

**ANALISIS POTENSI TERJADINYA SWABAKAR
PADA *TEMPORARY STOCKPILE* BWE 203
SITE MUARA TIGA BESAR UTARA
PT. BUKIT ASAM Tbk.
KABUPATEN LAHAT
PROVINSI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI



OLEH :

ELISTIA TRI FALUPI
DBD 115 013

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
PALANGKA RAYA
2020**

**ANALISIS POTENSI TERJADINYA SWABAKAR
PADA *TEMPORARY STOCKPILE* BWE 203
SITE MUARA TIGA BESAR UTARA
PT. BUKIT ASAM Tbk.
KABUPATEN LAHAT
PROVINSI SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan**



OLEH :

**ELISTIA TRI FALUPI
DBD 115 013**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
PALANGKA RAYA
2020**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : ELISTIA TRI FALUPI
NIM : DBD 115 013
JURUSAN/PRODI : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam Penulisan dan Penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, 17 Februari 2020

Penulis



Elistia Tri Falupi
NIM. DBD 115 013

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS POTENSI TERJADINYA SWABAKAR PADA *TEMPORARY STOCKPILE*
BWE 203 *SITE* MUARA TIGA BESAR UTARA PT. BUKIT ASAM Tbk.
KABUPATEN LAHAT PROVINSI SUMATERA SELATAN**

Oleh :

ELISTIA TRI FALUPI
DBD 115 013

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal Senin, 17 Februari 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Dosen Penguji :

1. **FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T**
NIP. 19791215 200812 1 001

KETUA

2. **NENY SUKMAWATIE, S.Hut., M.P**
NIP. 19760614 200801 2 020

SEKRETARIS

3. **LISA VIRGIYANTI, S.T., M.T**
NIP. 19770904 200801 2 011

ANGGOTA

4. **YOS DAVID INSO, S.T., M.T**
NIP. 19880404 201903 1 014

ANGGOTA

5. **DODY A. KUSMA WIJAYA, S.Hut., M.Si**
NIP. 19831207 201212 1 001

ANGGOTA



Menyetujui,
Ketua Jurusan/Program Studi
Teknik Pertambangan

FAHRUL INDRAJAYA S.T., M.T
NIP. 19791215 200812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

”Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

Q.S. Alam Nasyroh : 6

Alhamdulillah Allah mampukan dan kuatkan aku dalam menempuh studi dengan waktu yang tepat. Skripsi ini ku persembahkan untuk dua orang yang kusayang, Mama (Sulastri) dan Bapak (Suyono). Terima kasih selalu mendampingi dan memberi support dalam segi apapun dan menguatkan untuk terus melakukan yang terbaik. Terima kasih juga untuk Kakakku, Edy Laksono Prasetyo yang turut meringankan beban Mama dan Bapak dalam membiayai perkuliahanku. Semoga perlindungan dan kebaikan Allah beserta kita.

Tak lupa sahabat perkuliahanku vibung family (Yohannes, Dini, Andre, Nat, dan Fina) dan juga partner kuliahku, Tiara. Terima kasih telah membantu banyak hal dan menemani sampai akhir perkuliahanku. Pertemanan kita seakan kebetulan, tetapi Takdir Allah begitu indah apabila hanya dianggap kebetulan. Semoga kita mampu meniti karir dan membahagiakan orang-orang yang kita sayang. Dan semoga pertemanan kita terus berlanjut sampai waktu yang lama.

Terakhir, kupersembahkan skripsi ini untuk diriku yang terus berjuang melawan lelah dan rasa malas. Tetaplah semangat karena perjuangan-perjuangan yang ada di masa depan masih panjang dan mungkin lebih melelahkan dari perjuangan yang telah kau lalui.

SARI

PT. Bukit Asam, Tbk. memiliki tempat penimbunan sementara batubara, salah satunya pada *temporary stockpile* BWE 203. Batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 merupakan batubara muda dari *rank* yang memiliki kalori 4601-4900 Kcal/Kg sehingga memiliki titik bakar yang relatif rendah sehingga mudah mengalami swabakar. *Temporary stockpile* BWE 203 memiliki pola penimbunan *chevcon* dengan bentuk limas terpancung, dengan luas alas 36.000 m², luas atas 21.000 m² dan kapasitas aktual 422.477,27 ton yang melebihi kapasitas yang direncanakan yaitu sebesar 300.000 ton.

Potensi terjadinya swabakar pada *temporary stockpile* BWE 203 dipengaruhi oleh lama penimbunan yang melebihi 3 bulan dari lama penimbunan yang disarankan kurang dari 1 bulan, *angle of slope* pada *temporary stockpile* BWE 203 sebesar 39° dari sudut yang disarankan 38°, ketinggian *temporary stockpile* BWE mencapai 12 meter sedangkan ketinggian yang disarankan adalah 8,5 meter untuk kapasitas 300.000 ton, adanya material batubara dan *clay* pada saluran air yang menghambat aliran air menuju kolam pengendapan lumpur, tidak adanya *windsheld* pada sisi utara dan barat *temporary stockpile* BWE 203, manajemen FIFO yang belum diterapkan dengan baik, tidak seragamnya ukuran butir batubara, dan curah hujan yang tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan, *temporary stockpile* BWE 203 akan mengalami swabakar pada hari ke 11.

Perlu dilakukan pengurangan ketinggian *temporary stockpile* BWE 203, *monitoring* suhu secara berkala, tidak menimbun batubara melebihi 1 bulan di *temporary stockpile*, dan memberi larutan kimia untuk mencegah terjadinya swabakar.

Kata kunci : Swabakar, *Temporary Stockpile*, Pencegahan Swabakar.

ABSTRACT

PT. Bukit Asam, Tbk. has a temporary stockpile of coal, one of which is in the temporary stock BWE 203. Coal in temporary stock BWE 203 is young coal of rank which has a calorie of 4601-4900 Kcal/Kg thereby easy to burnt. The temporary stockpile of BWE 203 has a chevcon landfill with a traced pyramid shape, with 36.000 m² base area, 21,000 m² roof area and 422.477,27 tons actual capacity with 300000 tons reserve capacity allocated.

The potential of exceeding the burnt in the temporary stockpile BWE 203 is required by the length of stockpiling that exceeds 3 months from the agreed landfill time of less than 1 month, the slope angle of the temporary stockpile of BWE 203 is 39° from the estimated angle of 38°, the height of temporary stockpile BWE increases by 12 meters while the height released was 8,5 meters for a capacity of 300.000 tons, there was coal and clay material in the air channel that flowed water into the mud sedimentation pond, there was no windshield on the north and west sides of the temporary inventory BWE 203, FIFO management which had not been implemented with well, not uniform in size coal, and high rainfall. Based on the calculation, temporary stock BWE 203 must be moved on the 11 day.

Temporary elevation of the BWE 203 stockpile is necessary to monitor the temperature periodically, not to accumulate excess coal for 1 month in the temporary stockpile, and give chemical solution on all sides of temporary stock to prevent self combustion.

Keywords : self combustion, temporary stockpile, self combustion prevention.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT Tuhan semesta alam, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir di PT. Bukit Asam Tbk. Unit Penambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan yang berjudul “Analisis Potensi Terjadinya Swabakar Pada *Temporary Stockpile* BWE 203 Site Muara Tiga Besar Utara PT. Bukit Asam Tbk. Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan” dengan lancar dan tepat pada waktunya. Penelitian ini dilaksanakan pada 8 April 2019 – 17 Mei 2019 di Satuan Kerja Penambangan Muara Tiga Besar Unit Penambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam Tbk.

Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan mata kuliah Program Studi Sarjana 1 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Penulis mengucapkan terima kasih atas fasilitas, bantuan, bimbingan dan saran yang telah penulis terima sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya S.T.,M.T. dan Bapak Yossa Yonathan Hutajulu S.T.,M.T. Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Fahrul Indrajaya S.T.,M.T. Dosen Pembimbing I.

4. Ibu Neny Sukmawatie S.Hut.,M.P. Dosen Pembimbing II.
5. Ibu Lisa Virgiyanti S.T.,M.T. Dosen Penguji I.
6. Bapak Yos David Inso S.T.,M.T. Dosen Penguji II.
7. Bapak Dody Ariyantho Kusma Wijaya S.Hut.,M.Si. Dosen Penguji III.
8. Bapak Samiaji Nugroho Manager Satuan Kerja Muara Tiga Besar Utara - Barat PT. Bukit Asam Tbk. UPTE Sumatera Selatan.
9. Bapak Arif Fauzan Pembimbing Lapangan.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu Penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun demi kesempurnaan laporan di masa yang akan datang.

Palangka Raya, Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
SARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.3.1 Maksud	2
1.3.2 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Batubara	7
2.2.1 Ganesa Batubara	7
2.2.2 Proses Terbentuknya Batubara	8
2.3 Parameter Kualitas Batubara	11
2.4 Kualitas Batubara PT. Bukit Asam, Tbk	16
2.5 <i>Stockpile</i>	19
2.6 Swabakar	19
2.7 Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Swabakar	21
2.8 Upaya Pencegahan Terjadinya Swabakar	27
2.9 Upaya Penanganan Swabakar	31
2.10 Manajemen <i>Stockpile</i>	32
2.11 Desain <i>Stockpile</i>	33
2.11.1 Desain Permukaan Dasar <i>Stockpile</i>	34
2.11.2 Pembuatan Saluran <i>Stockpile</i>	35
2.11.3 Volume <i>Stockpile</i>	35
2.12 Sistem Penumpukan Batubara	37
2.13 Pola Penimbunan Batubara	38

2.14	Metode Pengolahan Data Regresi Linier Sederhana	41
BAB III METODE PENELITIAN		44
3.1	Gambaran Umum Wilayah Penelitian	44
3.1.1	Sejarah Perusahaan	44
3.1.2	Lokasi dan Kesampaian Daerah	45
3.1.3	Iklim dan Curah Hujan	46
3.2	Kondisi Geologi	46
3.2.1	Geologi Regional	46
3.2.2	Kondisi Geologi Daerah Penelitian	48
3.2.2.1	Stratigrafi dan Litologi	48
3.3	Alat dan Bahan	51
3.4	Tata Laksana	52
3.4.1	Langkah Kerja	52
3.4.2	Metode Penelitian	55
3.4.3	Bagan Alir.....	58
3.4.4	Waktu Penelitian.....	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		60
4.1	Hasil.....	60
4.1.1	Dimensi Temporary Stockpile BWE 203	60
4.1.2	Potensi Swabakar pada <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	65
4.1.3	Upaya Pencegahan dan Penanganan Swabakar	77
4.2	Pembahasan	79
4.2.1	Dimensi <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	79
4.2.2	Potensi Swabakar pada <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	81
4.2.3	Upaya Pencegahan dan Penanganan Swabakar	88
BAB V PENUTUP.....		91
5.1	Kesimpulan	91
5.2	Saran	92

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Penggolongan Batubara PT. Bukit Asam Tbk	16
2.2 <i>Coal Brand</i> PT. Bukit Asam Tbk	18
2.3 <i>Angle Of Slope</i> Beberapa Material	25
3.1 Waktu Penelitian Tugas Akhir	59
4.1 Pengukuran Dimensi <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	61
4.2 Dimensi <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203 Berdasarkan Tonase yang Direncanakan	63
4.3 Pengambilan Suhu Batubara Pada Minggu Ke-1	67
4.4 Pengambilan Suhu Batubara Pada Minggu Ke-2	68
4.5 Pengambilan Suhu Batubara Pada Minggu Ke-3	69
4.6 Kenaikan Rata-Rata Suhu Batubara Perminggu	70
4.7 Arah Angin Muara Tiga Besar Utara	75
4.8 Curah Hujan dan Rata-rata Suhu Perhari	76
4.9 Hasil Perhitungan Menggunakan Regresi Linier	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses Terbentuknya Batubara	10
2.2 Segitiga Api	20
2.3 Manajemen FIFO.....	30
2.4 Penurunan Dasar <i>Stockpile</i>	34
2.5 Tumpukan Batubara terhadap Arah Mata Angin	37
2.6 Akses Jalan pada Tumpukan Batubara	38
2.7 Pola Penimbunan <i>Cone Ply</i>	39
2.8 Pola Penimbunan <i>Chevron</i>	40
2.9 Pola Penimbunan <i>Chevcon</i>	40
2.10 Pola Penimbunan <i>Windrow</i>	41
4.1 Pola Penimbunan <i>Chevcon Temporary Stockpile</i> BWE 203.....	60
4.2 Dimensi <i>Temporary Stockpile</i> Tampak Samping.....	62
4.3 Swabakar pada <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	65
4.4 <i>Infrared Thermometer</i> Krisbow 06-304	66
4.5 Titik Pengambilan Suhu Batubara.....	67
4.6 Dimensi Saluran Air yang Direncanakan	72
4.7 Saluran Air pada <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	72
4.8 Sketsa <i>Windsheld</i> pada <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	73
4.9 <i>Windsheld</i> di <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	73
4.10 Arah Penimbunan dan Pembongkaran Batubara di <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	74
4.11 Ukuran Butir Batubara Pada <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203.....	74
4.12 Batas Ketinggian <i>Temporary Stockpile</i> BWE 203	78
4.13 Metode Konvensional dengan PC-130F.....	79

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Peta Kesampaian Daerah
- B. Peta Geologi Regional PT. Bukit Asam
- C. Peta Lokasi Penelitian
- D. Curah Hujan MTBU April-Mei 2019
- E. Spesifikasi Kualitas Batubara MT-48
- F. Pengaruh Curah Hujan Terhadap Suhu Batubara
- G. Peta Pengambilan Titik Suhu Batubara

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Temporary stockpile merupakan tempat penimbunan sementara batubara sebelum dikirim ke konsumen atau *buyer*. Permasalahan yang kerap timbul pada *temporary stockpile* BWE 203 bagian selatan adalah batubara yang terbakar dengan sendirinya atau disebut juga dengan swabakar.

Penyebab terjadinya swabakar salah satunya merupakan akibat dari dimensi *temporary stockpile* BWE 203 yang tidak baik, berupa ketinggian dan *angle of repost* dari batubara yang melebihi ketentuan yang disarankan. Untuk ketinggian batubara untuk jenis sub-bituminus adalah 6 meter dan *angle of repost* batubara maksimum 38° . Sedangkan pada *temporary stockpile* BWE 203 ketinggiannya mencapai 12 meter dan *angle of repost* yang mencapai 39° .

Selain faktor dimensi, potensi terjadinya swabakar pada *temporary stockpile* BWE 203 lainnya diantaranya: penimbunan batubara yang terlalu lama yang telah mencapai 3 bulan, pola penimbunan *temporary stockpile* BWE 203 yang tidak dilakukan pemadatan, manajemen FIFO yang tidak dijalankan dengan baik dan ukuran butir batubara yang tidak seragam.

Swabakar merupakan masalah serius pada industri pertambangan batubara karena swabakar dapat menurunkan kualitas batubara, menyebabkan hilangnya sebagian volume timbunan batubara karena batubara yang telah mengalami swabakar tidak bernilai ekonomis lagi serta adanya biaya tambahan untuk *maintenance stockpile* yang sudah mengalami swabakar.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mencegah potensi terjadinya swabakar pada area *temporary stockpile* BWE 203.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa dimensi dan pola penimbunan pada *temporary stockpile* BWE 203 di PT. Bukit Asam, Tbk?
2. Bagaimana potensi terjadinya swabakar pada *temporary stockpile* BWE 203?
3. Apa upaya yang dilakukan untuk mencegah dan menangani swabakar pada *temporary stockpile* BWE 203?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Adapun maksud pelaksanaan Skripsi ini adalah untuk menganalisis potensi terjadinya swabakar di PT. Bukit Asam Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan.

1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari pelaksanaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung dimensi dan pola penimbunan yang ada pada *temporary stockpile* di PT. Bukit Asam, Tbk.
2. Menganalisis potensi terjadinya swabakar pada *temporary stockpile*
3. Memberikan upaya pencegahan dan penanganan swabakar pada *temporary stockpile*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Peneliti dapat mengetahui bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah dan menanggulangi swabakar PT. Bukit Asam, Tbk.

2. Perusahaan

Manfaat penelitian bagi perusahaan adalah sebagai identifikasi kondisi tumpukan *stockpile* dan mendapatkan masukan untuk pencegahan dan penanganan swabakar pada *temporary stockpile*.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya dilakukan pada *temporary stockpile* BWE 203 bagian selatan.
2. Pengukuran suhu batubara dilakukan sebanyak 30 titik dengan lama pengambilan suhu selama 15 hari (hari kerja).
3. Tidak membahas penurunan kualitas batubara.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan penyebab terjadinya swabakar pada *temporary stockpile*, seperti penelitian yang dilakukan oleh Triono dan Ambak, Y.S., 2015 menyatakan bahwa pengecekan rutin temperatur *stockpile* merupakan salah satu upaya pencegahan swabakar yang dilakukan dengan menggunakan *thermocouple*. Apabila suhu mencapai 50°C - 60°C maka dilakukan penanganan seperti *spreading*, pemadatan dan lain - lain. Waktu pemadatan batubara tidak terlalu lama di *stockpile* guna mencegah terjadinya swabakar.

Syahrul, S. Yusuf, M. dan Handayani, H.E., 2015 juga melakukan penelitian mengenai penyebab terjadinya swabakar, menyatakan bahwa metode pemadatan yang diterapkan menggunakan alat berat *bulldozer* dengan *layer per layer* dimana tebal pemadatan setiap *layer* sekitar 50 cm. Setelah dilakukan pemadatan, kenaikan temperatur menjadi relatif stabil dimana suhu rata-rata sebelum dilakukan pemadatan 37,1°C dan setelah dipadatkan menjadi 34,1°C. Data tersebut menunjukkan bahwa setelah dilakukan pemadatan dapat menekan suhu sehingga menghambat terjadinya swabakar pada *temporary stockpile*.

Ulum, M. dan Gany, A, 2014 juga meneliti mengenai swabakar yang menyatakan bahwa hasil analisis menunjukkan batubara di Batulicin terdiri

dari kualitas rendah (*low rank*) yang diidentifikasi sebagai batubara lignit dan batubara *high rank* diidentifikasi sebagai batubara bituminus. Sedangkan berdasarkan pengkajian karakteristik, maka batubara peringkat rendah cenderung mempunyai sifat swabakar karena didukung oleh karakteristik batubara tersebut.

Selain penelitian – penelitian diatas, Abdi Alfarisi juga melakukan penelitian mengenai potensi swabakar dengan judul Analisis Potensi *Self Heating* Batubara Pada *Live Stock* dan *Temporary Stockpile* Banko Barat PT. Bukit Asam. Pada penelitian tersebut dilakukan penelitian terhadap *live stock* dan *temporary stockpile* Banko Barat. Pada *temporary stockpile* Banko Barat memiliki *market brand* BA-50 yang memiliki titik kritis sebesar 50,7°C. Sedangkan batubara pada *live stock* yang memiliki *market brand* BB-52HS dan BB-52LS yang masing-masing memiliki titik kritis 59,8°C dan 61,6°C. Titik kritis batubara pada *temporary stockpile* Banko Barat lebih tinggi daripada batubara pada *live stock* dikarenakan tingginya kandungan *volatile matter* pada batubara BA-50. Tetapi berdasarkan keadaan aktual di lapangan, temperatur timbunan tertinggi terjadi di *live stock* yaitu BB-52HS dengan temperatur rata-rata timbunan sebesar 49,84°C sedangkan pada batubara BA-50 memiliki temperatur rata-rata timbunan sebesar 45,21°C. Hal tersebut disebabkan oleh *managemen stockpile* yang tidak baik, tinggi dan sudut timbunan yang melebihi batas yang disarankan dan penimbunan yang terlalu lama menyebabkan tingginya temperatur pada *temporary stockpile*.

2.2 Batubara

Batubara merupakan suatu jenis mineral yang tersusun atas karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, dan senyawa - senyawa mineral (Kent.A.J, 1993). Batubara digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk menghasilkan listrik. Pada pembakaran batubara, terutama pada batubara yang mengandung kadar sulfur yang tinggi, menghasilkan polutan udara seperti sulfur dioksida yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam. Karbon dioksida yang terbentuk pada saat pembakaran berdampak negatif pada lingkungan (Achmad.R., 2004).

2.2.1 Ganesa Batubara

Terdapat 2 teori yang menjelaskan ganesa batubara (Sukandarrumidi, 1995) yaitu:

1. Teori *Insitu*

Batubara terbentuk dari tumbuhan atau pohon yang berasal dari hutan tempat batubara tersebut. Batubara yang terbentuk sesuai teori *insitu* biasanya terjadi di hutan basah dan berawa, sehingga saat tumbuhan di hutan tersebut mati dan tumbang langsung tenggelam ke dalam rawa tersebut, dan sisa tumbuhan tersebut tidak mengalami pembusukan secara sempurna, yang pada akhirnya menjadi fosil tumbuhan yang membentuk lapisan sedimen organik. Batubara yang terbentuk dengan cara ini

mempunyai penyebaran luas dan merata, kualitasnya lebih baik karena kadar abunya relatif kecil.

2. Teori *Drift*

Batubara bukan terbentuk dari asal tumbuhan tersebut, bahan pembentuk lapisan batubara terjadi di tempat lain selain dari tumbuh - tumbuhan tersebut berasal, disebabkan telah tertransportasi oleh media air yang memiliki ciri yaitu penyebaran yang tidak luas tetapi dijumpai di beberapa tempat dan kualitas yang kurang baik karena mengandung banyak pengotor.

2.2.2 Proses Terbentuknya Batubara

Menurut Sukandarrumidi (1995), batubara terbentuk dari tumbuhan yang telah tertimbun di dalam dan terjaga pada tekanan tinggi dan pemanasan dalam jangka waktu yang lama. Proses pembentukan batubara dari tumbuhan melalui dua tahap, yaitu :

1. Tahap pembentukan gambut (*peat*) dari tumbuhan yang disebut proses *peatification*.
2. Tahap pembentukan batubara dari gambut yang disebut proses *coalification*. Pembentukan batubara dimulai sejak *carboniferous period* (periode pembentukan karbon atau batubara) dikenal sebagai zaman batubara pertama yang berlangsung antara 360 juta sampai 290 juta tahun yang lalu. Mutu dari setiap endapan

batubara ditentukan oleh suhu dan tekanan serta lama waktu pembentukan yang disebut sebagai maturitas organik.

Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol melalui tekanan, panas, dan waktu, batubara terbagi menjadi 4 kelas yaitu (Sukandarrumidi, 1995):

1. Antrasit

Antrasit merupakan kelas batubara yang paling tinggi, memiliki warna hitam mengkilap (*luster*) metalik, mengandung karbon (C) relatif lebih tinggi daripada kandungan airnya (H₂O).

2. Bituminus

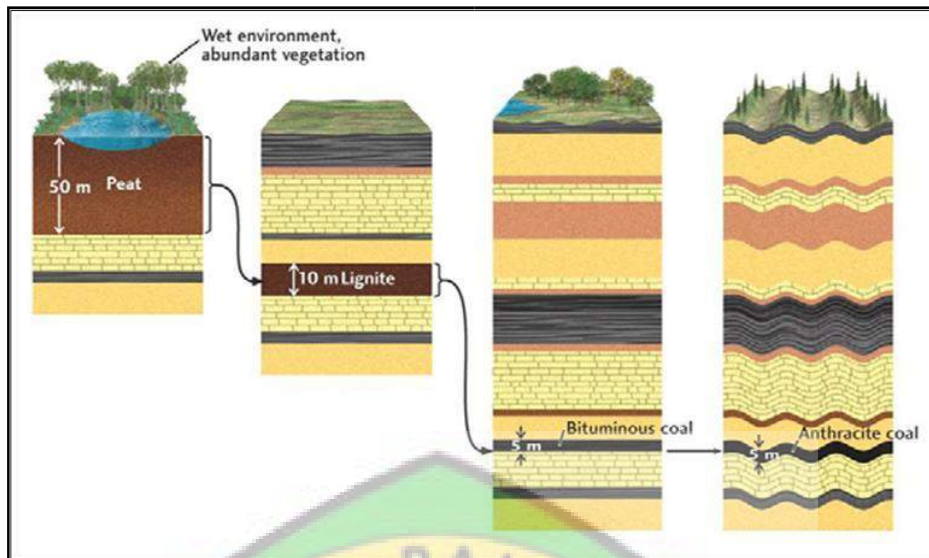
Bituminus memiliki kadar yang relatif lebih rendah kandungan karbon (C) dibandingkan dengan antrasit dan kandungan air yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan antrasit.

3. Sub-bituminus

Sub-bituminus memiliki kandungan karbonnya sedikit dan memiliki banyak kandungan air, sehingga memiliki sumber panas yang kurang efisien.

4. Lignit

Lignit merupakan batubara yang memiliki kekerasan paling lunak dan memiliki lebih banyak kandungan air melebihi kelas sub-bituminus.



Gambar 2.1 Proses Terbentuknya Batubara (Sukandarrumidi, 1995)

Klasifikasi batubara berdasarkan tingkat energinya terbagi menjadi 3 jenis, yaitu (Sukandarrumidi, 1995):

1. Batubara energi rendah (*low rank*)

Batubara jenis ini meliputi lignit dan sub-bituminus. lignit umumnya memiliki fisik berwarna hitam dan rapuh dengan kadar air, kadar abu, dan kandungan sulfur yang tinggi. Kalori lignit berkisar 3500 - 4611 Kcal/Kg. Sedangkan sub-bituminus memiliki warna yang hitam mengkilap, struktur tidak kompak, kalori berkisar 4611 - 5833 Kcal/Kg.

2. Batubara energi sedang (*medium rank*)

Batubara jenis ini yaitu batubara bituminus. Ditandai dengan warna hitam yang lebih mengkilap daripada sub-bituminus, memiliki kandungan karbon yang lebih tinggi dari sub-bituminus dan memiliki

kadar air yang lebih rendah daripada kelas sub-bituminus. Kalori bituminus yaitu berkisar 5833 - 7777 Kcal/Kg.

3. Batubara kelas tinggi (*high rank*)

Batubara kelas tinggi yaitu kelas antrasit. Antrasit memiliki warna hitam yang sangat mengkilap, struktur kompak, kadar karbon tinggi, kalori tinggi, kadar air rendah, kadar abu rendah dan kandungan sulfur rendah. Kalori antrasit yaitu diatas 7777 Kcal/Kg.

2.3 Parameter Kualitas Batubara

Kualitas batubara merupakan patokan bagi konsumen untuk memilih produk yang diinginkan dari produsen. Perbedaan kualitas yang diberikan oleh produsen akan menyebabkan penalti bagi produsen, oleh karenanya penjaagaan kualitas batubara harus benar - benar diperhatikan guna menjaga nama baik produsen dan menghindari kerugian akibat penalti. Klasifikasi batubara yang umum digunakan untuk bahan bakar digolongkan atas dua analisis, yakni analisis dasar yang meliputi analisis proksimat dan analisis ultimat (Muchjidin, 2005). Analisis proksimat meliputi pengujian nilai kandungan air (*total moisture*), kandungan abu (*ash content*), zat terbang (*volatile matter*), dan karbon tertambat (*fixed carbon*). Sedangkan Analisis ultimat meliputi nilai oksigen, karbon, hidrogen, nitrogen, dan sulfur.

Adapun kualitas batubara bahan bakar yang umum digunakan memperhatikan parameter - parameter kualitas batubara berikut:

1. Nilai Kalori (*Calorific Value*)

Nilai kalori yaitu total panas yang dihasilkan oleh batubara apabila dibakar. Panas ini merupakan reaksi eksotermis yang melibatkan senyawa batubara meliputi interaksi antara hidrokarbon dan oksigen.

Kandungan nilai kalori pada umumnya dipengaruhi oleh faktor - faktor berikut ini (Sukandarrumidi, 2006):

- a. Semakin besar nilai kalori, maka semakin tinggi peringkat dari batubara tersebut.
- b. Semakin tinggi *moisture* dan abu maka semakin rendah nilai kalori.

2. Total Sulfur

Total sulfur dipergunakan untuk mengetahui kadar total dari belerang yang terdapat pada batubara, dengan cara membakar sampel dengan suhu tinggi ($1.350\text{ }^{\circ}\text{C}$) atau *high temperature methode*, yang hasilnya berupa dalam (%) dan dasar pelaporan dalam kondisi bebas dari air permukaan (*air dry basis*) (Muchjidin, 2005).

Kandungan sulfur pada batubara merupakan pengotor yang harus dikurangi. Selain dari hasil pembakarannya mempunyai daya korosif dan sumber polusi udara, sulfur juga dapat menunjang terjadinya swabakar batubara (Muchjidin, 2005).

3. Kandungan Air (*Moisture*)

Kandungan air dapat ditentukan kadarnya pada kondisi diterima (*as received*) dan juga merupakan salah satu parameter terpenting dalam pengiriman suatu batubara. Air lembab dianggap sebagai suatu pengotor

yang sama halnya dengan abu dalam batubara. Pengaruh air lembab terhadap kualitas batubara harus terus dikontrol secara ketat agar dapat dijual sebagai akibat dari nilai kadarnya yang telah memenuhi persyaratan maupun spesifikasi batubara yang akan diminta oleh pasar atau konsumen (Muchjidin, 2005).

Kandungan air pada batubara dapat dibedakan menjadi kandungan air bebas (*free moisture*), kandungan air bawaan (*inherent moisture*), dan kandungan air total (*total moisture*) (Muchjidin, 2005)..

a. Kandungan Air Bebas (*Free Moisture*)

Merupakan air yang terkandung pada pori - pori makro dan pipa - pipa kapiler batubara. Air pada kondisi ini dihasilkan oleh lingkungan luar batubara seperti air hujan dan air tanah.

b. Kandungan Air Bawaan (*Inherent Moisture*)

Kandungan air bawaan merupakan air yang terbentuk bersamaan dengan pembentukan batubara dan kandungan air ini tidak bisa hilang dengan pemanasan biasa melainkan harus dilakukan pemanasan sampai mencapai suhu 105 °C.

c. Kandungan Air Total (*Total Moisture*)

Kandungan air total adalah banyak kadar air yang berada dalam suatu batubara sesuai kondisi di lapangan (*as received*) baik yang terkait dalam permukaan batubara ataupun pada struktur dari pori-pori sebelah dalam.

4. Kandungan Abu (*Ash Content*)

Menurut Mulyana (2015), Batubara tidak mengandung abu tetapi mengandung suatu zat pengotor, namun sebagian dari zat pengotor dianalisis serta dapat dikatakan sebagai kandungan abu. Kandungan abu tersebut akan terbawa bersamaan dengan gas - gas hasil pembakaran melalui ruang bakar dan juga area konveksi berbentuk abu terbang atau abu dasar. Biasanya, 20% bentuk abu dasar dan 80% berbentuk abu terbang. Semakin tinggi kandungan dari abu dan tergantung pada komposisinya dapat mempengaruhi tingkat pengotoran, keausan dan juga korosi pada peralatan.

Sifat-sifat dari kandungan abu ini sendiri antara lain sebagai berikut (Mulyana, 2005):

- a. Kandungan abu dalam batubara tersebut, tergantung pada jumlah dan jenis *mineral matter* yang dikandung dalam batubara.
- b. Kandungan abu akan lebih stabil apabila pada suatu batubara yang sama, karena *ash* juga sering dijadikan sebagai salah satu acuan penentu dalam kalibrasi pada alat preparasi maupun pada alat *sampling*.
- c. Semakin tinggi kandungan abu pada jenis batubara yang sama, maka akan semakin rendah nilai kalori pada batubara tersebut.

Kandungan abu suatu batubara umumnya bergantung pada jumlah dan jenis pengotor yang terkandung dalam batubara tersebut, baik yang

berasal dari dalam maupun dari luar. Kandungan abu secara umum dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut, antara lain:

- a. Mineral pengotor lain yang berasal dari proses pengiriman dan pengangkutan batubara (abu dari luar).
- b. Sistem penimbunan batubara di *stockpile* dan juga lamanya penimbunan batubara di *stockpile*.

5. Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Merupakan banyaknya zat yang hilang apabila sampel batubara dipanaskan pada suhu dan waktu yang telah ditentukan. Hal ini dikarenakan *volatile matter* terdiri atas gas - gas yang mudah terbakar seperti karbon monoksida (CO), hidrogen (H), dan metana (CH₄). Kandungan *volatile matter* ini juga yang dapat menyebabkan peristiwa terbakar sendirinya batubara atau biasa disebut swabakar batubara. Oksigen akan mengikat gas *volatile matter* sehingga menyebabkan reaksi oksidasi yang mempercepat pemanasan pada batubara. (Muchjidin, 2005)

6. Karbon Tertambat (*Fixed Carbon*)

Merupakan nilai karbon yang tertinggal setelah *ash*, *volatile matter* dan *moisture* hilang. Semakin tinggi nilai karbon tertambat suatu batubara maka semakin tinggi pula kelas batubara tersebut. Dengan mengurangi kandungan *moisture*, *ash*, dan *volatile matter* pada batubara, maka nilai *fixed carbon* dapat meningkat. Nilai karbon didapat dengan mengurangi nilai dari *inherent moisture*, *ash content*, dan *volatile matter*. (Muchjidin, 2005)

2.4 Kualitas Batubara PT. Bukit Asam Tbk.

Penggolongan mutu batubara yang ada di PT. Bukit Asam Tbk dibuat berdasarkan oleh ketentuan ASTM (*American Standard for Testing Materials*) (Tabel 2.1).

Tabel 2.1
Penggolongan Batubara PT. Bukit Asam Tbk berdasarkan ASTM

Kelas	Group	Group	Keterangan
Antrasit	1	<i>Meta Anthracite</i>	-
	2	<i>Anthracite</i>	Suban
	3	<i>Semi-Anthracite</i>	Air Laya
Bituminous	1	<i>Low Volatile Bituminous</i>	-
	2	<i>Medium Volatile Bituminous</i>	-
	3	<i>High Volatile Bituminous Coal A</i>	Air Laya dan Bukit Kendi
	4	<i>High Volatile Bituminous Coal B</i>	-
	5	<i>High Volatile Bituminous Coal C</i>	-
Sub-Bituminous	1	<i>Sub-Bituminous Coal A</i>	Air Laya
	2	<i>Sub-Bituminous Coal B</i>	Muara Tiga Besar
	3	<i>Sub-Bituminous Coal C</i>	Banko Barat

(Sumber: Satker Eksplorasi Rinci PT. Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim)

Klasifikasi batubara bertujuan untuk memenuhi variasi mutu atau kelas batubara. Klasifikasi batubara yang umum digunakan adalah klasifikasi menurut ASTM (*American Society for Testing Materials*).

Klasifikasi ini didasarkan atas analisa proksimat batubara, berdasarkan daripada derajat perubahan selama proses pembatubaraan mulai dari lignit sampai dengan antrasit.

Klasifikasi kualitas batubara oleh PT. Bukit Asam Tbk adalah berdasarkan analisa proksimat batubara dan kalori batubara dengan *mine brand* untuk batubara hasil dari penambangan yang belum mengalami proses pengolahan dan *market brand* untuk batubara yang telah mengalami pengolahan sebelumnya, seperti dilakukannya *blending*, untuk cara klasifikasi batubara sesuai dengan merek dagang PTBA.

1. *Mine Brand* PTBA

Mine brand adalah penggolongan kualitas batubara berdasarkan lokasi penambangan batubara sebelum dipasarkan.

a. Banko Barat

- BB – 46 (4600 – 4900 kkal/kg,ar)
- BB – 50 (4901 – 5200 kkal/kg,ar)
- BB – 52 (5201 – 5500 kkal/kg,ar)

b. Muara Tiga Besar

- MT – 44 (4400 – 4600 kkal/kg,ar)
- MT – 46 (4601 – 4900 kkal/kg,ar)
- MT – 50 (4901 – 5200 kkal/kg,ar)

c. Air Laya

- AL – 50 (4901 – 5200 kkal/kg,ar)
- AL – 52 (5201 – 5500 kkal/kg,ar)

- AL – 55 (5501 – 5800 kkal/kg,ar)
- AL – 58 (5801 – 6100 kkal/kg,ar)
- AL – 61 (6101 – 6400 kkal/kg,ar)
- AL – 64 (6401 – 6700 kkal/kg,ar)
- AL – 67 (6701 – 7100 kkal/kg,ar)
- AL – 72 (7101 < kkal/kg,ar)

2. *Market Brand* PTBA

Market Brand adalah penggolongan kualitas batubara untuk dipasarkan kepada *buyer* sebagai produk akhir batubara di PT. Bukit Asam Tbk.

- BUKITASAM – 48 (4800 Kcal/Kg,arb)
- BUKITASAM – 50 (5000 Kcal/Kg,arb)
- BUKITASAM – 64 (6400 Kcal/Kg,arb)
- BUKITASAM – 67 (6700 Kcal/Kg,arb)

Tabel 2.2
Coal Brand PT. Bukit Asam Tbk.

<i>Coal Brand</i>	<i>Gross CV</i>	<i>TM</i>	<i>IM</i>	<i>Ash</i>	<i>VM</i>	<i>TS max</i>
	Kcal/Kg	Arb	Adb	Adb	% adb	% adb
Bukit Asam-48	4800	29	14	6	35	1,0
Bukit Asam-50	5000	28	12	8	35	0,8
Bukit Asam-64	6400	13	6	10	35	1,0
Bukit Asam-67	6700	10	7	7	35	1,0

(Sumber: PT. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim)

2.5 *Stockpile*

Menurut Anne M Carpenter (1999) terdapat 2 jenis *stockpile*, yaitu *temporary stockpile* dan *permanent stockpile*. *Temporary stockpile* merupakan tempat penumpukan batubara sementara dari hasil penambangan yang didapat pada *pit area*. *Temporary stockpile* dibuat berada dekat dengan *pit area* untuk memperlancar proses pengangkutan ke tempat pengolahan. Lokasi *temporary stockpile* hanya bersifat sementara dan dapat berpindah tempat mengikuti *pit area* yang sedang dikerjakan.

Sedangkan *permanent stockpile* merupakan tempat penyimpanan dan penumpukan akhir material batubara sebelum dipasarkan. *Permanent stockpile* juga digunakan untuk mencampur batubara supaya homogenisasi yang bertujuan untuk menyiapkan produk dari satu tipe material dimana fluktuasi didalam kualitas batubara dan distribusi ukuran disamakan. Lokasi *permanent stockpile* ini bersifat permanen atau tidak berpindah tempat dan berada di dekat pelabuhan.

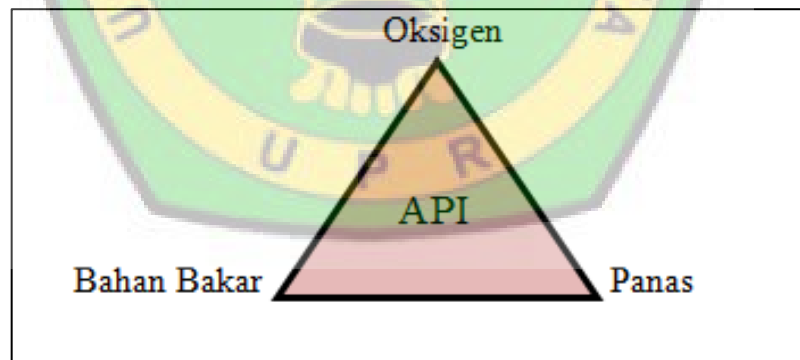
2.6 *Swabakar*

Swabakar adalah suatu fenomena yang terjadi pada batubara pada saat batubara tersebut disimpan pada *stockpile* dalam jangka waktu tertentu. Swabakar sendiri merupakan proses dimana batubara terbakar dengan sendirinya akibat dari reaksi oksidasi eksotermis (uap dan oksigen di udara) yang dapat terus menyebabkan kenaikan terhadap temperatur batubara (Coaltech, 2003).

Adapun reaksi umum yang ditunjukkan oleh batubara saat terjadinya oksidasi adalah sebagai berikut (Pone, 2007) :



Reaksi antara oksigen dan batubara diatas akan menimbulkan panas yang dapat memicu terjadinya pemanasan pada batubara yang dapat menyebabkan terbakarnya batubara, namun proses pembakaran tidak begitu saja terjadi, agar batubara dapat terbakar, peristiwa oksidasi harus melibatkan proses kimiawi dari tiga unsur, yaitu bahan bakar, dalam hal ini batubara, oksigen yang terkandung dalam udara yang menyerpa dan meresap di rongga - rongga *stockpile*, dan sumber panas yang sudah ada di batubara (Gambar 2.2), teori ini biasa disebut sebagai teori segitiga api (Kelvin, 2015).



Gambar 2.2 Segitiga Api

Swabakar dapat terjadi apabila panas dari reaksi oksidasi yang berada di dalam timbunan tidak dapat dikeluarkan secara baik, terutama batubara yang memiliki ukuran kecil yang memiliki diameter <10cm

dimana luas permukaan yang terekspos dengan udara cukup besar, sehingga lebih mudah untuk menjadi panas.

Apabila terjadi reaksi oksidasi secara terus - menerus maka panas yang dihasilkan juga akan mengalami peningkatan. Meningkatnya suhu disebabkan karena sirkulasi udara dalam timbunan tidak lancar, sehingga suhu dalam timbunan akan terakumulasi dan naik mencapai suhu titik pembakaran (*self heating*), dan menyebabkan terjadinya swabakar (Sukandarrumidi, 2006).

Menurut Sukandarrumidi (2006), batubara dapat terbakar dengan sendirinya setelah mengalami beberapa proses yang bertahap, yaitu:

1. Mula - mula batubara akan menyerap oksigen dari udara secara perlahan-lahan dan kemudian temperatur batubara akan naik.
2. Sebagai akibat temperatur naik, kecepatan batubara menyerap oksigen dari udara bertambah dan temperatur kemudian akan mencapai 100 - 140 °C.
3. Setelah mencapai temperatur 140 °C, uap dan CO₂ akan terbentuk.
4. Sampai temperatur 230 °C isolasi CO₂ akan berlanjut.
5. Bila temperatur telah berada diatas 350 °C, ini berarti batubara telah mencapai titik sulutnya dan akan cepat terbakar.

2.7 Faktor - Faktor Penyebab Terjadinya Swabakar

Selain faktor utama yang memicu terjadinya swabakar seperti adanya oksigen, terdapat juga beberapa faktor yang dapat meningkatkan

potensi swabakar seperti karbonisasi yang rendah (Sukandarrumidi, 2006). Selain daripada itu, faktor - faktor lain yang dapat menyebabkan tingginya potensi swabakar antara lain:

1. Lamanya Penimbunan

Batubara yang tertimbun lama memiliki potensi *self heating* yang lebih besar dibandingkan dengan batubara yang baru ditimbun dikarenakan terdapatnya konsentrasi panas yang tersimpan di dalam timbunan batubara yang telah lama, selain dari panas yang terkandung, oksigen yang terkandung didalamnya pun akan semakin besar yang dapat menyebabkan tingkat oksidasi menjadi semakin tinggi. Oleh karena itu, semakin lama batubara terekspos di udara maka semakin tingginya kemungkinan terjadinya *self heating* sampai terjadinya swabakar batubara. Batubara yang ditimbun pada *stockpile*, baik *temporary stockpile* maupun *permanent stockpile* idealnya tidak melebihi 30 hari untuk meminimalisir potensi swabakar (Mulyana, 2005).

2. Metode Penimbunan

Metode penimbunan yang dilakukan akan mempengaruhi proses terjadinya *self heating*, contohnya dengan melakukan pemadatan, proses tersebut menekan kenaikan suhu sehingga dapat menghambat terjadinya swabakar di *stockpile* karena ruang antar butir bagi oksigen untuk masuk dapat berkurang. Pemadatan dapat dilakukan dengan

manuver alat berat seperti *dozzer* diatas tumpukan batubara (Syahrul, 2015).

3. Kondisi timbunan

Kondisi timbunan meliputi dimensi timbunan dan keadaan di sekitar timbunan yang berpotensi menyebabkan *self heating* batubara, seperti tinggi timbunan, sudut timbunan, segregasi ukuran butir, sudut timbunan, arah angin, suhu, dan tinggi timbunan (Muchjidin, 2005).

a. Tinggi Timbunan

Tinggi timbunan yang semakin tinggi akan menyebabkan semakin banyak panas yang terserap. Hal ini dikarenakan sisi miring yang terbentuk akan semakin panjang sehingga daerah yang tak terpadatkan akan semakin luas dan sudut kemiringan yang terbentuk akan semakin besar. Akibatnya permukaan yang teroksidasi semakin besar dan angin yang mengenai sisi *stockpile* tidak dapat dibelokkan ke atas dan terjadi oksidasi yang besar pada sisi yang terkena angin. Untuk batubara *subbituminous* dengan *rank* 4611 Kcal/Kg – 5833 Kcal/Kg sebaiknya ditimbun tidak lebih dari 30 hari dengan tinggi timbunan maksimum 6 meter. Sedangkan untuk timbunan batubara lignit dengan *rank* kalori sekitar 3500 Kcal/Kg – 4611 Kcal/Kg sebaiknya ditimbun tidak lebih dari 14 hari dengan tinggi timbunan maksimum 4 meter (Muchjidin, 2005). Semakin rendah kalori yang dimiliki batubara, akan semakin cepat batubara tersebut mengalami

swabakar. Hal ini dikarenakan semakin rendah kalori yang dimiliki, maka semakin rendah titik bakar suatu batubara.

b. Segregasi Ukuran Butir

Ukuran butir batubara juga mempengaruhi kecepatan dari proses oksidasi. Ketidakteraturan ukuran butir pada timbunan batubara juga akan memudahkan batubara mengalami oksidasi. Hal ini dikarenakan sirkulasi udara menjadi tidak stabil dan sangat besar titik tertentu yang memiliki rongga yang besar. Sehingga bagian tersebut terus mengalami oksidasi dan dapat memicu swabakar kemudian merembet ke area lainnya (Carpenter, 1999).

c. Sudut Timbunan

Sudut timbunan adalah sudut yang dibentuk oleh suatu tumpukan batubara pada timbunan (*stockpile*). Sudut tersebut sebaiknya lebih kecil dari *angle of repose* timbunan batubara. Pada 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° seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.3

Tabel 2.3
Angle Of Slope Beberapa Material

Material	Angle of Repose (°)
<i>Clay</i> , dari tambang	30 – 40
<i>Coal</i> , dari tambang	38
<i>Graver</i> , dari tambang	38
<i>Limestone</i> , dari tambang	30 – 40
Bijih mangan	39
Batuan Bongkah	20 – 29
Pasir, kering	35

(Sumber : Andri Hermawan, 2001)

d. Parameter Kualitas Batubara

Perbedaan kualitas batubara akan mempengaruhi perbedaan potensi *self heating* yang terjadi sampai terjadinya swabakar, karena batubara memiliki kadar parameter yang berbeda – beda di setiap kualitas batubara. Batubara yang berpotensi menyebabkan swabakar adalah batubara dengan kandungan zat terbang (*volatile matter*) tinggi karena korelasinya terhadap tingkat cepat atau tidaknya batubara terbakar (Kaymakci, 2002) dan kandungan sulfur yang ada di batubara terutama dalam bentuk *pyrite* akan sangat mempengaruhi tingginya potensi swabakar batubara dikarenakan kemampuan penerimaan panas dari jenis batubara ini relatif tinggi (Deng, 2015).

e. Suhu

Semua jenis batubara memiliki perbedaan potensi untuk terbakar dengan sendirinya, waktu yang diperlukan oleh batubara untuk terbakar dan besarnya suhu yang diperlukan untuk mencapai temperatur kritis dan titik inisiasi pembakaran pun berbeda untuk masing - masing jenis batubara. Semakin rendah kualitas batubara maka semakin rendah pula temperatur kritisnya dan sebaliknya semakin tinggi kualitas batubara maka semakin tinggi pula titik temperatur kritis batubara tersebut (Muchjidin, 2005). Pada batubara peringkat lignit hingga sub bituminus memiliki suhu kritis antara 50°C hingga 60°C. Sedangkan untuk batubara bituminus hingga antrasit memiliki suhu kritis antara 70°C hingga 80°C.

Estimasi terjadinya swabakar pada batubara dapat dihitung dengan rumus (Triono, Suryadi Ambak. 2015) :

$$T = (P \times Ks) + Sa$$

Keterangan:

T = Temperatur batubara mulai berasap

P = Jumlah minggu

Ks = Kenaikan suhu per minggu

Sa = Suhu awal batubara

f. Arah Angin

Bentuk temporary *stockpile* harus memanjang searah dengan arah angin sehingga bagian permukaan yang berhadapan dengan arah angin dominan adalah permukaan yang kecil dari timbunan yakni bagian lebar dari *stockpile* (Mulyana, 2005). Peredaran angin atau ventilasi udara dalam timbunan batubara dapat dikurangi dengan cara menghindari segregasi partikel batubara atau dengan cara pengompakan timbunan, terutama pada sisi miring timbunan.

2.8 Upaya Pencegahan Terjadinya Swabakar

Menurut Muchjidin (2016), ada beberapa cara dalam melakukan penanganan tumpukan batubara agar mengurangi terjadinya swabakar, diantaranya :

1. Memadatkan Permukaan

Untuk menyimpan batubara yang relatif cukup lama, baik batubara yang berkualitas tinggi maupun batubara yang berkualitas rendah, sebaiknya tumpukan dilakukan pemadatan. Pemadatan permukaan akan mengurangi tingkat oksidasi batubara di dalam tumpukan. Pemadatan tumpukan harus dilakukan secara berkala pada lapisan timbunan batubara dengan ketebalan 0,5 – 1 meter dengan menggunakan alat *bulldozer*

2. Mengurangi Sudut Tumpukan

Tindakan ini dilakukan untuk mengurangi banyaknya angin yang menerpa tumpukan batubara. Dilakukannya pelandaian pada bagian permukaan yang menghadap arah angin, dapat mengurangi persentase oksigen yang masuk ke dalam timbunan. Dengan sudut yang landai, angin yang menerpa pada tumpukan batubara seperti dibelokkan ke arah atas sehingga tidak terjadi turbulensi angin disekitar timbunan batubara.

3. Mengurangi Ketinggian *Stockpile*

Tindakan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi *impact* dari angin yang menerpa timbunan atau tumpukan. Apabila luas permukaan yang diterpa oleh angin besar, maka semakin besar tingkat oksidasi yang terjadi yang menyebabkan kemungkinan terjadinya swabakar semakin besar. Mengurangi tinggi *stockpile* dapat dilakukan dengan menimbun batubara melebar atau luasan tumpukannya diperbesar. Untuk batubara subbituminous tinggi tumpukan tidak boleh melebihi 6 meter dan untuk batubara lignit tinggi tumpukan tidak boleh melebihi 4 meter.

4. Pemisahan Ukuran Butir

Batubara yang berukuran besar di sekeliling lantai tumpukan harus disingkirkan, karena akan membantu pergerakan bebas dari udara. Karena udara dapat melakukan penetrasi ke dalam timbunan batubara yang dapat menimbulkan terjadinya oksidasi. Apabila penetrasi udara

sering terjadi secara terus - menerus maka temperatur timbunan mengalami kenaikan dan dapat mengalami swabakar.

5. Melakukan Pengecekan Temperatur

Pengecekan temperatur dilakukan setiap hari untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi pada tumpukan batubara dengan menggunakan alat ukur *Thermometer* agar dapat dilakukan deteksi lebih dini bila suhu batubara meningkat dan agar dapat dihitung kenaikan suhu perminggunya untuk memperkirakan kapan batubara akan mengalami swabakar.

6. Mengupayakan Pelaksanaan Manajemen FIFO (*First In First Out*)

Manajemen FIFO merupakan manajemen *stockpile* yang memiliki prinsip dimana batubara yang pertama kali di *dumping pada* *stockpile* merupakan batubara yang pertama kali diangkut keluar *stockpile*. Manajemen FIFO di setiap *stockpile* harus diusahakan terlaksana. Karena hal ini juga akan mencegah terjadinya pembakaran spontan pada *stockpile*. Hal ini dikarenakan batubara pada timbunan tidak terlalu lama terekspos dengan udara.



Gambar 2.3 Manajemen FIFO (Muchjidin, 2016)

7. Menggunakan Larutan Kimia

Menggunakan larutan kimia yang terbuat dari campuran hidrokarbon dan *emulfisier* yang memiliki fungsi seperti lilin yang melapisi permukaan batubara agar tidak terpengaruh faktor hujan sehingga dapat mengendalikan nilai *total moisture* dan *volatile matter* agar tidak meningkat. Larutan kimia untuk mencegah dan menangani swabakar ada beberapa jenis, diantaranya :

1. *Outodust/Vinasol*

Produk ini dapat mencegah terjadinya swabakar selama ± 21 hari. Pengaplikasiannya dengan mencampurkan *outodust* dengan air dengan perbandingan 1 : 50 yang berarti 1 liter *outodust* dicampurkan dengan 50 liter air

2. *Focustcoat*

Produk ini dapat mencegah terjadinya swabakar selama ± 60 hari. Pengaplikasiannya dengan mencampurkan *focustcoat* dengan air dengan perbandingan 1 : 50 yang berarti 1 liter *focustcoat* dicampurkan dengan 50 liter air.

3. *Hydrosol*

Produk ini dapat mencegah terjadinya swabakar selama ± 75 hari. Pengaplikasiannya dengan mencampurkan *hydrosol* dengan air dengan perbandingan 1 : 50 yang berarti 1 liter *hydrosol* dicampurkan dengan 50 liter air.

4. Murion

Larutan kimia murion adalah produk polimer nano yang dengan cepat mengurangi suhu, memadamkan api, dan mencegahnya menyebar. Jika diterapkan pada tumpukan batubara yang terbakar, api akan segera padam. Larutan murion diaplikasikan dengan cara mencampurkan murion dengan air dengan perbandingan 1 : 50 yang berarti 1 liter murion dicampurkan dengan 50 liter air.

2.9 Upaya Penanganan Swabakar

Penanganan swabakar dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut ini (Mulyana, 2005) :

1. Apabila swabakar tidak dapat dicegah dan terjadi di *stockpile*, maka evakuasi batubara harus segera dilakukan.

2. Hati-hati dalam menangani batubara yang terbakar tersebut. Semua alat *safety* yang diperlukan harus digunakan.
3. Perlakuan batubara yang terbakar dapat dilakukan dengan:
 - a. Melakukan penyemprotan terhadap nyala api yang terjadi dengan menggunakan larutan kimia murion kemudian disemprotkan ke titik swabakar dengan jarak yang tidak terlalu dekat dengan api tersebut. Lakukan sampai nyala api benar-benar hilang dan temperatur batubara sudah turun.
 - b. Membuang abu yang terdapat pada bekas terbakarnya batubara tersebut.
 - c. Melakukan penggalian terhadap batubara apabila *stockpile* tersebut terbakar. Hati-hati dalam menggali batubara yang sudah terbakar tersebut karena dapat menimbulkan ledakan api.
 - d. Merelokasi batubara yang panas tetapi belum terbakar ke lokasi *stockpile* yang aman. Lakukan *spreading* pada batubara tersebut untuk menurunkan temperaturnya.
 - e. Menumpuk kembali batubara tersebut segera setelah temperaturnya turun. Lakukan pemadatan apabila batubara tersebut tidak akan segeraangkut.

2.10 Manajemen *Stockpile*

Manajemen *stockpile* merupakan segala proses pengaturan *stockpile* batubara yang meliputi pengaturan kualitas, kuantitas, dan teknis

penumpukan batubara di *stockpile* (Anne M Carpenter, 1999). Hal ini bertujuan agar batubara dapat terkontrol, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Dimana hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi kerugian yang dihasilkan dari proses penanganan batubara maupun penambangan batubara, seperti halnya disebabkan oleh erosi yang terjadi saat musim hujan maupun yang disebabkan oleh terbakar sendirinya batubara.

Untuk batubara yang mudah terbakar dengan sendirinya, harus mendapat perhatian khusus. Hal yang perlu diperhatikan adalah dengan menghindari adanya gejala swabakar dan mengantisipasi timbulnya genangan air pada area timbunan. Jangka waktu penyimpanan batubara diharapkan tidak terlalu lama, hal ini dapat menyebabkan timbulnya swabakar dan penurunan kualitas batubara tersebut. Ada beberapa hal yang wajib diperhatikan dalam penerapan manajemen *stockpile* yaitu:

1. Kontrol temperatur dan swabakar.
2. Kontrol terhadap kontaminasi.
3. Kontrol terhadap aspek kualitas batubara.
4. Kontrol terhadap aspek lingkungan.

2.11 Desain *Stockpile*

Desain atau bentuk dari suatu *stockpile* dirancang berdasarkan atas pertimbangan seperti : kapasitas volume batubara yang akan ditimbun, lokasi kualitas batubara yang akan menjadi produk utama, sistem *blending*

yang dilakukan, dan sistem penumpukan yang diterapkan (Mulyana, 2005).

2.11.1 Desain Permukaan Dasar *Stockpile*

Permukaan dasar dari suatu *stockpile* harus dibuat stabil dan dibuat *bedding* dengan menggunakan material yang cukup kuat untuk menopang berat timbunan batubara. Selain itu, permukaan dasar *stockpile* harus dibuat agak cembung supaya drainase *stockpile* lancar dan tidak terjadi genangan air yang terjebak ditengah *stockpile* pada saat hujan (Mulyana Hana, 2005).



Gambar 2.4 Penurunan Dasar *Stockpile* (Mulyana Hana, 2005)

Pada penimbunan batubara yang berbentuk kerucut, titik berat akan berada disekitar pusat lingkaran. Hal ini akan menyebabkan terjadinya penurunan dasar *stockpile*. Apabila terjadi penurunan dasar *stockpile* maka akan menyebabkan air terjebak dalam cekungan tersebut yang dapat mengakibatkan terjadinya perbedaan humiditas dalam timbunan batubara tersebut yang akan memicu terjadinya *self heating* atau menjadi akselerator pada saat

batubara bagian atas mengalami kenaikan temperatur (Mulyana Hana, 2005).

2.11.2 Pembuatan Saluran *Temporary Stockpile*

Untuk mengalirkan air yang berada di timbunan batubara baik yang berasal dari air hujan maupun yang berasal dari penyemprotan air di sekeliling *stockpile* harus dibuat saluran air yang akan dialirkan ke kolam pengendap agar air tidak menggenang di dasar *stockpile*. Air yang akan melewati timbunan batubara juga akan melarutkan batubara halus dari timbunan batubara, sehingga partikel batubara yang halus akan terbawa oleh aliran air. Dengan demikian partikel batubara yang terbawa oleh air dari *stockpile* tersebut tidak mencemari lingkungan. Saluran pada *temporary stockpile* dibuat dengan bentuk limas terpancung terbalik dengan kedalaman 1 meter dan lebar 2 meter (Mulyana Hana, 2005).

2.11.3 Volume *Stockpile*

Dimensi *stockpile* atau bentuk bangun dari *stockpile* bermacam - macam, namun bentuk yang biasa dijumpai pada *stockpile* adalah bentuk kerucut, prisma, kerucut terpancung, dan prisma / limas terpancung.

1. Volume Kerucut

$$V = 1/3 \pi \times r^2 \times t \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

v = volume kerucut

r = jari - jari lingkaran alas

t = tinggi kerucut

2. Volume Prisma

$$V = 1/2 \times a \times t \times T \dots \dots \dots (2)$$

V = volume prisma

a = alas segitiga

t = tinggi segitiga

T = tinggi prisma

3. Volume Prisma / Limas Terpancung

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

Dimana :

V = volume limas terpancung

t = tinggi limas terpancung

A = luas bidang atas

B = luas bidang bawah

4. Volume Kerucut Terpancung

$$V = 1/3 \pi \times t (R + r + \sqrt{R \cdot r}) \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

V = volume kerucut terpancung

t = tinggi kerucut terpancung

r = jari - jari lingkaran atas

R = jari - jari lingkaran bawah

2.12 Sistem Penumpukan Batubara

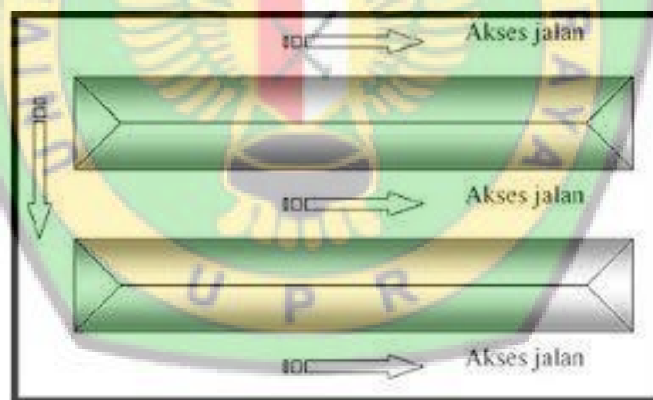
Sistem penumpukan batubara harus diatur agar segregasi atau pemisahan stock berdasarkan perbedaan kualitas dapat dilakukan dengan baik dan juga tumpukan tersebut dapat meminimalkan risiko terjadinya pembakaran spontan di *stockpile*. Menurut Anne M Carpenter (1999), hal ini dapat dilakukan dengan cara menumpuk batubara memanjang searah dengan arah angin agar permukaan tumpukan batubara yang menghadap ke arah datangnya angin menjadi kecil.



**Gambar 2.5 Tumpukan Batubara terhadap Arah Mata Angin
(Anne M Carpenter 1999)**

Selain penumpukan dibuat sejajar dengan arah angin, untuk penyimpanan batubara yang relatif lama, bagian permukaan yang menghadap ke arah angin harus dipadatkan dan sudut lerengnya diperkecil. Pemadatan terhadap seluruh permukaan dapat dilakukan apabila batubara tersebut akan disimpan dalam jangka waktu yang lama.

Untuk *maintenance stockpile* dan untuk merelokasi batubara yang terbakar apabila tidak bisa dicegah, maka tumpukan harus diatur agar tidak ada bagian tumpukan batubara yang sampai ke tepi areal *stockpile*. Di sekeliling tumpukan batubara harus ada akses jalan baik untuk kontrol maupun untuk *excavator* apabila diperlukan untuk menggali batubara yang terbakar.



Gambar 2.6 Akses Jalan pada Tumpukan Batubara (Mulyana Hana, 2005)

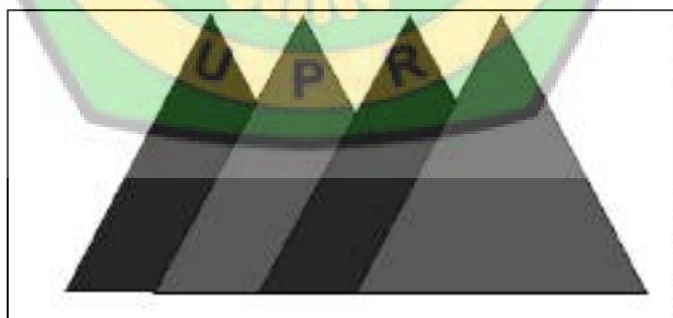
2.13 Pola Penimbunan Batubara

Menurut Okten G. (2006), pola penimbunan batubara bertujuan untuk mengatur jumlah tonase batubara yang akan ditimbun sesuai dengan kebutuhan *handling* atau penanganan batubara. Pola penimbunan disesuaikan dengan keadaan tempat penimbunan dan alat yang akan

digunakan untuk menimbun batubara. Pola Penimbunan harus diatur sedemikian rupa guna mencegah resiko terjadinya swabakar dan pemisahan berdasarkan kualitas dapat berjalan dengan baik. Menurut Okten G. (2006), terdapat beberapa pola penimbunan yang umum digunakan:

1. *Cone Ply*

Dalam pola penimbunan ini, *stacker* akan menumpuk batubara dalam bentuk kerucut sepanjang *stockpile* sampai membentuk bangun prisma segitiga. Seperti pada (Gambar 2.7), pola penumpukan yang dilakukan dengan menempatkan satu baris material sepanjang *stockpile* secara bolak-balik sampai mencapai ketinggian yang ditentukan. Metode ini biasanya digunakan untuk meminimalisir pengaruh dari air hujan. Alat yang biasa digunakan pada pola penimbunan seperti ini adalah *stacker reclaimer*.

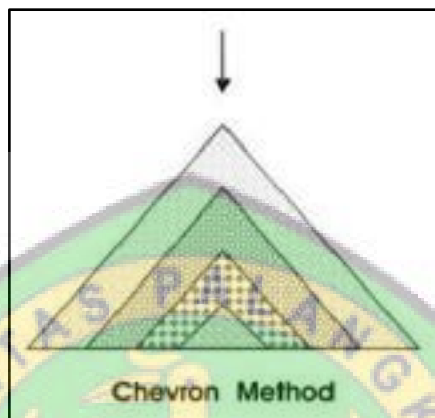


Gambar 2.7 Pola Penimbunan *Cone Ply* (Sanwani, 1998)

2. *Chevron*

Merupakan pola penimbunan dengan menempatkan *stacker* untuk memulai penumpukan kerucut pertama yang kemudian dilanjutkan menumpahkan tumpukan kedua sampai ketinggian tertentu dan begitu

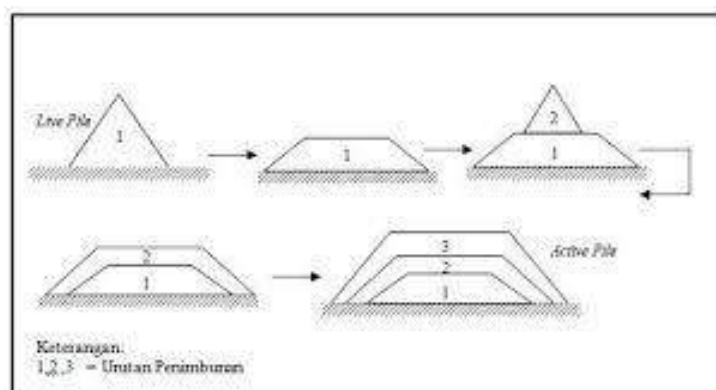
seterusnya sampai ketinggian timbunan benar - benar seperti yang telah direncanakan. Pola ini lebih menekankan ke bentuk kerucut yang dibentuk oleh alat curah seperti *stacker reclaimer* seperti pada (Gambar 2.8).



Gambar 2.8 Pola Penimbunan *Chevron* (Okten, G., 2006)

3. *Chevron*

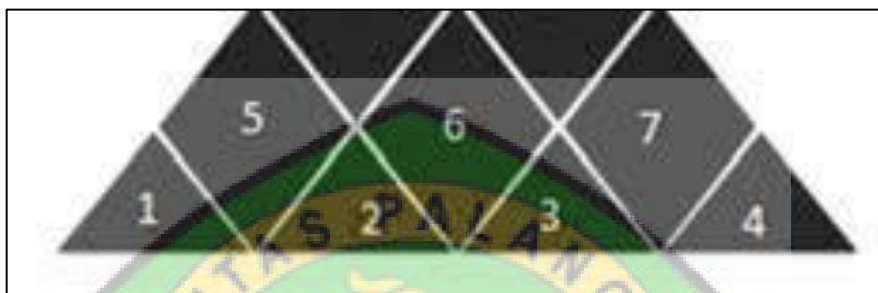
Merupakan pola kombinasi antara pola penimbunan *chevron* dan *cone ply*, biasanya digunakan untuk penyimpanan dengan kapasitas yang besar dengan bentuk limas atau prisma terpancung. Pola penimbunan ini dapat dilakukan menggunakan alat berat seperti *loader* maupun *excavator backhoe*.



Gambar 2.9 Pola Penimbunan *Chevron* (Lakon Utamakno, dkk. 2017)

4. *Windrow*

Merupakan penimbunan dengan baris sejajar sepanjang lebar *stockpile* dan diteruskan sampai ketinggian yang dikehendaki, kemudian maju ke depan dengan mengubah sudut *stacker* dari dasar *stockpile* seperti pada (Gambar 2.10).



Gambar 2.10 Pola Penimbunan *Windrow* (Sarwani, 1998)

2.14 Metode Pengolahan Data Regresi Linier Sederhana

Menurut Junaidi (2014), Analisis regresi linier sederhana adalah hubungan secara linear antara satu variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Data yang digunakan biasanya berskala interval atau rasio.

Rumus regresi linear sederhana sebagai berikut:

$$Y' = a + bX$$

Keterangan:

Y' = Variabel dependen (nilai yang diprediksikan)

X = Variabel independen

a = Konstanta (nilai Y' apabila $X = 0$)

b = Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan)

Analisis regresi linier sederhana dikerjakan menggunakan aplikasi Ms. Excel dengan cara sebagai berikut :

1. Masukkan data ke dalam kertas kerja (*spreadsheet*) yang dievaluasi.
Masukan Rentang Y (*Input Y Range*) dan Masukan Rentang X (*Input X Range*). Masukan Y mencerminkan variabel dependen, sementara X mencerminkan variabel independen.
2. Buka peralatan *Regression Analysis*.
Klik *Tools > Data Analysis* dan pilih *Regression* dari daftar alat-alat.
3. Tentukan Masukan Rentang Y
Di dalam kotak *Regression Analysis*, klik di dalam *Input Y Range*.
Setelah itu, klik dan geser kursor ke dalam kotak *Input Y Range* untuk menyeleksi semua angka yang ingin dianalisis.
4. Ulangi langkah sebelumnya untuk memasukkan *Input X Range*.
5. Tentukan tempat hasil/keluaran akan muncul, dilakukan dengan memilih rentang keluaran tertentu atau mengirimkan data ke buku atau kertas kerja baru.

6. Klik *OK*.

Kesimpulan keluaran regresi dari data-data yang telah diinput akan muncul di tempat yang telah ditentukan.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Bukit Asam Tbk memulai kegiatan eksplorasi pada tahun 1915 sampai tahun 1918 dan mulai memproduksi pada tahun 1919. Sejarah pertambangan batubara di Tanjung Enim dimulai sejak zaman kolonial Belanda pada tahun 1919 dengan menggunakan metode penambangan terbuka (*open pit mining*) di wilayah operasi pertama, yaitu di Tambang Air Laya (TAL). Selanjutnya mulai tahun 1923 beroperasi dengan metode penambangan bawah tanah (*underground mining*) hingga tahun 1940, sedangkan produksi untuk kepentingan komersial dimulai pada tahun 1938.

Seiring dengan berakhirnya kekuasaan kolonial Belanda di tanah air, para karyawan Indonesia kemudian berjuang menuntut perubahan status tambang menjadi Pertambangan Nasional. Pada 1950, Pemerintah RI kemudian mengesahkan pembentukan Perusahaan Negara Tambang Arang Bukit Asam (PN TABA).

Pada tahun 1981, PN TABA kemudian berubah status menjadi Perseroan Terbatas dengan nama PT. Tambang Batubara Bukit Asam Tbk yang selanjutnya disebut Perseroan. Dalam

rangka meningkatkan pengembangan industri batubara di Indonesia, pada tahun 1990 Pemerintah menetapkan penggabungan Perum Tambang Batubara dengan Perseroan.

Sesuai dengan program pengembangan ketahanan energi nasional, pada tahun 1993 Pemerintah menugaskan Perseroan untuk mengembangkan usaha briket batubara. Pada 23 Desember 2002, Perseroan mencatatkan diri sebagai perusahaan publik di Bursa Efek Indonesia dengan kode “PTBA”.

3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penelitian penulis terletak di wilayah Muara Tiga Besar Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan dapat dicapai dari Palangka Raya (Gambar 3.2) melalui rute:

1. Dari Bandara Tjilik Riwut Palangka Raya menuju Bandara Soekarno Hatta Jakarta menggunakan pesawat udara dengan waktu tempuh 1 jam 40 menit.
2. Dari Bandara Soekarno Hatta Jakarta menuju Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang menggunakan pesawat udara dengan waktu tempuh 1 jam.
3. Dari Palembang menuju Muara Tiga Besar menggunakan kendaraan roda empat dengan waktu tempuh 5 jam.

3.1.3 Iklim dan Curah Hujan

Daerah Tanjung Enim memiliki iklim yang sama dengan iklim tropis pada umumnya, dengan kelembaban dan temperatur yang tinggi, yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan.

Dengan metode penambangan terbuka maka seluruh aktivitas pekerjaan berhubungan langsung dengan udara bebas, sehingga iklim dan cuaca sangat berpengaruh terhadap operasional.

3.2 Kondisi Geologi

3.2.1 Geologi Regional

Kondisi geologi pada daerah penambangan PT. Bukit Asam Tbk terdiri atas beberapa formasi batuan berumur antara Miosen sampai Pliosen. Selain itu di beberapa lokasi penambangan juga terdapat intrusi batuan beku andesit berupa retas menerobos formasi di atasnya dan mengakibatkan kenaikan kualitas batubara setempat sehingga batubara yang dihasilkan memiliki kalori relatif lebih tinggi.

Formasi batuan di daerah Muara Enim diendapkan pada Cekungan Sumatera bagian selatan yang mana dari yang tua sampai yang muda dapat dipisahkan menjadi beberapa formasi yaitu:

1. Formasi Air Benakat

Formasi Air Benakat diendapkan selaras diatas Formasi Gumai yang berumur miosen tengah tersusun oleh batulempung pasiran dan batupasir Glaukonitan. Formasi Air Benakat diendapkan pada lingkungan laut neritik dan berangsur menjadi laut dangkal, dengan ketebalan antara 100 hingga 800 meter.

2. Formasi Muara Enim

Formasi Muara Enim diendapkan selaras di atas Formasi Air Benakat. Formasi ini berumur Miosen atas yang tersusun oleh batulempung, batulanau dan batupasir tufaan serta batubara. Formasi ini merupakan hasil pengendapan lingkungan laut neritik sampai rawa.

3. Formasi Kasai

Formasi Kasai diendapkan selaras di atas Formasi Muara Enim. Formasi ini tersusun oleh batupasir tufaan, batulempung dan sisipan batubara tipis. Formasi ini dicirikan oleh tufa yang berwarna putih, seperti yang tersingkap di daerah Suban maupun Klawas. Lingkungan pengendapan ini adalah darat sampai transisi.

Formasi Muara Enim dibedakan menjadi 4 anggota, yaitu M1, M2, M3 dan M4, masing - masing anggota mengandung lapisan batubara sebagai berikut:

- a. Anggota M1 Formasi Muara Enim mengandung 2 lapisan batubara, yakni lapisan batubara Kladi (5 - 10 m) dan Merapi (0.2 - 1 m).
- b. Anggota M2 Formasi Muara Enim mengandung mayoritas lapisan batubara yang terdapat di Tanjung Enim. Lapisan batubara tersebut dinamakan lapisan batubara C (Petai) dengan ketebalan 5 - 9 m, lapisan batubara B (Suban) dengan ketebalan 10 - 18 m dan lapisan batubara A (Mangus), dengan ketebalan 8 - 12 m.
- c. Anggota M3 Formasi Muara Enim mengandung beberapa lapisan batubara dengan ketebalan kurang dari 2 m, hanya ada 1 lapisan batubara yang cukup tebal yaitu lapisan batubara Benuang dengan ketebalan 1 - 2 m.
- d. Anggota M4 Formasi Muara Enim mengandung beberapa lapisan batubara dengan ketebalan mencapai 20 m, lapisan batubara tsb antara lain: lapisan batubara Kebon, Enim, Jelawatan dan Niru.

3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

3.2.2.1 Stratigrafi dan Litologi

Pada wilayah penambangan PT Bukit Asam Tbk berada pada formasi Muara Enim yang terdiri atas 3 kelompok besar yaitu: lapisan tanah penutup (*overburden*), kemudian kelompok lapisan

utama batubara yang terdiri dari 5 (lima) lapisan yaitu Mangus Atas (A1), Mangus Bawah (A2), Suban Atas (B1), Suban Bawah (B2) dan lapisan Petai (C), serta kelompok ketiga adalah lapisan antara lapisan batubara (*interburden*), yaitu terdiri dari *interburden* A1-A2, A2 - B1, B - B2 dan *interburden* B2 - C.

Stratigrafi dan Litologi batuan yang dijumpai di daerah penambangan Muara Tiga Besar tergolong ke dalam Formasi Muara Enim, Formasi Air Benakat dan Formasi Kasai. Di antara lapisan batubara terdapat lapisan batuan atau sering disebut dengan istilah lapisan antara (*interburden*). Stratigrafi dan litologi batuan yang ada di daerah Muara Tiga Besar (Data Satker Eksplorasi Rinci PT Bukit Asam Tbk. 2019) :

1. Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*)

Lapisan tanah penutup (*overburden*) terdiri dari tanah buangan lama, batulempung, bentonitan, batupasir, *gravel*, dan endapan lumpur.

2. Lapisan Batubara A.1

Umumnya lapisan ini dicirikan oleh adanya sisipan *clay* dan tufaan. Ketebalan lapisan ini 6,8 - 10 meter.

3. Lapisan *Interburden* A.1 - A.2

Lapisan ini terdiri dari batulempung atau batu pasir tufaan dengan ketebalan 0,5 - 3 meter.

4. Lapisan Batubara A.2

Lapisan ini dicirikan oleh adanya lapisan silikan pada bagian atas dan kadang - kadang dijumpai pita pengotor batulempung karbonan serta dijumpai juga lensa - lensa batulanau. Ketebalan lapisan ini 9,8 - 14,75 meter.

5. Lapisan *Interburden* A.2 - B.1

Lapisan ini merupakan perulangan batu pasir dan batu lanau dengan sisipan tipis batubara atau batu lempung karbonan disebut juga dengan *Suban Marker*. Ketebalan lapisan ini 15 - 23 meter.

6. Lapisan Batubara B

Biasanya terdapat lapisan pengotor sebanyak 2 - 3 lapis yang berupa batu lempung, lanauan karbonan. Ketebalan lapisan ini 15,3 - 20 meter.

7. Lapisan *Interburden* B - C.1

Lapisan ini merupakan selang - seling batu lempung dan batu lanau. Ketebalan lapisan ini 38,5 - 44 meter.

8. Lapisan Batubara C.1

Pada lapisan ini dijumpai adanya pita pengotor berupa batu lempung lanauan karbonan yang kadang - kadang berbentuk seperti lensa. Ketebalan lapisan ini 7,2 - 11,4 meter.

9. Lapisan *Interburden* C.1 - C.2

Lapisan ini merupakan perulangan batupasir dan batulanau dengan ketebalan 0,8 – 7,35 meter.

10. Lapisan Batubara C.2

Pada lapisan ini dijumpai adanya 1 - 2 lapis pita pengotor berupa batulempung, batulanau karbonan. Ketebalan lapisan ini 0,8 - 2,75 meter.

11. Lapisan *Interburden* C.2

Lapisan terdiri dari batupasir, batulempung dan batulanau dengan ketebalan lapisan ini > 100 meter.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama kegiatan Tugas Akhir di PT. Bukit Asam Tbk yaitu:

1. Alat Tulis;
2. Alat Pelindung Diri;
3. Buku Catatan;
4. Kamera HP;
5. Laptop;
6. Kalkulator;
7. *Infrared Thermometer* Krisbow 06-304
8. Meteran.

Sementara, bahan yang digunakan selama kegiatan Tugas Akhir di PT. Bukit Asam Tbk yaitu:

1. Teori dan literatur mengenai permasalahan yang diangkat dalam kegiatan Tugas Akhir;
2. Data Pendukung dari PT. Bukit Asam Tbk.

3.4 Tata Laksana

3.4.1 Langkah Kerja

Langkah - langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam kegiatan Tugas Akhir ini yaitu:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori - teori yang dapat digunakan untuk menganalisa permasalahan dari penelitian yang dilakukan. Berupa pengertian, prinsip - prinsip dasar, dan persamaan-persamaan yang berkenaan dengan permasalahan yang ada. Referensi yang digunakan berupa buku, jurnal dan laporan penelitian yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas.

2. Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan pada lokasi penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder yaitu sebagai berikut:

- a. Data Primer

Data primer diperoleh dengan melakukan pengukuran dan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian. Data

primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1) Suhu *Temporary Stockpile*

Suhu *temporary stockpile* diukur menggunakan *infrared thermometer* selama 15 hari. Data suhu *temporary stockpile* diambil sebanyak 30 titik yang mewakili suhu keseluruhan *temporary stockpile*.

2) Dimensi *Stockpile*

Dimensi *temporary stockpile* BWE 203 diukur dengan menggunakan meteran, Adapun yang diukur adalah panjang *stockpile*, lebar *stockpile*, panjang kemiringan *stockpile*, dan sudut kemiringan *stockpile*.

3) Kapasitas *stockpile*

Kapasitas *stockpile* digunakan untuk mengetahui apakah timbunan batubara yang tertimbun di *temporary stockpile* telah melebihi kapasitas atau bahkan belum memenuhi kapasitas yang direncanakan. Kapasitas *temporary stockpile* dihitung dengan mengalikan volume *temporary stockpile* dengan densitas batubara.

4) Metode penanganan yang diterapkan untuk menanggulangi swabakar.

Berbagai metode yang diterapkan oleh PT. Bukit Asam Tbk dalam melakukan pencegahan maupun penanganan swabakar, serta alat yang digunakan untuk melakukan penanganan tersebut.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari perusahaan yang digunakan sebagai kelengkapan dalam menyelesaikan penelitian yang dilakukan. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a) Data curah hujan

Data curah hujan digunakan untuk mengetahui hubungan antara curah hujan dengan peningkatan suhu pada *temporary stockpile*

b) Spesifikasi kualitas batubara di *temporary stockpile*

Data kualitas batubara digunakan untuk mengetahui kelas batubara yang ada pada *temporary stockpile*.

c) Data arah angin dominan

Data arah angin dominan digunakan untuk mengatur posisi *temporary stockpile* yang baik agar tidak melawan arah angin.

3. Pengolahan Data

Data dari lapangan yang telah didapatkan selanjutnya diolah dengan tahapan berikut :

- a) Mencari suhu kritis batubara yaitu saat batubara mulai berasap serta menghitung kenaikan suhu batubara per minggunya guna memperkirakan kapan swabakar akan terjadi.
- b) Menghitung kapasitas batubara yang ada pada *temporary stockpile* menggunakan hasil pengukuran dimensi *temporary stockpile*.
- c) Menganalisis penyebab potensi terjadinya swabakar berdasarkan pencocokan kajian teoritis dengan keadaan di lapangan. Seperti ada tidaknya *windshield*, kondisi lantai dasar *temporary stockpile* sebagai akses jalan, dan saluran air pada *temporary stockpile*.
- d) Kesimpulan dan Saran, merupakan hasil dari analisis yang dilakukan dalam penelitian yang diangkat dari rumusan masalah serta memberikan masukan untuk pihak perusahaan dalam mengoptimalkan manajemen *stockpile* yang baik guna mencegah terjadinya swabakar.

3.4.2 Metode Penelitian

1. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang akan digunakan sebagai referensi penyusunan laporan skripsi antara lain:

a. Metode Langsung (*Direct*)

Metode langsung merupakan metode yang dilakukan dengan melakukan analisa langsung pada lapangan, metode ini diterapkan untuk mengumpulkan data - data primer yang terdiri dari:

- Suhu *temporary stockpile*
- Dimensi *temporary stockpile*
- Kapasitas *temporary stockpile*

b. Metode Tidak Langsung (*Indirect*)

Metode ini dilakukan untuk mengumpulkan data – data sekunder, yang terdiri dari:

- Data curah hujan
- Spesifikasi kualitas batubara
- Data arah angin dominan
- Peta geologi regional

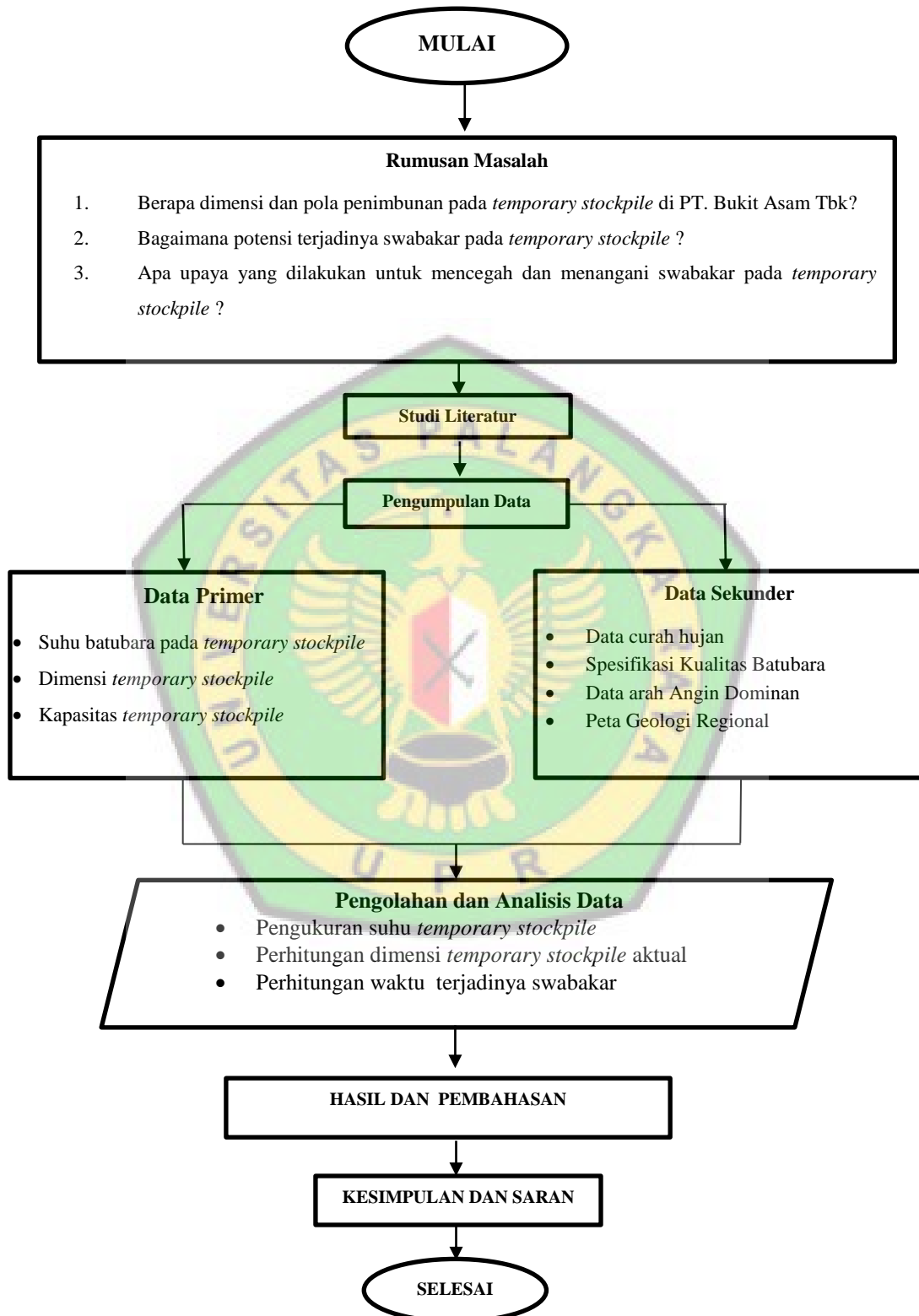
2. Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif dan deskriptif. Metode kuantitatif merupakan metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah dengan menggunakan data - data nilai sebagai bahan analisis guna menyelesaikan permasalahan terkait. Metode kuantitatif yang digunakan yaitu metode regresi linier yang digunakan untuk mencari besar pengaruh curah hujan terhadap suhu batubara. Selain itu penulis

menggunakan metode kuantitatif berupa perhitungan matematis sederhana untuk menghitung dimensi *temporary stockpile*, menghitung *angle of slope* dari *temporary stockpile*, menghitung kapasitas *temporary stockpile* berdasarkan hasil pengukuran dimensi *temporary stockpile* di lapangan dan menghitung kapan *temporary stockpile* akan mengalami swabakar.

Sedangkan penelitian deskriptif adalah metode yang dilakukan dengan mengumpulkan data historis dan mengamati secara seksama mengenai aspek - aspek tertentu yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti oleh penulis sehingga akan memperoleh data - data yang dapat mendukung penyusunan laporan penelitian. Data - data yang diperoleh kemudian diproses dan dianalisis lebih lanjut sehingga memperoleh informasi mengenai objek tersebut dan dapat ditarik kesimpulan mengenai masalah yang diteliti. Dalam hal ini, metode deskriptif digunakan untuk melakukan analisis pada setiap parameter potensi terjadinya swabakar.

3.4.3 Bagan Alir



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Dimensi *Temporary Stockpile* BWE 203

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, *temporary stockpile* BWE 203 memiliki jenis batubara sub bituminus dengan pola penimbunan *chevcon* berbentuk limas terpancung dengan kapasitas yang direncanakan sebesar 300.000 ton. Penimbunan dilakukan dengan menimbun batubara dari arah timur ke barat menggunakan alat *dump truck* Hino 745 dan dipadatkan dengan *bulldozer* D85ESS. Kondisi timbunan batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 dengan pola penimbunan *chevcon* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pola Penimbunan *Chevcon Temporary Stockpile* BWE 203

Berikut ini adalah hasil pengukuran dimensi *temporary stockpile* BWE 203 di lapangan :

Tabel 4.1
Pengukuran Dimensi *Temporary Stockpile* BWE 203

No.	Dimensi	Pola penimbunan <i>chevcon</i>
1	Panjang alas (m)	450
2	Lebar alas (m)	80
4	Panjang atas (m)	420
5	Lebar atas (m)	50
6	Tinggi (m)	12

Dari data-data dimensi *temporary stockpile* BWE 203 diatas, dapat dihitung luas alas, luas atas, volume, dan tonase sebagai berikut :

a. Luas Alas

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{Panjang Alas} \times \text{Luas Alas} \\ &= 450 \text{ m} \times 80 \text{ m} \\ &= 36.000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Luas Atas

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{Panjang Atas} \times \text{Lebar atas} \\ &= 420 \text{ m} \times 50 \text{ m} \\ &= 21.000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Volume

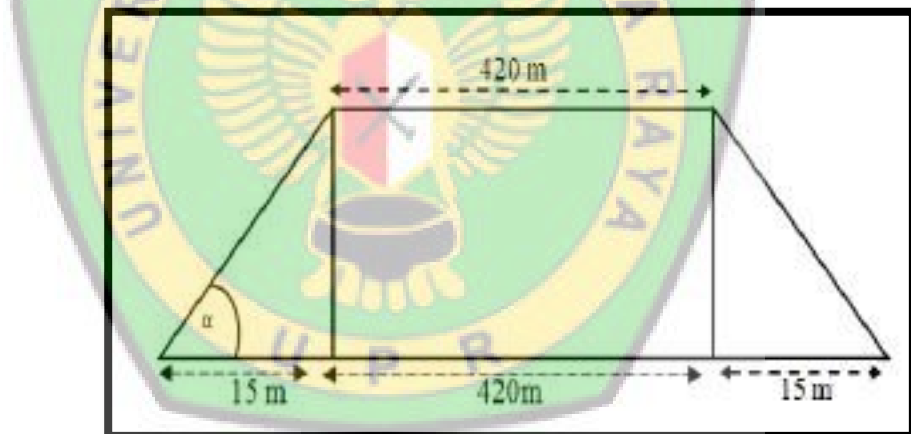
$$\begin{aligned} \text{Volume} &= H/3 \times (L_1 + L_2 + \sqrt{L_1 \times L_2}) \\ &= 12/3 \times (36.000 + 21.000 + \sqrt{36.000 \times 21.000}) \\ &= 337.981,82 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

d. Tonase

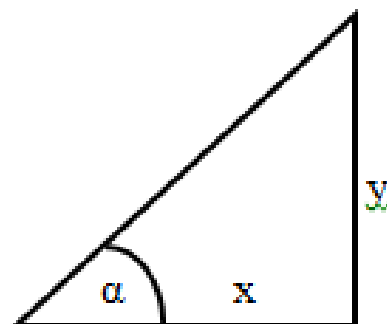
$$\begin{aligned} \text{Tonase} &= \text{Volume} \times \text{Density} \\ &= 337.981,82 \text{ m}^3 \times 1,25 \text{ ton/m}^3 \\ &= 422.477,27 \text{ ton} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan kapasitas aktual di lapangan sebesar 422.477,27 ton.

Kemudian dari hasil pengukuran dimensi *temporary stockpile* BWE 203 dapat dihitung *angle of slope temporary stockpile* BWE 203 dihitung dari hasil pengukuran dimensi *temporary stockpile* BWE 203, sebagai berikut :



Gambar 4.2 Dimensi *Temporary Stockpile* Tampak Samping



Keterangan :

x = panjang = 15 m

y = tinggi = 12 m

α = sudut timbunan

Sehingga nilai *angle of slope temporary stockpile* BWE 203

adalah:

$$\tan \alpha = \frac{y}{x}$$

$$\tan \alpha = \frac{12}{15}$$

$$\tan \alpha = 0,8$$

$$\alpha = 39^\circ$$

kapasitas aktual *temporary stockpile* BWE 203 telah melebihi kapasitas yang direncanakan, akibatnya dikhawatirkan tumpukan menjadi semakin tinggi sehingga dapat mempercepat terjadinya swabakar. Berikut ini adalah perhitungan dimensi *temporary stockpile* BWE 203 dengan menyesuaikan pada tonase batubara yang direncanakan yaitu sebesar 300.000 ton.

Tabel 4.2
Dimensi *Temporary Stockpile* BWE 203 Berdasarkan
Tonase yang Direncanakan

No.	Dimensi	Pola penimbunan <i>chevcon</i>
1	Panjang alas (m)	450
2	Lebar alas (m)	80
4	Panjang atas (m)	420
5	Lebar atas (m)	50
6	Tinggi (m)	8,5

$$\text{Tonase} = \text{Volume} \times \text{Densitas}$$

$$300000 = \text{Volume} \times 1,25$$

$$\text{Volume} = 240.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume} = H/3 \times (L_1 + L_2 + \sqrt{L_1 \times L_2})$$

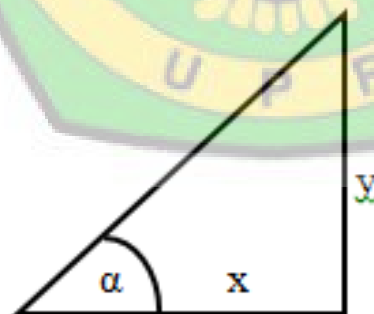
$$240.000 = H/3 \times (36.000 + 21.000 + \sqrt{36.000 \times 21.000})$$

$$240.000 = H/3 \times 84.495,45$$

$$240.000 = 28165,15 H$$

$$H = 8,5 \text{ m}$$

Ketinggian *temporary stockpile* ideal yaitu setinggi 8,5 meter dengan syarat lama penimbunan kurang dari 1 bulan. Sehingga dari ketinggian tersebut dapat dihitung *angle of slope* yang ideal untuk diterapkan pada *temporary stockpile* BWE 203 sebagai berikut:



Keterangan :

$$x = \text{panjang} = 15 \text{ m}$$

$$y = \text{tinggi} = 8,5 \text{ m}$$

$$\alpha = \text{sudut timbunan}$$

Sehingga nilai *angle of slope* yang ideal untuk *temporary stockpile* BWE 203 adalah:

$$\tan \alpha = \frac{y}{x}$$

$$\tan \alpha = \frac{8,5}{15}$$

$$\tan \alpha = 0,56$$

$$\alpha = 29,5^\circ$$

Sehingga nilai *angle of slope* yang ideal untuk diterapkan pada *temporary stockpile* BWE 203 maksimal $29,5^\circ$.

4.1.2 Potensi Swabakar pada *Temporary Stockpile* BWE 203

Berdasarkan penelitian di lapangan, *temporary stockpile* BWE 203 kerap mengalami swabakar akibat adanya beberapa potensi pemicu swabakar.



Gambar 4.3
Swabakar pada *Temporary Stockpile* BWE 203

Berikut ini adalah potensi-potensi yang dapat menyebabkan swabakar pada *temporary stockpile* BWE 203:

1. Lama Penimbunan

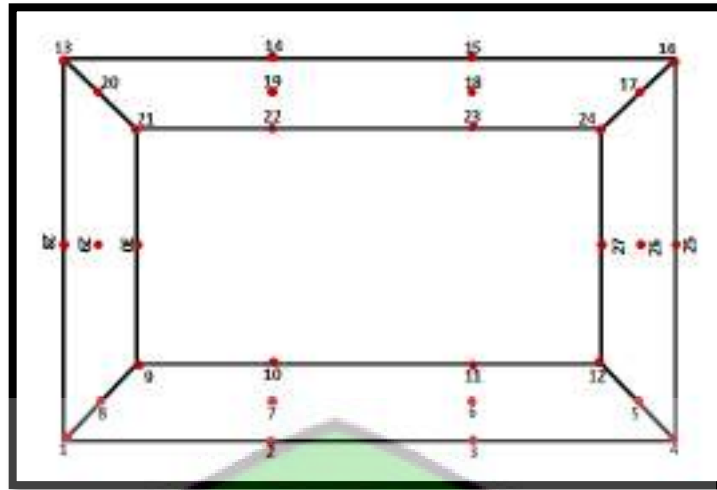
Penimbunan batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 direncanakan berumur 1 bulan, sedangkan realisasi di lapangan batubara pada *temporary stockpile* sudah berumur lebih dari 3 bulan dimulai dari tanggal 3 Februari 2019 dan belum dilakukan pembongkaran sama sekali.

2. Suhu Batubara

Pengukuran suhu batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 dilakukan selama 15 hari (hari kerja) mulai tanggal 15 April 2019 sampai tanggal 3 Mei 2019. Pengukuran suhu batubara dilakukan di 30 titik dengan menggunakan alat *infrared thermometer* Krisbow 06-304. Titik suhu batubara diambil dengan jarak masing-masing 150 meter pada sisi panjang, dan 40 meter pada sisi lebar dengan beda tinggi 5 meter dan 7 meter.



Gambar 4.4 Infrared Thermometer Krisbow 06-304



Gambar 4.5 Titik Pengambilan Suhu Batubara

Tabel 4.3
Pengambilan Suhu Batubara Pada Minggu Ke-1

TITIK	TANGGAL					RATA-RATA (°C)
	15 (°C)	16 (°C)	17 (°C)	18 (°C)	19 (°C)	
1	33,2	33,4	33	33,5	33,3	33,28
2	32,6	32,6	33,1	33,7	33,2	33,04
3	30,4	31	31,2	32	32,5	31,42
4	34	34,2	34,2	34,8	34,3	34,3
5	34,7	34	34,5	34,4	34,4	34,4
6	33,6	33	33,4	33,6	33,9	33,5
7	34,1	34	34	34,5	34	34,12
8	34,4	34,8	34,9	35,2	35,6	34,98
9	34,3	34,2	34,5	34,9	35,2	34,62
10	34,6	34,9	34,7	34	34,7	34,58
11	35	35,1	35	35,3	34,8	35,04
12	35	35,4	35	35,4	35,6	35,28
13	34,7	34,6	34,7	35	35,2	34,84
14	34,1	33,8	34	34,5	35,1	34,3
15	33	33,2	33,6	34	34,7	33,7
16	35,6	35,5	35	35,2	35,4	35,34
17	34	34	33,8	34,1	34,4	34,06
18	34,2	33,6	34	34,2	34,7	34,14
19	33,7	33,8	33,7	34	34,5	33,94
20	34,8	34,6	33,8	34,3	34,8	34,46
21	34,6	34	34,5	35	35	34,62

Lanjutan

22	33,2	33,5	33,2	34	34,7	33,72
23	33,7	33,7	33,5	34,2	34,7	33,96
24	34	34	33,7	34	34,6	34,06
25	35,2	35	35,3	35,5	35,1	35,22
26	34,8	35	35,3	35,5	35,3	35,18
27	34	34,1	34,7	35	35,2	34,6
28	34	34	34,2	34,7	34,3	34,24
29	34,7	35	34,7	35	35	34,88
30	34,1	34,3	34,2	34,6	34,5	34,34

Tabel 4.4
Pengambilan Suhu Batubara Pada Minggu Ke-2

TITIK	TANGGAL					RATA-RATA (°C)
	22 (°C)	23 (°C)	24 (°C)	25 (°C)	26 (°C)	
1	36,5	36,7	36,5	37,2	40,8	37,54
2	36	36,2	36,3	37,6	41,2	37,46
3	36	36	36,3	37,4	41,6	37,46
4	37	37,5	37,8	38,3	43	38,72
5	36,2	36,5	36,3	37,1	42,8	37,78
6	36,4	36	36,5	37,3	42	37,64
7	36	35,8	36	36,8	41,7	37,26
8	37,3	37,5	37,5	37,4	42,6	38,46
9	38,3	36,8	37,8	38,6	43,4	38,98
10	37,8	37	37,5	38,5	43,8	38,92
11	37,8	37	37,5	38,7	43,4	38,88
12	36,5	36,8	36,8	37,8	42,5	38,08
13	37	38,2	38,7	39,4	44,8	39,62
14	37,8	36,9	37,1	37,8	42,6	38,44
15	37,6	37,1	37,5	37,7	42,3	38,44
16	36,8	36	36,8	36,5	41,8	37,58
17	37,4	37,6	37,5	38,3	44,1	38,98
18	37,8	37,2	37,5	38	44,6	39,02
19	37,6	38	38,5	38,2	44,4	39,34
20	36,5	37	37,3	38,8	44,6	38,84
21	39,2	39,5	40,2	41,3	47,8	41,6
22	38,7	38,2	38,7	39,4	45,6	40,12

Lanjutan

23	39	38,3	38,5	39,5	46,3	40,32
24	40	38,7	39,2	39,8	46,6	40,86
25	42,3	42	42,3	43,5	49,6	43,94
26	41	42,6	43,2	43,8	50,3	44,18
27	43,2	43,7	44	44,7	50,6	45,24
28	45,3	46	46,3	46,9	52,3	47,36
29	45,3	46,2	46,5	47	52,8	47,56
30	46	46,7	46,5	47,8	53	48

Tabel 4.5
Pengambilan Suhu Batubara Pada Minggu Ke-3

TITIK	TANGGAL					RATA-RATA (°C)
	29 (°C)	30 (°C)	1 (°C)	2 (°C)	3 (°C)	
1	53,6	54	45,3	46,3	48,1	49,46
2	53,8	55,2	45,3	46,7	46,3	49,46
3	54	55,8	46,2	45,8	47	49,76
4	56,2	57,3	47,1	47,6	47,4	51,12
5	55,7	56,5	46,3	47,2	47,5	50,64
6	55,3	56,1	46,5	47,1	47	50,4
7	54,6	55,7	46,8	47,5	47,3	50,38
8	55,3	56,8	45,8	46,8	47,2	50,38
9	57,9	58,6	46,3	47	47,5	51,46
10	58,3	60	46,7	47,2	47,8	52
11	56,8	59,3	45,6	46,3	46,5	50,9
12	56,4	59,9	45,3	46,1	46,7	50,88
13	58,6	61,3	57,3	56,7	56	57,98
14	53,6	55,4	45,3	46,1	46,5	49,38
15	54,1	56,5	46,1	46,8	46,2	49,94
16	53,3	55,8	46,3	46,3	46,8	49,7
17	58,2	65,4	58,3	57,7	57,2	59,36
18	58,5	66	59	58,5	58,6	60,12
19	58	65,8	58,3	57,7	58,1	59,58
20	58,5	65,4	57,7	56,8	57,2	59,12
21	62,1	66,8	57,7	57,1	57,3	60,2
22	58,6	61,3	55,6	56	56,2	57,54
23	59	61	55,3	54,3	54,8	56,88
24	59,3	67,1	60,2	60,3	60,5	61,48

Lanjutan

25	63,4	69,8	62,1	62,5	62,1	63,98
26	64,6	70,4	61,7	62,1	62,3	64,22
27	65	73,3	61	61,8	62,3	64,68
28	66,3	74,8	62,3	62,5	62,8	65,74
29	67,8	75,3	61,5	61,8	62,3	65,74
30	67,1	76	60,3	60,8	60	64,84

Berdasarkan penelitian di lapangan, suhu kritis batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 terjadi pada suhu 60°C. Dengan rata-rata kenaikan suhu perminggunya dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6
Kenaikan Rata-Rata Suhu Batubara Perminggu

TITIK	RATA RATA MINGGU KE			TOTAL RATA-RATA (°C)
	I (°C)	II (°C)	III (°C)	
1	33,28	37,54	49,46	8,09
2	33,04	37,46	49,46	8,21
3	31,42	37,46	49,76	9,17
4	34,3	38,72	51,12	8,41
5	34,4	37,78	50,64	8,12
6	33,5	37,64	50,4	8,45
7	34,12	37,26	50,38	8,13
8	34,98	38,46	50,38	7,7
9	34,62	38,98	51,46	8,42
10	34,58	38,92	52	8,71
11	35,04	38,88	50,9	7,93
12	35,28	38,08	50,88	7,8
13	34,84	39,62	57,98	11,57
14	34,3	38,44	49,38	7,54
15	33,7	38,44	49,94	8,12
16	35,34	37,58	49,7	7,18
17	34,06	38,98	59,36	12,65
18	34,14	39,02	60,12	12,99
19	33,94	39,34	59,58	12,82
20	34,46	38,84	59,12	12,33
21	34,62	41,6	60,2	12,79

Lanjutan

22	33,72	40,12	57,54	11,91
23	33,96	40,32	56,88	11,46
24	34,06	40,86	61,48	13,71
25	35,22	43,94	63,98	14,38
26	35,18	44,18	64,22	14,52
27	34,6	45,24	64,68	15,04
28	34,24	47,36	65,74	15,75
29	34,88	47,56	65,74	15,43
30	34,34	48	64,84	15,25

Dari data suhu batubara dan rata-rata kenaikan suhu perminggu, dapat dihitung kapan batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 akan mengalami swabakar sebagai berikut :

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

$$P = \frac{(T - S_a)}{K_s}$$

$$P = \frac{60 - 35,6}{15,75}$$

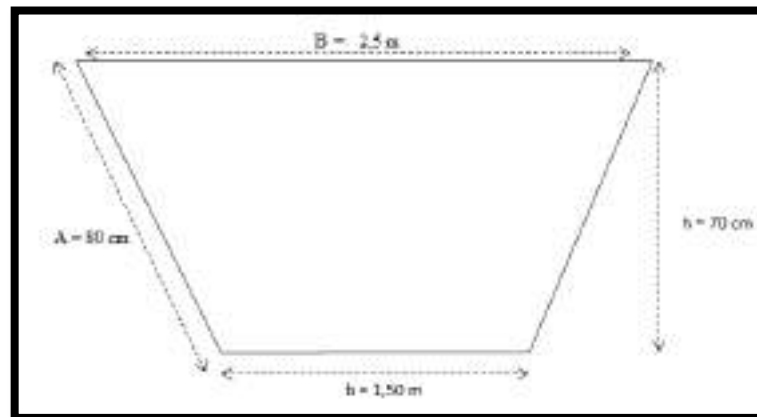
$$P = 1,566 \text{ Minggu}$$

$$P = 1,566 \times 7 \text{ Hari}$$

$$P = 10,8 \sim 11 \text{ Hari}$$

3. Saluran Air pada *Temporary Stockpile* BWE 203

Pada pengamatan yang dilakukan di lokasi *temporary stockpile* BWE 203, Terdapat saluran air di sebelah utara dan selatan *temporary stockpile* BWE 203.



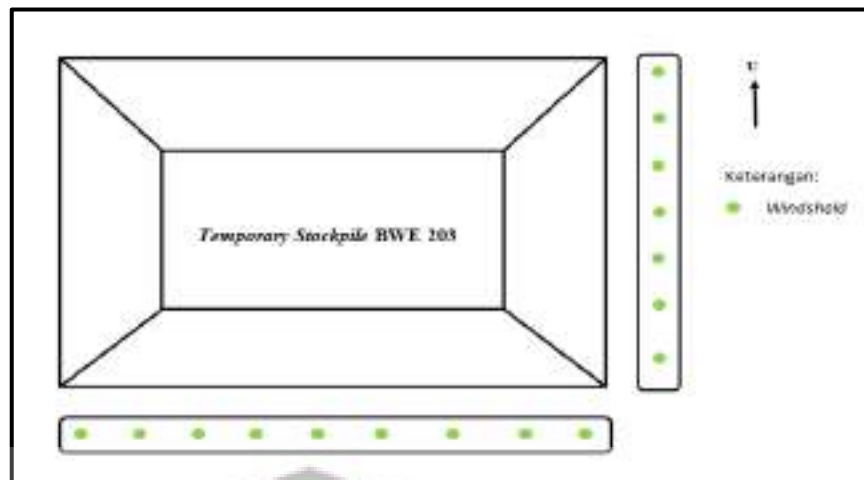
Gambar 4.6 Dimensi Saluran Air yang Direncanakan



Gambar 4.7 Saluran Air pada *Temporary Stockpile* BWE 203

4. *Windsheld*

Pada *temporary stockpile* BWE 203, terdapat *windsheld* atau disebut juga dengan penangkal angin. *Windsheld* tersebut berupa tanaman bambu jepang yang terletak di sebelah timur dan selatan *temporary stockpile* BWE 203. Jarak antara satu pohon dengan pohon lainnya bervariasi antara 2 meter hingga 5 meter dengan tinggi bervariasi antara 2 meter hingga 6 meter.



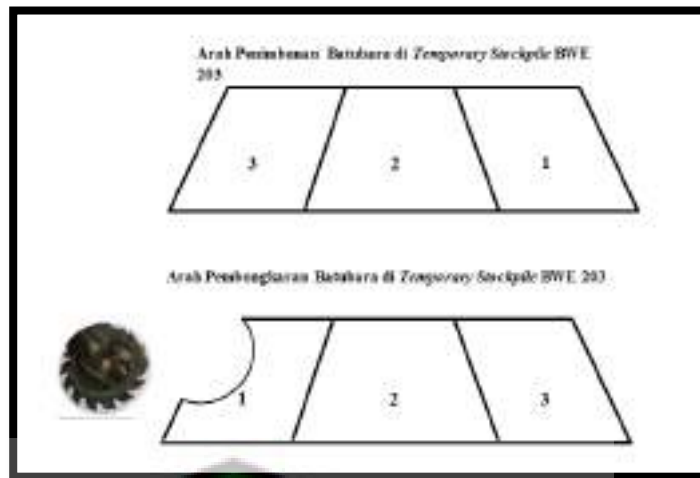
Gambar 4.8 Sketsa *Windsheld* pada *Temporary Stockpile BWE 203*



Gambar 4.9 *Windsheld* di *Temporary Stockpile BWE 203*

5. Penerapan Manajemen FIFO

Manajemen FIFO belum diterapkan dengan baik pada *temporary stockpile BWE 203*. Pada *temporary stockpile BWE 203*, batubara ditimbun mulai dari arah timur menuju ke arah barat. Sedangkan pada saat pembongkaran, batubara yang diangkut dimulai dari arah barat menuju ke arah timur.



Gambar 4.10 Arah Penimbunan dan Pembongkaran Batubara di *Temporary Stockpile* BWE 203

6. Ukuran Butir Batubara

Ukuran butir batubara yang ada pada *temporary stockpile* BWE 203 tidak seragam, dengan ukuran diameter bervariasi dari 3 cm hingga 30 cm.



Gambar 4.11 Ukuran Butir Batubara Pada *Temporary Stockpile* BWE 203

7. Arah angin

Data arah angin pada *temporary stockpile* BWE 203 didapatkan dari Satuan Kerja Muara Tiga Besar Utara - Barat selama 3 minggu selama masa penelitian.

Tabel 4.7
Arah Angin Muara Tiga Besar Utara

Tanggal	Arah Angin
15/04/19	Timur-Barat
16/04/19	Selatan-Utara
17/04/19	Timur-Barat
18/04/19	Timur-Barat
19/04/19	Timur-Barat
20/04/19	Timur-Barat
21/04/19	Timur-Barat
22/04/19	Timur-Barat
23/04/19	Timur-Barat
24/04/19	Utara-Selatan
25/04/19	Selatan-Utara
26/04/19	Timur-Barat
27/04/19	Utara-Selatan
28/04/19	Utara-Selatan
29/04/19	Selatan-Utara
30/04/19	Timur-Barat
01/05/19	Timur-Barat
02/05/19	Timur-Barat
03/05/19	Selatan-Utara

(Sumber : Satuan Kerja MTBU-B)

8. Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan harian selama masa penelitian pada tanggal 15 April 2019 hingga 3 Mei 2019 pada Satuan Kerja Muara Tiga Besar Utara – Barat PT. Bukit Asam, Tbk. Data curah hujan diperlukan untuk mencari hubungan antara curah hujan

terhadap peningkatan suhu batubara di *temporary stockpile* BWE 203.

Tabel 4.8
Curah Hujan dan Rata-Rata Suhu Perhari

Tanggal	x	y
15/04/19	0	34,0767
16/04/19	0,3	34,0767
17/04/19	0,2	34,1133
18/04/19	0,2	34,47
19/04/19	0	34,6233
22/04/19	10	38,6767
23/04/19	40,6	38,6567
24/04/19	0	38,97
25/04/19	11	39,7033
26/04/19	12,2	45,0967
29/04/19	35	58,4633
30/04/19	75,3	62,42
01/05/19	16	52,64
02/05/19	0,1	52,9133
03/05/19	0	53,1167

Keterangan :

x = curah hujan

y = suhu batubara

Tabel 4.9
Hasil Perhitungan Menggunakan Metode Regresi Linier

<i>Regression Statistics</i>	
<i>Multiple R</i>	0,616699476
<i>R Square</i>	0,380318244
<i>Adjusted R Square</i>	0,332650417
<i>Observations</i>	15
<i>Significance</i>	0,01433745
<i>Coefficients</i>	0,282211944

4.1.3 Upaya Pencegahan dan Penanganan Swabakar

A. Pencegahan Swabakar

Berdasarkan penelitian di lapangan, upaya pencegahan swabakar pada *temporary stockpile* BWE 203 yang dilakukan oleh PT. Bukit Asam, Tbk. diantaranya :

1. Pemadatan Batubara

Pemadatan batubara dilakukan dengan meratakan batubara kemudian dipadatkan dengan *Bulldozer* Komatsu tipe D85 ESS, dengan ketinggian per *layer* 0,5 meter. Pemadatan batubara per *layer* terus dilakukan hingga mencapai ketinggian yang diinginkan.

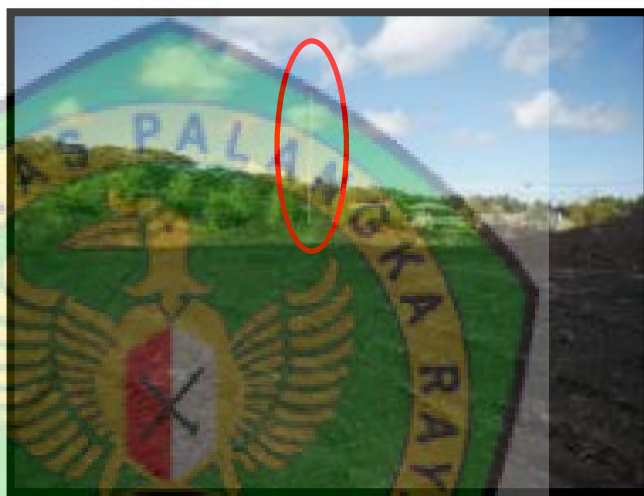
2. Pengecekan Suhu Batubara

Pengecekan suhu batubara dilakukan oleh PT. Bukit Asam, Tbk. tidak secara rutin dan hanya dilakukan pada

saat batubara mulai terlihat berasap dan dilakukan pada saat *spreading* batubara.

3. Kontrol Terhadap Ketinggian *Temporary Stockpile*

PT. Bukit Asam, Tbk. melakukan kontrol terhadap ketinggian *temporary stockpile* BWE 203 dengan memasang tanda/patok dengan ketinggian 12 meter.



Gambar 4.12 Batas Ketinggian *Temporary Stockpile* BWE 203

B. Penanganan Swabakar

PT. Bukit Asam, Tbk. melakukan penanganan swabakar menggunakan dua metode, yaitu dengan metode kimia dan metode konvensional, sebagai berikut:

1. Metode Kimia

Metode kimia dilakukan dengan menginjeksikan larutan kimia *murion* pada batubara yang mengalami swabakar.

2. Metode Konvensional

Metode Konvensional dilakukan dengan alat mekanis PC-130F. Metode konvensional dilakukan dengan cara memisahkan batubara, *spreading* batubara dengan radius kedalaman 1 meter dari sumber asap atau saat sudah tidak dijumpai asap kembali dan memadatkan batubara. Metode konvensional diterapkan saat batubara mengalami swabakar tetapi belum mengeluarkan api.



Gambar 4.13 Metode Konvensional dengan PC-130F

4.2 Pembahasan

4.2.1 Dimensi *Temporary Stockpile* BWE 203

Pola penimbunan yang diterapkan pada *temporary stockpile* BWE 203 adalah pola penimbunan *chevcon* dengan bentuk limas terpancung. Pola penimbunan *chevcon* dilakukan dengan cara teknis menumpuk batubara secara berurutan menyamping. Kemudian batubara tersebut diratakan dengan ketinggian per *layer* setinggi 0,5 meter. Pola penimbunan *chevcon* dipilih karena

temporary stockpile BWE 203 ini di desain untuk menampung kapasitas besar. Kapasitas yang direncanakan pada *temporary stockpile* BWE 203 ini sebesar 300.000 ton.

Berdasarkan hasil perhitungan dimensi *temporary stockpile* BWE 203, diketahui *tonase* aktual *temporary stockpile* BWE 203 sebesar 422.477,27 ton. Untuk itu perlu diadakan manajemen penimbunan dan pengangkutan yang baik agar *tonase* aktual tidak melebihi *tonase* yang direncanakan, karena dikhawatirkan timbunan batubara akan semakin tinggi apabila *tonase* batubara melebihi *tonase* yang direncanakan dan mempercepat proses terjadinya swabakar.

Hasil perhitungan dimensi *temporary stockpile* BWE 203 berdasarkan kapasitas yang direncanakan sebesar 300.000 ton, ketinggian maksimum untuk diterapkan pada *temporary stockpile* BWE 203 adalah sebesar 8,5 meter.

Sedangkan dari perhitungan dari dimensi *temporary stockpile* BWE 203, didapatkan nilai *angle of slope* atau sudut kemiringan sebesar 39° . Nilai tersebut sudah melampaui batas *angle of slope* yang disarankan untuk tumpukan batubara yaitu sebesar 38° . Kelebihan nilai *angle of repose* dari nilai yang ditetapkan dapat mengakibatkan lebih banyak batubara yang terpapar udara pada sisi kemiringan *temporary stockpile* BWE 203 dan mengakibatkan angin yang menerpa *temporary stockpile* tidak bisa dibelokkan

keatas sehingga menyebabkan turbulensi di titik yang terkena angin tersebut, sehingga dapat memperbesar potensi terjadinya swabakar.

Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan yang mengacu pada tonase yang direncanakan yaitu sebesar 300.000 ton, ketinggian maksimum *temporary stockpile* BWE 203 menjadi 8,5 meter dan didapatkan *angle of slope* ideal *temporay stockpile* BWE 203 maksimum sebesar 29,5°.

4.2.2 Potensi Swabakar pada *Temporary Stockpile* BWE 203

1. Lama Penimbunan

Lama penimbunan batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 sudah melebihi 3 bulan. Sedangkan usia timbunan yang direncanakan oleh PT. Bukit Asam, Tbk. adalah 1 bulan. Lamanya usia timbunan batubara yang melebihi waktu yang ditargetkan ini akibat adanya perbedaan jumlah batubara yang ditambang pada *front* penambangan dengan batubara yang digunakan untuk kegiatan *blending*.

Batubara yang berasal dari *front* penambangan Muara Tiga Besar umumnya akan diangkut langsung menuju *Reclaim Feeder* 1 untuk memenuhi kebutuhan *blending* dengan menggunakan *dump truck*, dan ada pula yang diangkut menuju *temporary stockpile* BWE 203 untuk disimpan sementara dan selanjutnya diangkut menuju *Reclaim Feeder* 2 dengan menggunakan *conveyor*.

Batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 baru akan diangkut apabila batubara yang ditambang pada *front* penambangan tidak mencukupi kebutuhan *blending* maupun apabila ada permasalahan pada *Reclaim Feeder 1* sehingga batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 diangkut untuk memenuhi kebutuhan *blending* dan dialihkan menuju *Reclaim Feeder 2*.

2. Suhu Batubara

Dalam penelitian ini, pengukuran suhu batubara dilakukan pada 30 titik yang mewakili keseluruhan suhu *temporary stockpile* BWE 203. Cara ini dipilih agar data suhu yang dihasilkan lebih akurat apabila dibandingkan dengan cara pengukuran suhu per elevasi maupun pengukuran suhu per sisi *temporary stockpile*.

Batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 memiliki suhu kritis sebesar 60° . Sehingga pada suhu tersebut batubara akan mulai mengeluarkan asap.

Dari hasil pengukuran suhu di lapangan didapatkan suhu awal batubara sebesar $30,4^{\circ}\text{C} - 35,34^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata kenaikan suhu per minggu sebesar $7,18^{\circ}\text{C} - 15,75^{\circ}\text{C}$. Namun dalam perhitungan perkiraan waktu terjadinya swabakar, digunakan nilai angka pesimis agar dapat lebih meminimalisir potensi terjadinya swabakar. Sehingga suhu awal yang digunakan

untuk perhitungan adalah $35,34^{\circ}\text{C}$ dan $15,75^{\circ}\text{C}$ untuk nilai rata-rata kenaikan suhu perminggu.

Dari hasil perhitungan perkiraan terjadinya swabakar pada *temporary stockpile* 203, didapatkan hasil bahwa batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 akan terbakar setelah 11 hari setelah dilakukan penelitian atau pada tanggal 14 Mei 2019. Sehingga batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 harus segera diangkut sebelum tanggal 14 Mei 2019.

3. Saluran Air pada *Temporary Stockpile* BWE 203

Saluran air pada *temporary stockpile* BWE 203 sudah tidak berbentuk dan tidak berfungsi dengan baik. Hal ini disebabkan adanya material batubara dan juga *clay* pada saluran air yang membuat aliran air menuju kolam pengendapan lumpur menjadi terhambat. Akibat lain dari hambatan tersebut yaitu berkurangnya dimensi saluran air dan menyebabkan daya tampung air menjadi berkurang. Sehingga saat musim hujan dengan intensitas tinggi, air dapat meluap ke lantai *temporary stockpile* BWE 203 dan dapat memperbesar potensi swabakar yang ada pada lantai *temporary stockpile* BWE 203 dan dapat menurunkan kualitas batubara tersebut.

Dimensi saluran air yang direncanakan adalah sebagai berikut :

$A = 80 \text{ cm}$, $B = 2,5 \text{ m}$, $b = 1,5 \text{ m}$, dan $h = 70 \text{ cm}$. Namun keadaan saluran air aktualnya sudah tidak berbentuk lagi.

Sehingga saluran air pada *temporary stockpile* BWE 203 perlu dilakukan perbaikan dengan cara melakukan pengerukan material batubara dan *clay* yang menghambat aliran air dan membuat tanggul untuk mencegah material batubara dan *clay* jatuh ke saluran air.

4. *Windsheld*

Pembuatan *windshield* bertujuan untuk memecah dan mengurangi angin yang bertiup kearah bagian dalam *temporary stockpile*. Angin yang bertiup kearah tumpukan batubara dapat mempercepat reaksi oksidasi pemicu swabakar dan dapat menimbulkan debu batubara yang terbawa angin ke lingkungan sekitar *temporary stockpile* BWE 203.

Pada bagian utara dan barat *temporary stockpile* BWE 203 tidak terdapat *windsheld*. Namun pada bagian utara *temporary stockpile* BWE 203 terdapat *temporary stockpile* lain, sehingga pada sisi utara *temporary stockpile* BWE 203 tidak langsung terkena angin. Bagian sisi barat *temporary stockpile* BWE 203 yang tidak terdapat *windsheld* maupun penghalang lain menyebabkan suhu pada sisi tersebut lebih tinggi dari sisi lainnya.

Pada sisi bagian timur dan selatan *temporary stockpile* BWE 203, terdapat *windsheld* dengan jarak sekitar 2 meter hingga 5 meter. Dengan jarak tersebut menyebabkan masih cukup

banyak celah yang mampu dilalui angin yang menerpa *temporary stockpile* BWE 203, sehingga perlu adanya penambahan tanaman bambu jepang agar jarak antar tanaman lebih rapat dan mampu mengurangi angin yang berhembus ke arah *temporary stockpile* BWE 203 tersebut.

5. Penerapan Manajemen FIFO

Arah penimbunan pada *temporary stockpile* BWE 203 batubara ditimbun mulai dari arah timur menuju ke arah barat. Sedangkan pada saat pengangkutan, batubara yang diangkut dimulai dari arah barat menuju ke arah timur. Perbedaan arah penimbunan dan pengangkutan ini menyebabkan batubara yang pertama kali ditimbun tidak segera diangkut. Hal tersebut mengakibatkan panas pada batubara yang pertama kali ditimbun terakumulasi lama. Sehingga potensi batubara pada sisi timur *temporary stockpile* BWE 203 lebih besar.

6. Ukuran Butir Batubara

Ukuran butir batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 bervariasi mulai dari 3 cm hingga 30 cm. Permukaan batubara yang terlalu kecil menyebabkan semakin besar luas permukaan yang berhubungan langsung dengan udara luar maka sehingga cepat pula terjadinya swabakar. Sebaliknya semakin besar ukuran batubara semakin lama batubara tersebut mengalami swabakar, namun batubara yang berukuran besar

dapat menyebabkan sudut timbunan semakin besar. Perbedaan ukuran ini mengakibatkan rongga udara antara batubara satu dengan yang lain terlalu besar sehingga perlu dilakukan pemadatan agar rongga udara antar batubara bisa diminimalisir.

7. Arah angin

Arah angin laut pada *temporary stockpile* BWE 203 lebih dominan bertiup dari arah timur – barat. Sehingga bagian *temporary stockpile* BWE 203 yang memiliki ukuran yang lebih pendek diusahakan sejajar dengan arah timur – barat. Hal tersebut dilakukan agar bagian *temporary stockpile* yang terkena angin menjadi lebih sedikit, sehingga dapat mengurangi potensi swabakar. Pada *temporary stockpile* BWE 203 bagian yang lebih pendek sudah sejajar dengan arah angin, sehingga sudah sesuai dengan posisi yang dianjurkan.

8. Curah Hujan

Berdasarkan hasil penelitian yang penulis lakukan, terdapat peningkatan suhu batubara setelah turun hujan. Sehingga untuk membuktikan hipotesis tersebut, dilakukan perhitungan menggunakan metode regresi linier.

Pada metode regresi linier, dilakukan input data nilai x curah hujan sebagai variabel bebas dan nilai y suhu rata-rata batubara per hari dari 30 titik yang telah diambil sebagai

variabel terikat. Dimana syarat perbandingan nilai signifikansi dengan nilai probabilitas adalah sebagai berikut:

1. $\text{Sig} < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
2. $\text{Sig} > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Keterangan :

H_0 = hipotesis yang menyatakan tidak adanya hubungan antara curah hujan (x) terhadap suhu batubara (y).

H_1 = hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara curah hujan (x) terhadap suhu batubara

Dari hasil perhitungan analisis data menggunakan metode regresi linier, diperoleh nilai *Significance* sebesar 0,01433745. Sehingga nilai $\text{sig} < 0,05$ yang berarti curah hujan berpengaruh terhadap kenaikan suhu batubara.

Besarnya nilai korelasi R yaitu sebesar 0,616 dari output tersebut kemudian diperoleh koefisien determinasi (*R square*) sebesar 0,380 yang memiliki pengertian bahwa pengaruh curah hujan terhadap kenaikan suhu batubara adalah sebesar 38%.

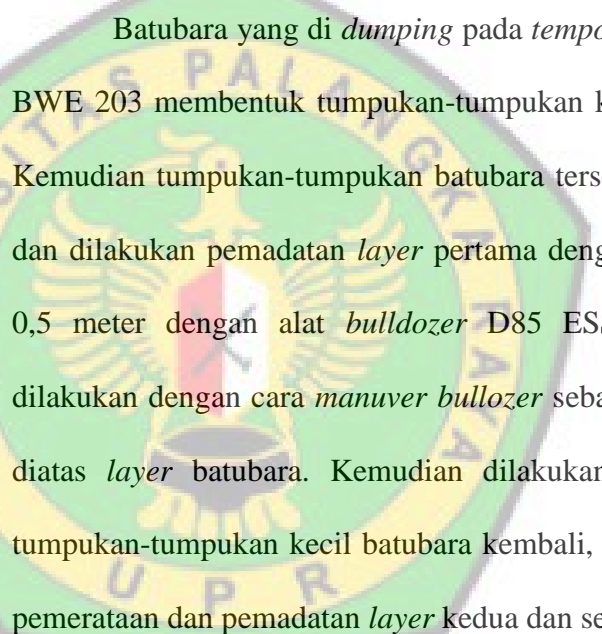
Koefisien regresi x sebesar 0,28 yang menyatakan bahwa setiap penambahan 1% nilai x (curah hujan), maka nilai y (suhu batubara) akan bertambah sebesar 0,28.

4.2.3 Upaya Pencegahan dan Penanganan Swabakar

A. Pencegahan Swabakar

Upaya pencegahan terjadinya swabakar batubara pada *temporary stockpile* BWE 203 dilakukan dengan pemadatan batubara, pengecekan suhu batubara, dan kontrol terhadap ketinggian *temporary stockpile*.

1. Pemadatan Batubara



Batubara yang di *dumping* pada *temporary stockpile* BWE 203 membentuk tumpukan-tumpukan kecil batubara. Kemudian tumpukan-tumpukan batubara tersebut diratakan dan dilakukan pemadatan *layer* pertama dengan ketinggian 0,5 meter dengan alat *bulldozer* D85 ESS. Pemadatan dilakukan dengan cara *manuver bullozer* sebanyak dua kali diatas *layer* batubara. Kemudian dilakukan penimbunan tumpukan-tumpukan kecil batubara kembali, dan dilakukan pemerataan dan pemadatan *layer* kedua dan seterusnya.

2. Pengecekan Suhu Batubara

Pengecekan suhu batubara dilakukan oleh PT. Bukit Asam, Tbk. belum dilakukan secara optimal, dimana pengecekan suhu batubara hanya dilakukan ketika batubara berasap dan pada saat *spreading* batubara. *Monitoring* suhu batubara perlu dilakukan secara rutin agar gejala-gejala swabakar dapat diketahui lebih dini.

3. Kontrol Terhadap Ketinggian *Temporary Stockpile*

Kontrol terhadap ketinggian *temporary stockpile* BWE 203 dilakukan dengan memasang tanda/patok setinggi 12 meter di areal *temporary stockpile*. Kontrol ketinggian *temporary stockpile* perlu dilakukan agar tinggi tumpukan batubara tidak melebihi ambang batas dan menyebabkan sudut kemiringan *temporary stockpile* BWE 203 menjadi besar. Ketinggian yang direncanakan tersebut adalah untuk masa penyimpanan 1 bulan. sedangkan masa penyimpanan aktualnya suda melebihi 3 bulan. untuk itu penulis merekomendasikan ketinggian *temporary stockpile* tidak melebihi 8,5 meter dengan masa penyimpanan tidak melebihi 1 bulan.

B. Penanganan Swabakar

Terdapat 2 metode yang dilakukan oleh PT. Bukit Asam, Tbk. untuk menangani terjadinya swabakar yaitu dengan metode kimia dan metode konvensional. Untuk tahapan penanganan terjadinya swabakar dengan metode kimia digunakan larutan murion yang disemprotkan ke batubara yang telah mengalami swabakar. Penyemprotan ini dilakukan dengan menggunakan perbandingan 1 : 50, yaitu 1 murion dicampurkan dengan 50 liter air. Sedangkan untuk metode konvensional dilakukan untuk

batubara yang terjadi swabakar namun belum terbentuk api. Metode konvensional dilakukan dengan tahapan pemisahan, *spreading*, dan pemadatan dengan alat PC-130F. Batubara yang mengalami swabakar pertama-tama dipisahkan dari temporary stockpile BWE 203, selanjutnya dilakukan *spreading* dengan cara memberai batubara dengan radius 1 meter atau hingga sudah tidak ditemukan asap hingga suhu batubara turun dan terakhir penumpukan kembali batubara ke *temporary stockpile* BWE dan dilakukan pemadatan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dimensi *temporary stockpile* BWE 203 terdiri dari: panjang alas = 450 m; lebar alas = 80 m; panjang atas = 420 m; lebar atas = 50 m. Dengan volume *temporary stockpile* sebesar 337.981,82 m³ dan tonase *temporary stockpile* sebesar 422.477,27 ton; *angle of slope* melebihi batas yang disarankan yaitu sebesar 38° sedangkan *angle of slope* aktual sebesar 39°.
2. Potensi-potensi terjadinya swabakar pada *temporary stockpile* BWE 203 diantaranya: lama penimbunan lebih dari 3 bulan yang melebihi lama timbunan yang direncanakan yaitu 1 bulan; suhu batubara melebihi suhu kritis dengan kenaikan rata-rata per minggunya 15,75°C; saluran air pada *temporary stockpile* BWE 203 sudah tidak berbentuk dan jauh dari saluran air yang direncanakan; bagian barat *temporary stockpile* BWE 203 tidak terdapat *windseld* sehingga angin yang menerpa tidak dapat dipecah dan berisiko menyebabkan suhu tinggi pada bagian tersebut; penerapan manajemen FIFO tidak diterapkan dengan baik dimana arah penimbunan berbeda dengan arah pengangkutan batubara; ukuran butir batubara tidak seragam

menyebabkan banyak rongga antar butir batubara; arah angin dominan bertiup dari timur-barat sehingga posisi lebar *temporary stockpile* BWE 203 harus sejajar dengan arah tersebut; curah hujan yang tinggi menyebabkan suhu batubara meningkat. Pengaruh curah hujan sebesar 38% terhadap peningkatan suhu batubara.

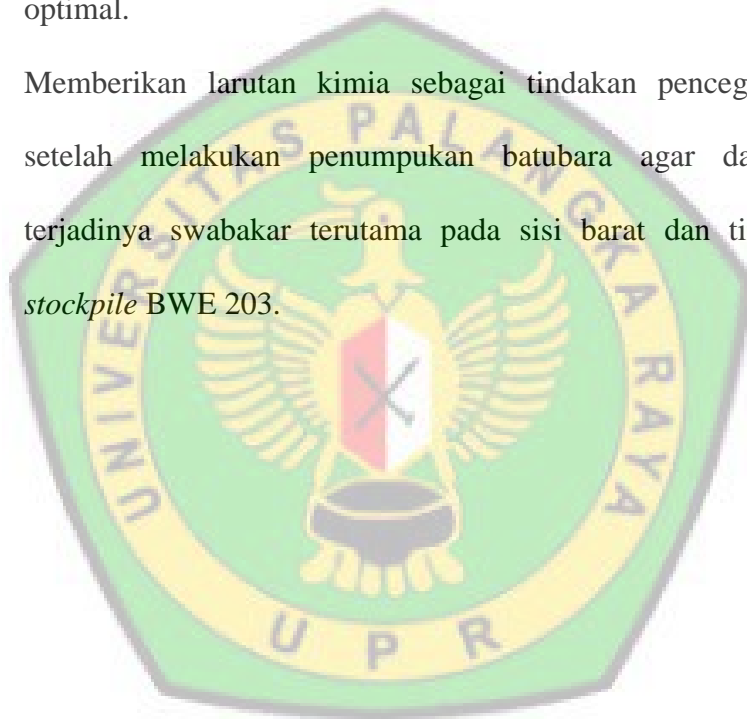
3. Pencegahan terjadinya swabakar pada *temporary stockpile* BWE 203 dilakukan dengan pemadatan batubara, pengecekan suhu batubara dan kontrol terhadap ketinggian *temporary stockpile*. Sedangkan penanganan terjadinya swabakar dilakukan dengan dua cara yaitu metode kimia dengan larutan murion dan metode konvensional dengan alat PC-130F.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka penulis menyarankan beberapa hal berikut:

1. Mengurangi ketinggian *temporary stockpile* BWE 203 menjadi 8,5 meter agar kapasitas *temporary stockpile* BWE 203 tidak melebihi kapasitas yang direncanakan yaitu 300.000 ton serta mengurangi *angle of slope* pada *temporary stockpile* untuk mengurangi potensi terjadinya swabakar.
2. Melakukan monitoring atau pengecekan suhu secara rutin agar gejala swabakar dapat dideteksi lebih dini.

3. Melakukan penyimpanan batubara pada *temporary stockpile* dengan lama penyimpanan tidak lebih dari satu bulan.
4. Melakukan perbaikan saluran air pada *temporary stockpile* BWE 203 agar aliran air lancar menuju kolam pengendapan lumpur.
5. Menambah *windsheld* pada bagian barat *stockpile* dan menambah tanaman pada *windsheld* yang renggang agar pemecahan udara lebih optimal.
6. Memberikan larutan kimia sebagai tindakan pencegahan swabakar setelah melakukan penumpukan batubara agar dapat mencegah terjadinya swabakar terutama pada sisi barat dan timur *temporary stockpile* BWE 203.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. "*Kajian Teknis Terhadap Sistem Penimbunan Batubara pada ROM Stockpile di Tambang Terbuka Batubara PT. Arutmin Indonesia Kalimantan Selatan*". Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Anne, M Carpenter. 1999. "*Management Of Coal Stockpile*". Iea Coal Research.
- Andri, Hermawan. 2001. "*Pengenalan Umum Batubara*". *Coal Quality Control & Quantity*, Sucifida.
- Deng, J., et al. 2015. "*Effect of Pyrite on the Spontaneous Combustion of Coal*". *International Journal Coal Science technology*, Vol 2, 306 - 311.
- Efriyanto, J. 2014. "*Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Kenaikan Temperatur dan Lamanya Waktu pada Proses Swabakar Batubara BA-59, BA-61, BA-63 pada Skala Laboratorium di PT. Bukit Asam (Persero), Tbk*". Universitas Sriwijaya Palembang.
- Gerrard, Widodo. 2009, "*Upaya Menghindari Kebakaran Tumpukan Batubara*", Berita PPTM, No. 11 dan 12, Bandung.
- I Nengah Budha dan Widoro S, 1990, "*Penimbunan Batubara*", Direktorat Teknologi Pertambangan.
- Junaidi, 2014. "*Regresi dengan Microsoft Excel*". Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jambi.
- Kaymakci, E. and Didari. 2002. "*Relation Between Coal Properties and Spontaneous Combustion Parameter*", *Journal engineering environmental*, Vol 26, 59 - 60.
- Kelvin, Yuliana, P.E., and Rahayu S., 2015, "*Pemetaan Lokasi Kebakaran Berdasarkan Prinsip Segitiga Api pada Industri Textile*". Idatech. Surabaya.
- Kent, A.J. 1993. "*Riegels Handbook of Industrial Chemistry*". 9th Edition. USA: Springer.
- Lakon, Utakmano. 2017. "*Kajian Teknis Sistem Penimbunan Batubara pada Intermediate Stockpile di PT. Indonesia Pratama Tabang Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur sebagai Langkah dalam Konservasi Energi*". Kalimantan Timur.
- Mulyana H, 2005. "*Kualitas Batubara dan Stockpile Management*". PT. Geoservice LTD. Yogyakarta.
- Muchjidin. 2005. "*Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara*". Institut Teknologi Bandung.

- Muchjidin. 2016. *“Manajemen Stockpile Batubara Proses Penimbunan”*, Direktorat Teknologi Pertambangan. Bandung.
- Okten, G Kural dan Algurkaplan. 2006. *“Storage of Coal Problem and Precautions”*. Departmen Mining Engineering. Istanbul Technical University.
- Pone, J.D. et al., 2007. *“The Spontaneous Combustion of Coal and Its By-Products In The Witbank and Sasolburg Coalfields of South Africa”*. *International Journal of Coal Geology*, Vol 72, 124-140.
- Satuan Kerja Muara Tiga Besar Utara – Barat. 2019. *“Data Arah Angin Muara Tiga Besar Utara-Barat”*. PT. Bukit Asam, Tbk.
- Satuan Kerja Muara Tiga Besar Utara – Barat. 2019. *“Data Curah Hujan Harian Muara Tiga Besar Utara-Barat”*. PT. Bukit Asam, Tbk.
- Sanwani. 1998. *“Pencucian Batubara”*. Jurusan Teknik Pertambangan - FTM. Institut Teknologi Bandung.
- Sukandarrumidi. 1995, *“Batubara dan Gambut”*. Gadjah Mada University Press, Cetakan, Ke-2. Yogyakarta.
- Sukandarrumidi. 2006. *“Batubara dan Pemanfaatannya”*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Syahrul, S. Yusuf. 2015. *“Efektifitas Penggunaan Cara Pemadatan untuk Mencegah Terjadinya Swabakar pada Temporary Stockpile Pit 1B di Bukit Asam Tbk Tanjung Enim”*. Sumatera Selatan.
- Triono dan Ambak, Y.S, 2015. *“Kajian Teknis Pencegahan Swabakar Batubara di Pit Bukit Baiduri Energi”*. Kalimantan Timur.
- Ulum, M. dan Gany, A. 2014. *“Pengkajian Karakteristik Batubara Batulicin Terhadap Kemungkinan Terjadinya Spontaneous Combustion”*. Kalimantan Selatan.
- Widodo, G. 2009. *“Upaya Menghindari Kebakaran Tumpukan Batubara”*. Berita Pptm No.11 Dan 12. Bandung.