian ditata kembali dan dilakukan pemadatan ulang menggunakan *Bulldozer*. Pemadatan kembali bertujuan untuk mengurangi rongga udara di antara butiran Batubara sehingga suplai oksigen yang masuk ke dalam timbunan dapat diminimalkan.



Sumber: Dokumentasi Penulis (2026)

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dari pembahasan pada bab sebelumnya, diperoleh Kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi terjadinya swabakar di *Temporary Stockpile Coal Crushing Plant (CCP) Site Muara Tiga Besar PT Bukit Asam Tbk* dipengaruhi oleh empat faktor utama, yaitu faktor internal, operasional, lingkungan, dan manajemen. Karakteristik batubara dengan kandungan *Total Moisture* dan *Volatile Matter* yang relatif tinggi meningkatkan reaktivitas batubara terhadap proses oksidasi, sedangkan kondisi geometri timbunan, curah hujan, serta arah angin turut memengaruhi perubahan temperatur pada *stockpile*.
2. Upaya pencegahan swabakar di area *stockpile* telah diterapkan melalui pengelolaan operasional yang baik, meliputi penerapan sistem *First In First Out (FIFO)*, pemantauan temperatur menggunakan *thermocouple*, pemadatan timbunan, pengendalian tinggi timbunan, serta pengaturan sudut lereng sesuai kondisi operasional. Penerapan metode tersebut terbukti mampu mengurangi akumulasi panas dan memperlambat proses oksidasi yang berpotensi memicu swabakar.
3. Penanganan swabakar dilakukan dengan metode *spreading* dan pemadatan kembali pada area yang mengalami kenaikan temperatur sehingga panas yang terakumulasi dapat dilepaskan dan proses oksidasi dapat dikendalikan. Oleh karena itu, keberhasilan pengendalian swabakar sangat bergantung pada konsistensi penerapan manajemen *stockpile*, pengawasan temperatur secara berkala, serta kepatuhan terhadap prosedur operasional yang telah ditetapkan perusahaan.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perusahaan disarankan untuk meningkatkan konsistensi pemantauan temperatur *stockpile* secara berkala pada seluruh titik yang berpotensi mengalami kenaikan suhu, sehingga gejala awal swabakar dapat dideteksi dan ditangani lebih cepat.
2. Penerapan sistem FIFO perlu terus dipertahankan dan diawasi pelaksanaannya, agar tidak terjadi penumpukan Batubara dalam waktu yang terlalu lama yang dapat meningkatkan proses oksidasi di dalam timbunan.
3. Kegiatan pemadatan dan pengendalian geometri *stockpile* perlu dilakukan secara rutin sesuai standar operasional perusahaan, terutama pada bagian timbunan yang terpapar arah angin dominan, guna mengurangi penetrasi oksigen ke dalam tumpukan batu bara.
4. Apabila ditemukan peningkatan suhu yang melebihi batas normal, tindakan penanggulangan seperti *spreading* dan pemadatan kembali harus segera dilakukan untuk mencegah berkembangnya swabakar menjadi kebakaran terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- Analiser. (2020). Manajemen *Stockpile* Dalam Penanganan Batu bara. *Jurnal Teknologi Mineral*, 5(1), 12-19.
- Arta. (2019). Desain *Stockpile* Dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Batu bara. *Jurnal Geologi Dan Tambang*, 6(2), 121-130.
- Fathoni, M. Y. (2017). Pola Penimbunan Material Pada Operasi Tambang Terbuka. *Jurnal Rekayasa Tambang*, 3(1), 23-30.
- Gunara, M. (2017). Potensi Batubara Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Pengembangan Industri Logam. . *Seminar Hasil Teknoka*, 22-27.
- Hardianti, S. (2018). Analisis Potensi Swabakar Pada Batubara Di Area *Stockpile*. *Jurnal Teknologi Tambang*, 9(2), 44-52.
- Hivienta. (2018). Fungsi Dan Pengelolaan *Stockpile* Pada Industri Batu bara. *Jurnal Energi Dan Pertambangan*, 5(1), 37-45.
- Jepriansyah, H. P. (2023). Upaya Teknis Pencegahan dan Penanggulangan Swabakar (*Spontaneous Combustion*) pada *Stockpile* di PT. Manambang Muara Enim Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi XVIII Tahun 2023. 210-223.
- Muchjhibi, A. &. (2017). Analisis pengaruh kualitas Batubara terhadap terjadinya swabakar (*spontaneous combustion*) pada *Stockpile*. *Jurnal Teknologi Pertambangan*.
- Nur, Z. O. (2020). Analisis Kualitas Batubara Di PIT dan Dengan Metode Analisis Proksimat Di PT. Surya Anugrah Kecamatan Rantau Pandan Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. *Mine Magazine*, 283.
- Nurlela. (2015). Briket Batubara dengan Penyulut Enceng Gondok dengan Perekat Tapioka. *Jurnal Media Teknik*, 14.
- Rusyada, R. (2022). Kajian Proses Oksidasi Batubara Sebagai Penyebab Swabakar. *Jurnal Sains Mineral*, 8(2), 99-106.
- Sarmidi, A. Z. (2024). Analisis Timbunan Sementara Untuk Pencegahan Pembakaran Spontan Batubara Di PIT 2 Banko Barat, PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains*, 1(3), 119-121.
- Wahidah, N. P. (2022). Pengaruh Kualitas Batubara Terhadap Potensi Terjadinya Swabakar. *Jurnal Pertambangan Indonesia*, 15-24.



LAMPIRAN

Lampiran A GEOMETRI STOCKPILE AKTUAL

A. Geometri Aktual

Dimensi *Temporary Stockpile* CCP Aktual

Tabel A. 1. Dimensi *Temporary Stockpile* CCP Aktual

No	Dimensi	<i>Temporary Stockpile</i>
1	Panjang (m)	598
2	Lebar (m)	268
3	Luas (m ²)	160.264

Sumber: PTBA (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar Stockpile} &: \frac{\text{Luas (m}^2\text{)}}{\text{Panjang (m)}} \\
 &: \frac{160.264 \text{ (m}^2\text{)}}{598 \text{ (m)}} \\
 &: 268 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dimensi Timbunan *Temporary Stockpile* CCP Aktual

Tabel A. 2. Dimensi Timbunan *Temporary Stockpile* CCP Aktual

No	Dimensi	Pola Penimbunan <i>Chevcon</i>
1	Panjang lantai bawah (m)	50
2	Lebar Lantai Bawah (m)	30
	Luas Lantai Bawah (m ²)	1500
3	Panjang Lantai Atas (m)	30
4	Lebar Lantai Atas (m)	20
	Luas Lantai Atas (m ²)	600
5	Tinggi (m)	3
6	Panjang Horizontal (m)	5
7	Sudut <i>Slope</i> (°)	30

Sumber: PTBA (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar Lantai Bawah} &: \frac{\text{Luas Lantai Bawah (m}^2\text{)}}{\text{Panjang lantai bawah (m)}} \\
 &: \frac{1500 \text{ (m}^2\text{)}}{50 \text{ (m)}} \\
 &: 30 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar Lantai Atas} &: \frac{\text{Luas Lantai Atas (m}^2\text{)}}{\text{Panjang Lantai Atas (m)}} \\
 &: \frac{600 \text{ (m}^2\text{)}}{30 \text{ (m)}} \\
 &: 20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Sudut *Slope* Timbunan Aktual :

$$\tan \alpha = \frac{\text{Tinggi Timbunan}}{\text{Panjang Horizontal}}$$

$$\tan \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\tan \alpha = 0,6$$

$$\alpha = \tan^{-1} 0,6$$

$$\alpha = 30^\circ$$



Lampiran B TEMPERATUR TIMBUNAN

Tabel B. 1. Temperatur Timbunan

HARI KE/ TITIK SAMPEL	TEMPERATUR TIAP TITIK SAMPEL (°C)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	33	34	32	30,2	34,5	31,9	30,8	36,7	37,1	32,2
2	32,5	41,2	34,6	37,5	40,3	32,3	33,3	37,3	34,4	35,8
3	33,2	34,4	34,4	34,6	31	32,6	37,1	33,3	35,5	36,4
4	31,2	33,2	37,7	36,7	35,4	34	34,6	33,2	33,1	31,5
5	34,6	29,1	32,2	32,4	30,4	29,3	28,4	27,2	29,9	30,9
6	35	36,6	34,5	37,8	39,3	32,2	32,4	30,5	30,8	33,5
7	36	34,8	32,9	33,2	31	32	35	34	36	34,4
8	30,8	37,5	36,6	34,2	33,3	34,7	38,1	35,2	33,1	32,9
9	32,6	30	33,2	32,1	34,4	33,7	29,8	31,7	33,7	30,8
10	33,3	33	35	36	32	31	30	35,2	32,6	30,4
11	31,5	33,3	34,2	34,1	31,8	31,8	30,9	29,9	30,9	30
12	30,9	33,7	33,3	34,5	34,6	33,6	31,2	32,2	30,3	33,3
13	32,2	35,5	35,9	33,6	33,3	36	31,2	31,3	32,7	34,5
14	33,8	31,9	30,6	30,4	30,1	32,2	33,5	34,2	34,5	35,2
15	29,9	32,1	33,2	31,2	33,2	34,5	34,4	30,6	30,8	31,5
RATA- RATA	30,7 2	32,1 6	32,0 8	32,0 3	31,8 5	31,1 1	31,1 1	31,2 8	31,5 3	31,4 6

Sumber: Hasil Olahan Data (2026)

Lampiran C DATA CURAH HUJAN BULAN MARET 2026

Tabel C. 1. Data Curah Hujan Bulan Maret 2026

Data Curah Hujan Maret 2026		
Date	Rencana Jam hujan (Jam)	Aktual Jam Hujan (Jam)
01-Mar-26	2,42	0
02-Mar-26	2,42	0
03-Mar-26	2,42	0
04-Mar-26	2,42	0
05-Mar-26	2,42	2,88
06-Mar-26	2,42	2,38
07-Mar-26	2,42	1,72
08-Mar-26	2,42	14
09-Mar-26	2,42	5,45
10-Mar-26	2,42	7,71
11-Mar-26	2,42	6,5
12-Mar-26	2,42	2,2
13-Mar-26	2,42	0
14-Mar-26	2,42	5,6
15-Mar-26	2,42	0
16-Mar-26	2,42	11,22
17-Mar-26	2,42	6,58
18-Mar-26	2,42	0
19-Mar-26	2,42	5,18
20-Mar-26	2,42	5,78
21-Mar-26	2,42	4
22-Mar-26	2,42	0
23-Mar-26	2,42	4,08
24-Mar-26	2,42	3,38
25-Mar-26	2,42	0
26-Mar-26	2,42	6,87
27-Mar-26	4,42	5,17
28-Mar-26	4,42	14,22
29-Mar-26	4,42	10,38
30-Mar-26	4,42	4
31-Mar-26	4,42	6
TOTAL	75	135,3

Sumber: PTBA (2026)

Lampiran D DATA KECEPATAN dan ARAH MATAANGIN

Tabel D. 1. Data Kecepatan dan Arah Mata Angin

No.	Tanggal	kecepatan angin maksimum (m/s)	Kecepatan Angin Rata Rata (m/s)	Arah Angin Terbanyak
1	01/03/2026	3	2	N
2	02/03/2026	3	2	N
3	03/03/2026	3	2	N
4	04/03/2026	3	2	N
5	05/03/2026	3	2	N
6	06/03/2026	4	3	N
7	07/03/2026	3	2	N
8	08/03/2026	3	2	N
9	09/03/2026	3	2	N
10	10/03/2026	3	2	N
11	11/03/2026	3	2	N
12	12/03/2026	3	2	N
13	13/03/2026	3	2	N
14	14/03/2026	3	2	N
15	15/03/2026	3	2	N
16	16/03/2026	3	2	N
17	17/03/2026	3	2	N
18	18/03/2026	3	2	N
19	19/03/2026	3	2	N
20	20/03/2026	3	2	N
21	21/03/2026	3	2	N
22	22/03/2026	3	2	N
23	23/03/2026	3	2	N
24	24/03/2026	3	2	N
25	25/03/2026	3	1	N
26	26/03/2026	3	2	N
27	27/03/2026	3	1	N
28	28/03/2026	3	2	N
29	29/03/2026	3	2	N
30	30/03/2026	3	2	N

Sumber: PTBA (2026)

Lampiran E KUALITAS BATUBARA MUARA TIGA BESAR

A. Mine Brand

Tabel E. 1. *Mine Brand* PT Bukit Asam Tbk

<i>Mine Brand</i>	Kalori
MT-45	±4500 kkal/kg.ar
MT-47	±4700 kkal/kg.ar
MT-49	±4900 kkal/kg.ar
MT-43	±4300 kkal/kg.ar

Sumber: PTBA (2026)

B. Market Brand

Tabel E. 2. *Market Brand* PT Bukit Asam Tbk

<i>Market Brand</i>	Kalori
Bukitasam - 45	±4500 kkal/kg.ar
Bukitasam - 50	±5000 kkal/kg.ar
Bukitasam - 55	±5500 kkal/kg.ar
Bukitasam - 64	±6400 kkal/kg.ar

Sumber: PTBA (2026)

Lampiran F SOP PENANGANAN SWABAKAR

Tabel F. 1. SOP Penanganan Swabakar

NO	Langkah Kerja
1.	Lakukan pemeriksaan secara visual terhadap timbunan Batubara di <i>Temporary Stockpile</i> guna mencari tanda – tanda terjadinya swabakar batu bara, antara lain a. Munculnya titik api b. Munculnya asap putih
2.	Apabila titik swabakar Batubara sudah ditemukan, lakukan pembuatan jalan akses menuju titik swabakar Batubara dengan menggunakan <i>excavator</i> .
3.	Arahkan <i>excavator</i> mendekati titik swabakar dan posisikan pada daerah yang dinilai aman dengan ketentuan sebagai berikut: a. Lokasi kerja <i>excavator</i> relative datar dengan toleransi ± 30 cm b. Lokasi kerja <i>excavator</i> tidak boleh berada tepat diatas titik swabakar batu bara c. Posisi <i>excavator</i> harus membelakangi arah angin
4.	Lakukan pembongkaran Batubara yang terbakar dan sebarkan Batubara yang terbakar di lokasi yang relatif datar untuk mempercepat penurunan temperatur batu bara, kemudian lakukan pemadatan menggunakan <i>bulldozer</i> secara lapis per lapis.
5.	Pengawasan pekerjaan dilakukan oleh pelaksana pekerjaan dan pengawas. Pengawas segera menghentikan kegiatan dan melaporkan ke atasan atau satuan kerja terkait apabila lokasi dianggap tidak aman. Pekerjaan dapat diteruskan setelah ada perintah dari pengawas.
6.	Membuat laporan hasil penanganan swabakar Batubara yang dituangkan dalam berita acara tinjauan bersama pekerjaan dan ditandatangani bersama oleh pengawas dan pelaksana pekerjaan.

Sumber: Dept.HSE PTBA (2026)