

PENGARUH POLA PENUMPUKAN DAN TINGGINYA TUMPUKAN BATUBARA TERHADAP POTENSI TERJADINYA PEMBAKARAN SPONTAN

Nurlaili ⁽¹⁾, Nursetya Yusika Panjaitan ⁽²⁾

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral
Institut Sains dan Teknologi T.D. Pardede, Medan
Email : nur01.laili@gmail.com¹, panjaitannursetya@gmail.com².

ABSTRAK

PT PLN UPK Nagan Raya berada di desa Suak Puntong, Kecamatan Kuala Pesisir, kabupaten Nagan Raya, NAD. PT PLN UPK Nagan Raya merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri PLTU yang menggunakan Batubara sebagai bahan bakar utama. Batubara yang digunakan di PT PLN UPK Nagan Raya berasal dari perusahaan PT. Bukit Asam dan PT. Tiga Daya Energi. Dikarenakan kebutuhan PLTU sangat besar maka perlunya tempat penyimpanan dengan volume besar, PT PLN UPK Nagan Raya memiliki stockpile dengan luas 21.852 m². Menggunakan Metode penumpukan FIFO (first in first out) dengan pola penumpukan Chevcon (Limas terpancung) dan Chevron (kerucut). Luas penumpukan Chevcon 1181.4 m² dengan panjang alas 53,7 m, lebar alas 22 m, tinggi tumpukan 8 m dan volume tumpukan 3.825,86 m³, sedangkan luas penumpukan Chevron 3.120,9 m² dengan lebar 63,5 m, tinggi 8 m, dan volume tumpukan 8.322,48 m³. Tumpukan batubara dilakukan pengecekan temperatur secara rutin setiap harinya, dengan ketinggian 2 meter, 4 meter dan 6 meter. Pola penumpukan chevron lebih tinggi temperatur nya dibandingkan dengan pola penumpukan chevcon. Temperatur rata-rata tumpukan chevcon dengan ketinggian 2 meter 42,3°C, ketinggian 4 meter 47,1°C dan ketinggian 6 meter 48,2°C. Sedangkan temperatur pola penumpukan chevron dengan ketinggian 2 meter adalah 47°C, ketinggian 4 meter 50°C dan ketinggian 6 meter 51,3°C. Dengan suhu rata-rata harian 29,9°C. Pada tumpukan batubara dilakukan pengecekan temperatur secara rutin, pada tumpukan batubara terjadinya kenaikan suhu yang signifikan dari hari pertama penumpukan dengan temperatur awal 34°C dan suhu tertinggi pada timbunan 59°C. Timbunan batubara yang telah terjadi pembakaran spontan temperatur nya mencapai 312°C. Pembakaran spontan dipicu oleh segitiga api yaitu panas, udara dan bahan bakar, tidak hanya ketiga elemen tersebut yang dapat memicu terjadinya pembakaran spontan tetapi juga dari kualitas batubara.

Kata kunci : PLTU, Temperatur, Pola Penumpukan dan Pembakaran Spontan

ABSTRACT

PT PLN UPK Nagan Raya is located in Suak Puntong village, Kuala Pesisir sub-district, Nagan Raya district, NAD. PT PLN UPK Nagan Raya is a company engaged in the PLTU industry which uses coal as the main fuel. The coal used in PT PLN UPK Nagan Raya comes from the companies PT Bukit Asam and PT Tiga Daya Energi. Due to the very large PLTU needs, the need for a large volume storage area, PT PLN UPK Nagan Raya has a stockpile with an area of 21,852 m². Using the FIFO (first in first out) stacking method with Chevcon (truncated pyramid) and Chevron (cone) stacking patterns. Chevcon stacking area is 1181.4 m² with a base length of 53.7 m, base width of 22 m, stack height of 8 m and stack volume of 3,825.86 m³, while Chevron stacking area is 3,120.9 m² with a width of 63.5 m, height of 8 m, and stack volume of 8,322.48 m³. Coal piles are routinely checked for temperature every day, with heights of 2 meters, 4 meters and 6 meters. The chevron stacking pattern has a higher temperature than the chevcon stacking pattern. The average temperature of the chevcon pile with a height of 2 meters is 42.3°C, a height of 4 meters is 47.1°C and a height of 6 meters is 48.2°C. While the temperature of the chevron stacking pattern with a height of 2 meters is 47°C, the height of 4 meters is 50°C and the height of 6 meters is 51.3°C. With an average daily temperature of 29.9°C. In coal piles, routine temperature checks are carried out, in coal piles there is a significant increase in temperature from the first day of accumulation with an initial temperature of 34°C and the highest temperature in the pile is 59°C. Coal piles that have spontaneous combustion have a temperature of 312°C. Spontaneous combustion is triggered by the fire triangle, namely heat, air and fuel, not only these three elements can trigger spontaneous combustion but also the quality of coal.

Keywords: PLTU, Temperature, Stacking Pattern and Spontaneous Combustion

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut Sukandarrumidi (2006) batubara merupakan salah satu aset karakteristik yang memiliki potensi luar biasa baik sebagai sumber energi maupun sebagai pekerja industri jarak jauh. Batubara sebagai bahan tambang memiliki peran penting, misalnya dimanfaatkan dalam industri kimia dan bisnis lainnya.

Namun, hampir semua jenis batubara dapat terbakar secara tiba-tiba dalam kondisi alami yang wajar akibat penumpukan kapasitas batubara di suatu tempat atau zona. Pembakaran tak Terkendali dapat menjadi masalah utama dalam industri batubara. Pembakaran Tak Terkendali merupakan proses pembakaran batubara itu sendiri akibat reaksi oksidasi eksotermik yang selanjutnya menyebabkan kenaikan suhu yang cukup tinggi.

Pembakaran yang tidak terkendali adalah respons oksidasi yang terjadi tanpa sumber panas dari luar. Hal ini akan menyebabkan kebakaran dan membakar bahan. Kecenderungan pembakaran batubara yang tidak terkendali bergantung pada faktor alami (karakteristik batubara, kelembaban, ukuran molekul, luas permukaan, dll.) dan komponen luar (suhu, kelembaban, berat, konsentrasi oksigen, mikroorganisme, dll.) (Cliff et al., 2014). Pertimbangan ini menunjukkan dampak ketinggian desain penumpukan batubara terhadap potensi pembakaran yang tidak terkendali. Biasanya dilakukan untuk mengantisipasi dan meminimalkan pembakaran yang tidak terkendali di dalam tumpukan. Pertimbangan ini berpusat pada dampak desain penumpukan dan ketinggian tumpukan batubara terhadap potensi pembakaran yang tidak terkendali. Dalam bentuk mekanis, desain tumpukan dan tinggi tumpukan memiliki dampak besar terhadap terjadinya pembakaran tak terkendali pada batu bara..

1.2. Perumusan Masalah

Adapun Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh dimensi stockpile dengan pola tumpukan batubara terhadap terjadinya pembakaran spontan dengan mengetahui waktu dan temperatur yang terjadi di stockpile?
2. Bagaimana penanganan di stockpile jika pembakaran spontan terjadi?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari pola penumpukan dan pengaruh tingginya tumpukan batubara terhadap Temperatur pada tumpukan batubara.

1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui model atau bentuk tumpukan batubara yang digunakan diperusahaan
2. Mengetahui berapa tinggi tumpukan batubara agar meminimalisir terjadinya potensi pembakaran spontan
3. Mengetahui berapa lama atau waktu penumpukan batubara
4. Mengetahui pada temperatur berapa pembakaran spontan dapat terjadi
5. Mengetahui temperatur atau suhu di area stockpile batubara
6. Mengetahui pengaruh arah dan kecepatan angin terhadap kenaikan temperatur pada tumpukan batubara

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini membahas tentang pengaruh pola penumpukan, dimensi tumpukan dan lamanya waktu penumpukan batubara terhadap kenaikan temperatur pada tumpukan batubara.

TINJAUAN UMUM

2.1. PLTU Nagan Raya

PT. PLN (Persero) Pembangkit Sektor Nagan Raya atau PLTU Nagan Raya berawal dari cikal bakal pembangunan proyek 10.000 MW penugasan pemerintah kepada PT PLN (Persero) pada tahun 2006 sesuai Perpres RI No. 17 Tahun 2006 tanggal 5 Juli 2006. Tentang penugasan kepada PT PLN (Persero) untuk melakukan percepatan pembangunan PLTU yang menggunakan batubara. Proyek tersebut terletak di Desa Suak Puntong, Kecamatan Kuala Pesisir, Kabupaten Nagan Raya.

2.2 Keadaan Geologi

2.2.1 Geologi Regional

Topografi wilayah di dalam zona Nagan Raya dan lingkungannya terdapat pada salah satu cekungan busur sedimen Neogen di Aceh Barat (Cameron et al., 1980). Cekungan ini dibentuk oleh sedimentasi yang lingkungan pengendapannya *fluvial* hingga *sublittoral*.

2.2.2 Geologi Lokal

Batuan di Nagan Raya terdiri dari endapan lanau *aluvial* (lempung, pasir, dan endapan batu) dan susunan Meulaboh (batuan, pasir lempung Pleistosen). Struktur sedimen yang ditemukan pada batu pasir meliputi perlapisan silang, lapisan sejajar, dan perlapisan yang terekam. Lempung ditemukan di kaki batupasir, lempung, dan pecahan-pecahan. Lempung berwarna abu-abu dan belum ditemukan fosil.

2.3 Sumber Energi PLTU

Batubara yang di pakai oleh PT PLTU Nagan Raya Berasal Dari PT Bukit Asam dan PT Tiga Daya Energi. Spesifikasi batubara dari *Certificate Of Analisis* (COA) yang dikeluarkan **PT Surveyor Indonesia**



dapat dilihat **Tabel 2.1** dan **tabel 2.2**.

Tabel 2.1 Spesifikasi Batubara dari PT Bukit Asam

Parameter		Result	Unit
Total Moisture (Ar)		27,41	% Apporox
Proximate	Moisture (adb)	16,20	% Apporox
	Ash (adb)	6,23	% Apporox
	Volatile (adb)	35,64	% Apporox
	Fixed Carbon (adb)	42,11	% Apporox
Total Sulfur		0,47	% Apporox
Gross Calori Value (gcv)		5516	Kcal/kg
Ultimate	Total Carbon (adb)	56,49	% Apporox
	Total Hidrogen (adb)	56,49	% Apporox
	Nitrogen (adb)	5,95	% Apporox
	Oksigen (adb)	29,98	% Apporox

Sumber : Surveyor Indonesia, 16 januari 2024

Table 2.2 Spesifikasi Batubara dari PT Tiga Daya Energi

Parameter		Result	Unit
Total Moisture (Ar)		41,53	% Apporox
Proximate	Moisture (adb)	18,81	% Apporox
	Ash (adb)	6,60	% Apporox
	Volatile (adb)	37,56	% Apporox
	Fixed Carbon (adb)	37,03	% Apporox
Total Sulfur		0,38	% Apporox
Gross Calori Value (gcv)		5068	Kcal/kg
Ultimate	Total Carbon (adb)	43,86	% Apporox
	Total Hidrogen (adb)	6,82	% Apporox
	Nitrogen (adb)	0,68	% Apporox
	Oksigen (adb)	41,66	% Apporox

Sumber : Surveyor Indonesia, 16 februari 2024

2.4 Batubara

2.4.1 Pengertian Batubara

Batubara adalah mineral organik yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa tumbuhan berlangsung selama jutaan tahun.

2.4.2 Materi Pembentukan Batubara

Menurut Sukandarrumidi (1995) batubara

merupakan bahan bakar hidrokarbon yang terbentuk dari tumbuhan di lingkungan tanpa oksigen dan mengalami paparan suhu dan berat dalam jangka waktu yang sangat lama serta mengalami perubahan fisika dan kimia.

2.4.3 Proses Pembentukan Batubara

Proses penyusunan susunan batu bara terdiri dari dua tahap, yaitu (Stach, 1982):

1. Susunan Biokimia (*Peatifikasi*)

Susunan biokimia (*Peatifikasi*) adalah susunan ketika sisa-sisa tumbuhan yang terkumpul disimpan dalam kondisi bebas oksigen (anaerobik) di daerah yang tergenang dengan kerangka limbah yang buruk dan terus menerus direndam dengan air beberapa inci dari permukaan air yang tergenang.

2. Susunan Pembatubaraan (*Coalification*)

Susunan pembatubaraan (*Coalification*) dapat berupa proses diagenesis komponen alami gambut yang menyebabkan peningkatan suhu dan berat sebagai kombinasi bentuk biokimia, kimia, dan fisik yang terjadi karena dampak penumpukan lumpur yang menutupinya dari waktu ke waktu.

2.4.4 Kualitas Batubara

Menurut Laverick (1987) spesifikasi umum yang diperlukan dalam pengujian parameter kualitas untuk menspesifikasikan batubara yaitu *Parameter Total Moisture, Inherent Moisture, Ash Content, Volatile Matter, Fixed Carbon, Dan Calorific Value*.

2.4.5 Analisa Kualitas Batubara

Penilaian kualitas batubara berdasarkan parameter-parameter yang didapatkan berdasarkan analisis Proksimat dan pengujian Ultimate:

a. Pemeriksaan Proksimat

Pemeriksaan proksimat merupakan pemeriksaan yang menggabungkan Moisture Content, Volatile Matter, Ash Content, Fixed Carbon Terendap pada pengujian batubara. Pemeriksaan proksimat merupakan satu-satunya dan paling umum digunakan dalam menilai batubara, pemeriksaan ini juga sering digunakan oleh pembeli dalam memilih kualitas batubara yang sesuai dengan kebutuhan mereka sebelum memperoleh batubara, dan digunakan oleh administrator dalam mengantisipasi pelaksanaannya.

1. Moisture Content

2. Volatile Matter

3. Ash Content

4. Fixed Carbon

b. Pengujian Ultimate

Sedangkan pemeriksaan Ultimate merupakan pemeriksaan terbaik untuk melihat komponen-komponen pembentuk batubara. Komponen-komponen dalam batubara terdiri dari karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), sulfur (S), dan nitrogen (N) dengan melakukan pemeriksaan ekstrim. Zat hidrogen dan oksigen digunakan untuk menilai nilai kalor bersih dari informasi nilai kalor bersih.

2.4.6 Desain Stockpile

Desain *Stockpile* akan ditentukan atau bergantung pada kapasitas dan volume batu bara yang akan diawasi.

- Jumlah tandan mutu batu bara yang akan digunakan sebagai item terbanyak.
- Kerangka pencampuran yang akan dihubungkan
- Kerangka penumpukan yang akan digunakan.

2.4.7 Pola Penumpukan

Terdapat dua metode dalam sistem penumpukan, yaitu metode penumpukan terbuka (*open stockpile*) dan metode penumpukan tertutup (*Coverage Storage*). Penumpukan yang umum dilakukan didalam kegiatan pertambangan adalah dengan metode penumpukan terbuka (*open stockpile*)

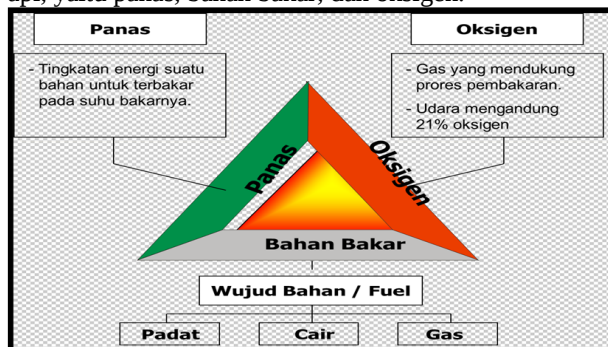
2.5 Pembakaran Spontan (*Spontaneous combustion*)

2.5.1 Defini Pembakaran Spontan

Pembakaran spontan adalah metode pembakaran batu bara itu sendiri karena adanya reaksi oksidasi eksotermik yang selanjutnya menyebabkan kenaikan suhu. Instrumen yang terjadi pada pembakaran tak terkendali adalah pemanasan dan oksidasi sedang yang diaktifkan oleh retensi oksigen pada suhu yang lebih rendah. Panas yang dihasilkan oleh oksidasi ini akan diserap dan terkumpul dalam batu bara yang memiliki konduktivitas panas yang lebih tinggi sehingga suhu batu bara akan meningkat.

2.5.2 Teori Pembakaran Spontan (*Spontaneous combustion*)

Hal ini dapat disebabkan oleh reaksi zat alami dengan oksigen dalam proses tersebut. Laju reaksi oksidasi berubah secara signifikan antar zat. Agregasi panas meningkatkan suhu sekitar dan suhu yang lebih tinggi akan mempercepat proses oksidasi batu bara. Di tengah pengendalian pembakaran batu bara yang tidak terkendali, batu bara yang teroksidasi akan menghasilkan CO dan CO₂, dan juga akan menghasilkan banyak panas yang dikeluarkan dari penyerapan fisik dan reaksi kimia dalam pengendalian oksidasi. Segitiga Api adalah komponen pendukung api, yaitu panas, bahan bakar, dan oksigen.



Gambar 2.10 Proses Terjadinya Pembakaran

2.5.3 Penyebab Terjadinya Pembakaran Spontan pada Stockpile Batubara

Sebab-sebab terjadinya *spontaneous combustion* adalah sebagai berikut :

- Reaksi *eksotermal* (Uap dan Oksigen di Udara). Reaksi ini merupakan hal yang paling sering terjadi.
- Akibat bakteri atau Gas Metan
- Aksi katalis dari benda-benda anorganik.

2.5.4 Mekanisme Pembakaran Spontan

Mekanisme peningkatan panas utama dalam pembakaran spontan (*self-heating*) timbunan batu bara disebabkan oleh interaksi oksigen dengan batu bara. Menurut Elliot, variasi tahapan dan reaksi untuk mencapai kondisi pembakaran spontan dalam timbunan batu bara dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Batu bara mulai teroksidasi pada suhu 15°C hingga 30°C dan terus meningkat seiring dengan peningkatan suhu.
- Pada setiap peningkatan suhu 8°C, laju oksidasi menjadi dua kali lipat, hingga batu bara mencapai suhu 100°C dan kurang dari 137°C. Pembakaran spontan dapat terjadi dalam waktu tiga hari setelah suhu mencapai 80°C.
- Pada suhu 137°C, reaksi tersebut menghasilkan CO₂ dan uap air.
- Pelepasan CO₂ meningkatkan suhu dengan sangat cepat hingga suhu 232°C, suhu saat pembakaran terjadi.
- Pada suhu 348°C, batu bara menyala dan terbakar.

2.5.5 Proses Pembakaran Spontan

Proses pembakaran tak terkendali dapat berupa pembakaran yang disebabkan oleh pemanasan sendiri, dengan cara menaikkan suhu karena reaksi sendiri atau secara internal, kemudian diikuti oleh pelepasan panas sehingga dapat menyala dan menyebabkan pembakaran. Pembakaran tak terkendali mengalami beberapa bentuk, yaitu:

- Pada awalnya, batubara akan menyerap oksigen dari dalam batubara secara perlahan dan kemudian suhu batubara akan naik.
- Akibat kenaikan suhu, kecepatan batubara menahan oksigen dan batubara meningkat dan suhu kemudian akan mencapai 100°C-140°C.
- Setelah mencapai suhu 140°C, uap dan O₂ akan terbentuk hingga mencapai suhu 230°C, pengurangan O₂ akan berlanjut, apabila suhu lebih dari 350°C, ini berarti batubara telah mencapai titik leburnya dan akan terbakar dengan cepat.

2.5.6 Penanganan Pembakaran Spontan Pada Stockpile

Untuk penanganan pembakaran tak terkendali di timbunan, digunakan dua strategi, yaitu:

- Strategi kimia dengan memasukkan larutan kimia.
- Strategi rutin, yaitu mengosongkan batu bara yang telah terbakar menggunakan ekskavator kecil.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan Observasi lapangan dalam penelitian ini adalah tahap awal di mana peneliti secara aktif mengenal lokasi atau lingkungan tempat penelitian dilaksanakan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif. Dimana evaluasi yang dilakukan hanya sampai taraf deskripsi yaitu menganalisa dan menyajikan fakta secara sistematis agar lebih mudah untuk dipahami dan disimpulkan. Di dalam melaksanakan penelitian ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan. Sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah.

Data yang digunakan bersumber PT. PLN (Persero) Pembangkit Sektor Nagan Raya atau PLTU Nagan Raya dan didapatkan dalam bentuk data primer (pola tumpukan di stockpile, dimensi tumpukan, temperatur tumpukan, dan lama tumpukan) dan data sekunder (sejarah perusahaan, kapasitas stockpile, data kualitas batubara, keadaan geologi, arah dan kecepatan angin, dan sudut tumpukan).

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung dimensi tumpukan dan menghitung laju kenaikan temperatur perharinya pada tumpukan. Langkah ini digunakan untuk mengetahui tinggi tumpukan, sudut tumpukan, dan volume dari stockpile.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Dimensi Tumpukan Batubara

Batubara yang ditumpuk di gudang tersebut berasal dari PT Bukit Asam dan PT Tiga Daya Energi dan diangkut melalui laut menggunakan tongkang berkapasitas masing-masing 3.000 hingga 5.000 ton. Kondisi tumpukan batubara pada pola penumpukan *Chevron* adalah sebagai berikut:

1. Lantai Dasar

Lantai pertama timbunan ini terbuat dari tanah berpasir yang di atasnya terdapat batu bara kotor. Bagian bawah tumpukan terbuat dari pasir karena pasir mempunyai sifat menyerap uap air dari tumpukan batubara dan mengurangi resiko kerusakan batubara akibat uap air.

Kegagalan umum di lantai dasar gudang penyimpanan adalah turunnya permukaan lantai dasar tempat penyimpanan, yang dapat menyebabkan seringnya genangan air dan mempengaruhi pengoperasian peralatan.

2. Pola Penumpukan *Chevron*

Pola penumpukan *Chevron* dilakukan dengan merancang penumpukan sampling secara berurutan kemudian diratakan dengan *bulldozer* *parlayer* sehingga tercapai batas ketinggian maksimum tertentu. Ukur luas tumpukan batubara di timbunan dengan alat ukur.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Luas Tumpukan Di Stockpile

No	Dimensi	Pola Tumpukan
----	---------	---------------

1.	Bentuk Tumpukan	<i>Chevron</i> / Limas Terpancung
2.	Lebar lantai atas	12 Meter
3.	Lebar lantai bawah	22 Meter
4.	Panjang lantai atas	18 Meter
5.	Panjang lantai bawah	53,7 Meter
6.	Volume tumpukan	3.825,86 m ³

3. Pola Penumpukan *Chevron*

Tumpukan batubara dengan pola penumpukan *Chevron* memiliki luas 3.124,93 m² dengan lebar dasar sekitar 63,5 meter dan tinggi ±8 meter. lantai dasar stockpile dikondisikan dalam keadaan rata, agar tumpukan batubara berdiri dengan stabil.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Dimensi Tumpukan *Chevron*

No	Dimensi	Pola Penumpukan
		Kerucut
1.	Lebar	63,5 Meter
2.	Tinggi	8 Meter
3.	Luas Alas	3.124,93 m ²
4.	Sudut Tumpukan	40°
5.	Sudut Radial	173,3°
6.	Volume Tumpukan	8.333,14 m ³

4.2 Hasil Pengukuran Temperatur Tumpukan *Chevron*

Data hasil pengukuran terhadap temperatur selama 2 minggu pada stockpile batubara dengan satuan °C dilapangan, dilakukan perhitungan untuk mencari rata – rata harian pada tiap ketinggian tumpukan batubara di stockpile, dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Temperatur Pada Tumpukan *Chevron*

Data Temperatur <i>Chevron</i>							
H ar i	Ketinggian			Rata- Rata (°C)	Kenai- kan °C/Ha- ri	Kecep- atan Angin (m/s)	Arah Angin
	2 m	4 m	6 m				
1	3 4	3 7	3 7	36	0	3	Timur- Barat
2	3 9	3 9	3 9	39	3	3	Selatan- Utara
3	4 0	4 1	4 2	41	2	2	Timur- Barat
4	4 3	4 8	4 8	46,3	5,3	2	Utara- Selatan
5	4 2	4 3	4 4	43	-3,3	3	Utara- Selatan
8	4 1	4 9	5 8	49,3	6,3	3	Utara- Selatan
9	4 1	4 4	4 2	42,3	-7	1	Utara- Selatan
10	4 7	4 8	5 1	48,6	6,3	3	Timur- Barat
11	5 2	5 8	5 8	56	7,4	3	Timur- Barat
12	4 4	4 6	4 5	45	-11	1	Utara- Selatan
To- tal	4 2 3	4 5 3	4 6 4	446,5	9	24	
Ra- ta	4	4	4	44,65	0,9	2,4	

terjadinya pembakaran spontan pada pola susun Chevcon dan Chevron adalah:

$$\frac{\text{Temperatur Rata-rata} - \text{Temperatur Awal Tumpukan}}{\text{la ju Kenaikan Temperatur}}$$

4.5 Pola Penumpukan dan Pembongkaran

Metode penumpukan stockpile menggunakan pola penumpukan chevcon berbentuk limas runcing dan pola penumpukan chevron berbentuk kerucut. Batubara yang berada di tongkang dibongkar menggunakan grab crane dan disaring menggunakan hopper dengan ukuran filter 15cm x 15cm sebelum diangkut ke stockpile base menggunakan belt conveyor untuk memenuhi ketinggian hingga 8 meter. Penumpuk roda bucket untuk memudahkan pengisian tangki bangku.

4.6 Kualitas Batubara

Batubara yang di pakai oleh perusahaan berasal dari PT Bukit Asam dan PT Tiga Daya Energi, kedua batubara tersebut masuk kedalam batubara jenis sub-bituminus dengan nilai kalori 4.611 Kkal/kg – 5.833 Kkal/Kg (ASTM 1980).

Batubara dengan nilai zat terbang (volatile matter) yang tinggi berpotensi menyebabkan pembakaran spontan karena korelasinya terhadap tingkat cepat atau lambatnya batubara dapat terbakar. Kandungan sulfur pada batubara juga perlu diperhatikan karena sulfur memiliki kemampuan penerima panas yang tinggi. Batubara yang digunakan di perusahaan memiliki kadar *volatile matter* 35,64% dan nilai *sulfur* 0,47% dari batubara PT Bukit Asam sedangkan batubara dari PT Tiga Daya Energi memiliki nilai *Volatile matter* 37,56% dan nilai *sulfur* 0,38%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil diskusi yang berlangsung, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil diskusi yang berlangsung, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perusahaan menggunakan dua pola susun yaitu pola susun Chevcon dan pola susun Chevron.
2. Dimensi tumpukan Chevcon bagian atas Panjang 18 meter, panjang lantai bawah 53,7 meter, lebar lantai atas 12 meter, lebar lantai bawah 22 meter, tinggi susun 8 meter, luas susun ± pola chevcon berukuran lebar 63,5 meter, tinggi, panjang 8 meter, dan luas alas ±3.120,9 meter persegi.
3. Semakin lama batubara disimpan, maka semakin banyak pula kalor yang tersimpan di dalam tumpukan, sehingga lamanya waktu penumpukan mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap kenaikan suhu di dalam tumpukan.
4. Suhu rata-rata penumpukan pada pola penumpukan Chevcon adalah 42,3 °C pada ketinggian 2 meter, suhu rata-rata 45,3 °C pada ketinggian 4 meter, dan suhu rata-rata 46,4 °C pada ketinggian 6 meter.

ta- Ra ta	2 , 3	5, 3	6, 4				
-----------------	-------------	---------	---------	--	--	--	--

Kenaikan temperatur pada pola penumpukan chevcon tidak signifikan, terjadi kenaikan temperatur yang sangat jauh pada hari ke-8 dari hari sebelumnya dan hari sesudahnya, pada hari ke-8 rata-rata temperatur perhari berada pada titik 49,3°C sedangkan pada hari 8 dan kecepatan angin pada hari tersebut.

4.3 Hasil Pengukuran Temperatur Tumpukan chevcon

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Temperatur Pada Tumpukan Chevcon

Data Temperatur Kerucut							
H ar i	Ketinggian			Rata- Rata (°C)	Kenai- kan °C/Ha ri	Kecep- atan Angin (m/s)	Arah Angin
	2 m	4 m	6 m				
1	38	38	40	38,6	0	3	Timur- Barat
2	42	45	49	45,3	6,7	3	Selatan- Utara
3	42	46	50	46	0,7	2	Timur- Barat
4	50	52	52	51,3	5,3	2	Utara- Selatan
5	46	48	50	48	-3,3	3	Utara- Selatan
8	52	57	55	54,6	6,6	3	Utara- Selatan
9	48	55	56	53	-1,6	1	Utara- Selatan
10	50	52	53	51,6	-1,4	3	Timur- Barat
11	55	58	62	58,3	6,7	3	Timur- Barat
12	47	52	50	49,6	-8,7	1	Utara- Selatan
To tal	47 0	50 0	51 3	494	11	24	
Ra- ta- Ra- ta	47	50	51 ,3	49,4	1,1	2,4	

Dari data di atas kenaikan temperatur pada tumpukan dengan pola chevcon sangat signifikan kenaikan temperaturnya, sejak hari pertama hingga hari terakhir temperatur tumpukan terus meningkat, temperatur pada tumpukan chevcon berada pada titik tertinggi hingga 62°C pada hari ke-11 pada ketinggian 6 meter, jika hal itu terus dibiarkan dapat menyebabkan terjadinya pembakaran spontan.

4.4 Estimasi Terjadinya Pembakaran Spontan Pada Tumpukan Dengan Ketinggian Tertentu

Waktu yang diperlukan untuk terjadinya pembakaran spontan dapat diperkirakan. Estimasi ini dilakukan dengan perhitungan. Perhitungan perkiraan pembakaran spontan yang dilakukan para peneliti didasarkan pada penelitian yang telah memperoleh perkiraan pembakaran spontan dalam kelompok. Rumus yang digunakan kemudian disesuaikan dengan kondisi penelitian. Rumus untuk memperkirakan

5. Pada pola susun chevron, suhu rata-rata pada ketinggian 2 meter adalah 47 °C, suhu rata-rata pada ketinggian 4 meter adalah 50°C, dan suhu rata-rata pada ketinggian 6 meter adalah 51,3°C. Untuk pola tumpukan chevron, suhu tertinggi mencapai 62°C pada hari ke-8.
6. Ketika suhu naik di atas 60 derajat Celcius, tumpukan batu bara menunjukkan tanda-tanda terbakar secara spontan.
7. Pengaruh kondisi lingkungan seperti suhu siang hari yang tinggi, kecepatan angin, dan arah angin juga dapat menyebabkan pembakaran spontan.
8. Penanganan jika terlihat tanda-tanda pembakaran spontan. Ekskavator memisahkan batubara dari batubara lainnya, sehingga mencegah pembakaran lebih luas.

Sukandarrumidi. 2004. Batubara dan Gambut. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
Widodo, G., 2009, Upaya Menghindari Kebakaran Tumpukan Batubara. Berita PTTM No. 11 dan 12 : Bandung.

REFERENCES

- Amir Saff ari, Mohammad Ataei, Farhang Sereshki, 22019. "Evaluation of the spontaneous combustion of coal (SCC) by using the R70 test method based on the correlation among intrinsic coa properties (Case study: Tabas Parvadeh coal mines, Iran)". *Faculty of Mining, Petroleum & Geophysics Engineering, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran. The Mining-Geology-Petroleum Engineering Bulletin*.UDC: 536.5; 658. DOI: 10.17794/rgn.2019.3.6.
- Dandi Maulana, solihin. 2022. Analisis Lamanya Penimbunan Terhadap Swabakar Pada Stockpile Produk Batubara PT XYZ. Volume 2, No. 2, Desember 2022.
- Eko Handayan Rr. Harminuke, RR. Yunita Bayungsih, Haris Rahmad Wijaya. 2017. Analisa Pengaruh Ketinggian Pada Pola Penimbunan Chevron Terhadap Potensi Swabakar Pada Temporary Stockpile Muara Tiga Besar Pt Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan. Vol.1 No.5 November 2017.
- Halawa Analiser, Ricky Musprianto. 2020. Teknologi Pencegahan Terjadinya Swabakar Pada Stockpile Batubara. Vol. 13, No. 01, Juni 2020.
- Hardianti Siti, Billi. 2018. Pengaruh Temperatur, Lama Timbunan dan Dimensi Timbunan Terhadap Terjadinya Swabakar. Volume 09 No. 02 Desember 2018.
- Jeri At Thabari1, Ahmad Syihan Auzani, Wahyu Nirbito,Yuswan Muharam, Yulianto Sulisty Nugroh. 'Modeling of Coal Spontaneous Fire in A Large-Scale Stockpile'' *International Journal of Technology* 14(2) 257-266 (2023) Received September 2022 / Revised November 2022 / Accepted December 2022.
- Mulyana, H. 2005. Kualitas Batubara dan Stockpile Management, Yogyakarta: Geoservice LTD.
- Nurul Filah Mirza, Edy Ibrahim, Yunita Bayu Ningsih. 2016. Analisa Terjadinya Swabakar dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Batubara Pada Area Timbunan 100/200 Pada Stockpile Kelok S Di PT. Kuansing Inti Makmur.