

TEKNOLOGI PENCEGAHAN TERJADINYA SWABAKAR PADA STOCKPILE BATUBARA

¹⁾Halawa Analiser, ²⁾ Ricky Musprianto

Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede
Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi

halawaftm@gmail.com, Jyanalpri17@yahoo.com

Abstrak

Permasalahan yang sering terjadi di area Stockpile (lokasi Penumpukan) Batubara adalah salah satunya Swabakar. Semakin lama batubara yang tertumpuk akan semakin banyak panas yang tersimpan di dalam stockpile (tumpukan), karena volume udara yang terkandung dalam tumpukan semakin besar, sehingga kecepatan oksidasi menjadi semakin tinggi. Batubara yang tertumpuk lama biasanya terjadi disebabkan kurangnya permintaan konsumen. Bila terjadi penumpukan terlalu lama akibat tidak adanya permintaan, maka pihak perusahaan perlu menemukan metoda penumpukan yang baik untuk mencegah terjadinya swabakar dan melakukan pengukuran suhu pada beberapa titik pada stockpile batubara, agar dapat segera dilakukan penanganan. Ada beberapa teknologi yang dapat diterapkan antara lain bentuk penumpukan **Chevron** atau **Chevcon**. Sedangkan untuk pembongkarannya dapat dilakukan dengan cara **Fist in First Out** atau **Last in First Out**.

Pada penelitian ini, dengan kasus pada tumpukan yang telah dilakukan pada area stockpile Area Banko Barat pada stopile 1H Pit I, maka untuk Stockpile 1HPit I disarankan agar menerapkan penumpukan dengan pola Chevron yaitu pola yang berbentuk limas terpancung. Batubara dilapangan yaitu batubara subbituminus mempunyai luas 4785 M² serta memiliki kualitas kalori 5200 Kkal/kg. Setiap stockpile harus dipisah dan dibuat parit atau saluran terbuka disekeliling stockpile untuk mencegah air tertahan pada tumpukan atau supaya bagian bawah stockpile dijaga agar tetap kering dan tidak mengandung/jenuh air. Ditemukan bahwa stockpile batubara terlalu tinggi hingga sampai 15 meter. Maka untuk menghindari kecepatan angin dan panas matahari yang berlebihan makasebaiknya dikurangi menjadi 9 meter, terutama bagi stockpile yang sudah dan lebih 30 hari. Sudut tumpukan yang terukur dilapangan juga masih sangat besar, yaitu rata-rata 43⁰, maka harus dikurangi menjadi $\leq 30^0$ untuk menghindari kecepatan angin yang terlalu tinggi pada setiap sisi stockpile batubara.

Sisi batubara sebelah timur masih sangat luas. Oleh karena itu perlu diperkecil luasannya, paling tidak sama dengan sisi utara yang sudah ideal. Apalagi kecepatan angin dari sebelah Timur lebih besar dari sebelah Utara. Pembongkaran dan pengangkutan stockpile agar tidak terlalu lama terjadi penumpukan maka di terapkan FIFO (First in First Out).

Pada Batubara yang sudah terbakar, di lakukan pembongkaran dengan alat mekanis pendukung supaya tidak terjadi pembakaran pada batubara yang berada disekitar titik api. Adapun alat mekanis yang mendukung penanganan ini, misalnya Backhoe dan excavator. Alat mekanis seperti excavator harus mempunyai boom yang panjang dan operator dalam keadaan standby dengan kemampuan dan safety yang professional. Saat suhu tumpukan batubara berada pada titik nyala api 120⁰C langsung dilakukan penanganan agar tumpukan yang di sisi atas tidak ikut terbakar. Stockpile yang terbakar lebih dominan yaitu Stockpile di sisi 1H di sisi timur dikarenakan sisi tersebut mempunyai sisi yang luas dan panjang serta arah angin dan panas matahari lebih dominan ke timur. Asap hasil dari swabakar sangat mengganggu pandangan operator dan mengganggu pernapasan yang berada di dekat tambang tersebut. Oleh karena itu perlu penanam pohon disekitar Area stockpile batubara.

Kata kunci: Batubara, Segitiga api, Praswabakar dan Pascaswabakar.

I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Guna menyeimbangkan antara produksi batubara dari front penambangan dan pengiriman kepada konsumen, maka dilakukan penumpukan batubara yang telah di tambang pada tempat penumpukan sementara. Penumpukan batubara yang cukup lama dapat mengakibatkan terjadinya

pembakaran sendiri pada batubara atau yang dikenal dengan istilah swabakar (*spontaneous combustion*).

Menurut Hana Mulyana (2005), swabakar atau *spontaneous combustion* adalah batubara dapat terbakar dengan sendirinya karena adanya segitiga api dan lamanya penumpukan. Pada umumnya swabakar terjadi pada batubara kelas rendah (*low rank*). Batubara kelas rendah mempunyai kandungan *volatile matter* yang cukup tinggi sehingga mudah terbakar dengan sendirinya. Selain

Jurnal Sains dan Teknologi - IJTP | 20

Halawa Analiser dan Ricky Musprianto

TEKNOLOGI PENCEGAHAN TERJADINYA SWABAKAR PADA STOCKPILE BATUBARA

Halaman 20-30

dari sifat batubara itu sendiri, swabakar dapat terjadi akibat tinggi dari pola penumpukan batubara yang kurang baik. Tinggi pola penumpukan yang kurang baik menyebabkan batubara akan bereaksi dengan udara bebas sehingga berpotensi terjadinya swabakar. Kajian awal dilakukan dengan mengetahui kondisi aktual dimensi *stockpile*, sistem pendukung di area ini seperti sistem penyaliran, sistem pencegahan dan penanganan swabakar. Karena ini akan menjadi data awal untuk merencanakan kondisi *stockpile* ke depan agar dapat memenuhi kapasitas maksimal yang diinginkan oleh perusahaan.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk;

1. Mengetahui dimensi pada pola *stockpile*
2. Mengetahui titik lokasi yang berpotensi terjadinya swabakar
3. Mengetahui Metode penanganan yang tepat pada swabakar tersebut.
4. Mengetahui bagaimana cara penanganan pada praswabakar dan pasca swabakar

1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah ini meliputi sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengetahui potensi terjadinya swabakar (*spontaneous combustion*).
2. Bagaimana penanganan yang tepat untuk meminimalkan terjadinya swabakar (*spontaneous combustion*) pada *stockpile* ini.
3. Bagaimana memilih dimensi pada pola *stockpile* sesuai di lapangan.
4. Bagaimana cara memposisikan *stockpile* yang baik dan mengurangi swabakar.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada metode bagaimana penanganan swabakar pada *stockpile* batubara, pemilihan metode penimbunan apa yang baik dan efektif, pola pengangkutan yang bagaimana yang harus diterapkan pada pencegahan terjadinya swabakar, serta cara penanganan pada praswabakar atau pada pascabakar pada *stockpile* batubara.

1.5. Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang diterapkan dalam adalah metode pengamatan dan pengukuran parameter penting yang sudah ditentukan sebelumnya di lapangan dengan melakukan pengambilan data yang kemudian data tersebut diolah dan dianalisis.

Pengumpulan dan pengukuran data melalui tahapan sebagai berikut, antara lain;

a. Pengukuran Data Primer

Pengukuran data primer dilakukan dengan pengamatan *Stockpile* Batubara di lapangan, antara lain;

1. Suhu tumpukan batubara
2. Arah angin
3. Suhu cuaca
4. Dimensi pada pola *stockpile*
5. Tinggi tumpukan *stockpile*
6. Sudut tumpukan *stockpile*

b. Data Sekunder.

Data sekunder ini diambil dari data-data yang sudah tersedia di data base perusahaan, laporan dan sumber lain yang berkaitan dengan laporan ini, adalah; **Data curah hujan dan Volume *stockpile***.

1.6. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di site PT. Bukit Asam, Tbk. Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia. Penelitian ini dilakukan oleh Tim. Dengan terlebih dahulu memohon izin kepada perusahaan untuk melakukan pengukuran data pada *stockpile* Batubara yang ada di area *stockpile*.

II. DASAR TEORI

2.1 Swabakar Batubara

2.1.1 Pengertian Swabakar Batubara

Swabakar atau *spontaneous combustion* adalah batubara yang dapat terbakar dengan sendirinya akibat adanya segitiga api (berupa panas, udara dan bahan bakar) dan akibat lamanya penumpukan. Swabakar batubara didefinisikan sebagai pemanasan perlahan dan oksidasi batubara yang diawali dengan terserapnya oksigen pada suhu rendah, karena semakin lama batubara terekspose dengan udara, akan semakin besar kemungkinan batubara tersebut mengalami oksidasi yang berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya swabakar. Apabila reaksi oksidasi terjadi secara terus menerus maka panas akan meningkat sehingga dalam tumpukan batubara juga akan mengalami peningkatan suhu, ini juga disebabkan oleh sirkulasi udara dan panas dalam tumpukan tidak lancar jadi suhu dalam tumpukan akan terakumulasi dan naik sampai mencapai titik pembakaran (*selfheating*) dan akhirnya dapat menyebabkan terjadinya proses swabakar pada tumpukan tersebut. Swabakar dapat diatasi jika mengetahui timbulnya asap di tumpukan batubara, mengetahui perubahan fisik dari warna batubara dan mencium aroma belerang sekitar *stockpile*, itu harus dilakukan pembongkaran tumpukan agar suhu tumpukan batubara turun.



Gambar 2.1 swabakar batubara

2.1.2 Pemicu awal Terjadi Swabakar

2.1.2.1 Segitiga Api

Api adalah reaksi kimia dari beberapa elemen yang mengalami reaksi pembakaran dan menghasilkan panas. Segitiga api adalah elemen-elemen pembentuk api yang dirangkai dalam suatu segitiga yang menggambarkan proses terjadinya api. Elemen-elemen tersebut diantaranya;

1. Oksigen

Sumber oksigen berasal dari aktivitas tumbuhan yang hidup dekat permukaan laut maupun di darat yang mengalami fotosintesis yaitu mengeluarkan oksigen sebagai zat sisa pemrosesan sinar matahari dan karbon dioksida. Dimana dibutuhkan paling sedikit sekitar 15% volume oksigen dalam udara agar terjadi pembakaran. Udara normal di dalam atmosfer mengandung 21% volume oksigen. Ada beberapa bahan bakar yang mempunyai cukup banyak kandungan oksigen yang dapat mendukung terjadinya pembakaran.

2. Panas

Sumber panas diperlukan untuk mencapai suhu penyalaan sehingga dapat mendukung terjadinya kebakaran. Sumber panas antara lain: panas matahari, permukaan yang panas, tempat terbuka, gesekan, energi listrik, percikan api listrik, api las / potong, gas yang dikompresi

3. Bahan bakar

Bahan bakar adalah semua benda yang dapat mendukung terjadinya pembakaran. Ada tiga wujud bahan bakar, yaitu padat, cair dan gas. Untuk benda padat dan cair dibutuhkan panas pendahuluan untuk mengubah seluruh atau sebagian darinya, ke bentuk gas agar dapat mendukung terjadinya pembakaran.



Sumber :www.handbook.com

Gambar 2.2: Segitiga api pada proses terjadinya swabakar

2.1.2.3 Faktor-Faktor yang mempengaruhi terjadinya Swabakar

1. Lamanya Penumpukan

Semakin lama batubara yang tertumpuk akan semakin banyak panas yang tersimpan di dalam tumpukan, karena volume udara yang terkandung dalam tumpukan semakin besar, sehingga kecepatan oksidasi menjadi semakin tinggi. Batubara yang tertumpuk lama biasanya terjadi disebabkan kurangnya permintaan konsumen.

Kegiatan ini melakukan penumpukan terhadap batubara yang diangkut dari *front* penambangan ke stockpile dan membongkar batubara yang ditumpuk dari stockpile ke dump hooper. Penumpukan dan pembongkaran batubara terbagi atas beberapa sistem anantara lain :

a) Sistem *Last In First Out (LIFO)*

Sistem *Last In First Out* merupakan sistem penumpukan dan pembongkaran batubara dimana batubara yang terakhir kali ditumpuk merupakan tumpukan batubara yang paling awal diambil. Pada sistem ini kegiatan penumpukan dilakukan sesuai dengan jadwal, akan tetapi kegiatan pengiriman tumpukan dilakukan pada batubara yang terakhir ditumpuk, sehingga pola ini memungkinkan batubara bagian bawah akan tertumpuk lama. Hal ini dikarenakan semakin lama batubara yang terkontaminasi di udara semakin besar juga batubara tersebut mengalami oksidasi yang berarti pula akan mengalami terjadinya *self heating (panas sendiri)* sampai terjadinya pembakaran spontan.

b) Sistem *Firts In First Out (FIFO)*

Sistem *Firts in First Out* merupakan sistem penumpukan dan pembongkaran batubara yang pertama kali ditumpuk merupakan batubara yang paling awal diambil. Karena pada dasarnya, semakin lama batubara terekspose dengan udara, akan semakin besar kemungkinan batubara tersebut mengalami oksidasi yang berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya swabakar. Management *FIFO* di setiap *stockpile* perusahaan tambang harus diusahakan. Karena dengan melakukan metode ini akan mencegah resiko terjadinya *spontaneous combustion* di *stockpile*.

2. Tinggi Tumpukan

Tinggi pada tumpukan berpengaruh terhadap potensi terjadi swabakar. Tinggi tumpukan yang terlalu 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. Akibatnya permukaan yang teroksidasi semakin besar. Semakin besar luas permukaan yang diterpa angin semakin besar tingkat oksidasi yang terjadi, yang berarti semakin besar kemungkinannya untuk terjadinya swabakar atau pembakaran spontan.

3. Suhu cuaca

Semua jenis batubara mempunyai kemampuan untuk mengalami terjadinya proses swabakar, akan tetapi besarnya suhu yang dibutuhkan dan waktu yg diperlukan untuk proses terjadinya swabakar batubara ini tidak sama. Untuk batubara yang golongannya tinggi memerlukan waktu yang cukup lama dan suhu yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan batubara yang mempunyai kelas yang lebih rendah dimana hanya memerlukan waktu yang lebih pendek. Batubara dapat terbakar dengan sendirinya setelah mengalami beberapa proses yang bertahap. Tahap pertama: mula-mula batubara akan menyerap udara secara perlahan-lahan dan berkontak langsung dengan sinar matahari, kemudian temperatur batubara akan naik. Tahap kedua : akibat temperatur naik, kecepatan batubara menyerap oksigen dari udara bertambah dan temperatur kemudian akan mencapai 70-90⁰C. Tahap ketiga: setelah mencapai temperatur 90⁰ C, asap akan terbentuk. Tahap keempat: bila temperatur telah berada 120⁰C, ini berarti batubara telah mencapai titik solutnya dan akan cepat terbakar.

4. Posisi Tumpukan stockpile

Area stockpile harus bebas dari segala material yang mudah terbakar seperti kayu dan sampah. Dan posisi stockpile harus memperhatikan arah angin. Dengan mengetahui arah angin maka posisi *stockpile* diusahakan tidak menghadap arah angin terutama pada bagian sisi yang luas dan sisi panjang yang bertujuan menghindari proses oksidasi pada tumpukan.

5. Arah dan Kecepatan Angin

Menurut (Prawirowardoyo, 1996), pergerakan angin adalah gerak atmosfer terhadap permukaan bumi ini memiliki dua arah yaitu arah horizontal dan arah vertikal. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi gerak angin itu sendiri yaitu topografi, distribusi antara permukaan daratan dan lautan, serta arus laut. Gerak atmosfer yang umum adalah gerak horizontal, karena daerah yang diliputinya jauh lebih luas dan kecepatan horizontalnya jauh lebih besar daripada vertikalnya. Akan tetapi yang merupakan sumber pembentukan awan konvektif dan curahan yang berperan penting dalam menentukan cuaca dan iklim adalah gerak vertikal.

Kecepatan dan arah angin berpengaruh terhadap potensi terjadi swabakar. Sisi tumpukan yang terkena angin bisa menyebabkan swabakar karena sisi tumpukan yang berinteraksi dengan udara semakin luas sehingga angin yang menerpa masuk ke dalam pori-pori batubara akan mengakibatkan permukaan yang teroksidasi semakin besar. Sehingga perlu

dilakukan pengukuran kecepatan dan arah angin pada titik-titik tertentu.

6. Sudut Tumpukan Stockpile

Sudut adalah besaran suatu ruas garis dari suatu titik pangkalannya ke posisi lain. (Menurut Hana Mulyana, 2005), sudut yang dibentuk oleh suatu tumpukan batubara (*stockpile*) harus mempunyai (*sudut aman*) padatumpukan batubara sebesar 29⁰ - 35⁰. Sudut tumpukan stockpile yang ideal dan aman, dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\tan \alpha = \frac{y}{x} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- y = nilai tinggi suatu bidang (m)
- x = nilai panjang suatu bidang (m)
- α = nilai sudut suatu bidang (⁰)

Pengaruhnya terhadap sudut kemiringan yang curam adalah sisi miring yang akan menimbulkan celah sehingga angin bisa masuk dengan mudah, yang akan mengakibatkan terjadinya swabakar. Kemiringan tumpukan batubara yang cukup ideal akan meminimalkan terjadinya swabakar. Perlu dipertimbangkan juga kontak angin terhadap permukaan tumpukan. Sudut tumpukan yang semakin kecil akan meminimalisir angin tertahan oleh permukaan tumpukan, sehingga akan memperkecil angin yang akan menembus rongga-rongga yang terbentuk antar kontak butiran atau pecahan batubara pada tumpukan.

2.1.3 Pengaruh Asap Swabakar Terhadap Lingkungan

Asap dari swabakar pada tumpukan batubara mengandung karbon dioksida (CO₂), Sulfur dioksida (SO₂) dan Nitrogen dioksida (NO₂). karbon dioksida (CO₂) adalah gas cair tidak berwarna, tidak berbau, tidak mudah terbakar , dan sedikit asam. CO₂ lebih berat daripada udara dan larut dalam air. Efek dari karbon dioksida adalah mencemari udara yang mengganggu pernafasan dan mengakibatkan sesak napas. Sulfur dioksida (SO₂) adalah gas yang tidak berwarna dan memiliki bau yang menyengat efek dari sulfur dioksida ini adalah mengiritasi mata, tenggorokan, dan saluran pernafasan. Paparan jangka pendek dapat menimbulkan luka bakar pada mata, batuk-batuk, dan sesak napas. Nitrogen dioksida (NO₂) adalah merupakan gas beracun, berwarna coklat-merah. Pembentukan nitrogen oksida terjadi pada pembakaran batubara, minyak bumi, gas alam, dan sebagainya. NO₂ dapat merusak bagi manusia dan lingkungannya efeknya antara lain merusak paru-paru dan mencemari udara yang mengganggu pernafasan.



Gambar 2.3: Asap dari hasil swabakar

2.2 Stockpile

2.2.1 Pengertian Stockpile

Stockpile merupakan suatu tumpukan material batubara yang menjadi tempat penyimpanan sementara batubara sebelum dilakukan distribusi atau pemasaran. Material yang terdapat pada *stockpile* didapat dari hasil *dumping* oleh *dump truck* ataupun curahan dari *conveyor*. Lokasi *stockpile* umumnya terletak di daerah yang strategis sehingga mudah untuk didistribusikan misalnya di dekat daerah *front* penambangan atau di dekat *dump hooper*. Adapun fungsi *stockpile* antara lain :

- Untuk menjaga stock dalam memenuhi permintaan konsumen.
- Sebagai persediaan strategis terhadap gangguan yang bersifat jangka pendek maupun panjang
- Sebagai tempat untuk pengiriman dan penumpukan sementara



Gambar 2.4 stockpile batubara tampak samping

2.2.2 Manajemen *Stockpile*

Manajemen *stockpile* merupakan suatu proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian dan pengontrolan dalam pembuatan *stockpile* untuk mencapai sasaran secara efektif dan efisien. Dimana tujuan dapat dicapai sesuai dengan rencana, dan efisien berarti bahwa tugas yang ada dilaksanakan secara benar, terorganisir dan sesuai dengan perencanaan. Dalam kaitannya dengan fungsi dari *stockpile* batubara sebagai tempat penumpukan sementara maka diperlukan sistem manajemen *stockpile* yang tepat. Penumpukan batubara

merupakan salah satu tahapan dari kegiatan penanganan batubara, apabila sistem penumpukan kurang memadai maka dapat mengganggu kegiatan pembongkaran tumpukan batubara di tempat penumpukan, terutama bagi batubara yang mudah terbakar dengan sendirinya. Sehingga dengan adanya upaya perbaikan manajemen tumpukan, upaya menghindari gejala swabakar, proses terjadinya swabakar pada penumpukan batubara dapat dicegah sekecil mungkin. Dalam proses penyimpanan diharapkan jangka waktunya tidak terlalu lama, karena akan berakibat pada penurunan kualitas batubara. Proses penurunan kualitas biasanya lebih dipengaruhi oleh proses oksidasi dan faktor alam. Disamping itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam manajemen *stockpile* yaitu sebagai berikut;

1. Kontrol Temperatur Pada Tumpukan Batubara
2. Kontrol Terhadap Aspek Kualitas Batubara
3. Kontrol Terhadap Aspek Lingkungan

Namun demikian, prinsip-prinsip pembuatan *stockpile* yang berdasarkan pada pemeliharaan kuantitas, pemeliharaan kualitas serta lingkungan pada dasarnya sama, baik itu *stockpile* berkapasitas kecil maupun berkapasitas besar. Pada management *stockpile* ini ada beberapa bagian yang perlu diperhatikan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan Permukaan Dasar *Stockpile*

Permukaan dasar dari suatu *stockpile* harus menggunakan material *bedding coal* yang cukup kuat untuk menopang berat tumpukan batubara. Selain itu permukaan dasar *stockpile* harus dibuat agak cembung agar *drainage stockpile* lancar. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi genangan air yang terjebak di tengah *stockpile* pada saat hujan dan mampu mengalirkan air ke tempat sistem drainase.

Apabila terjadi penurunan dasar *stockpile* maka akan menyebabkan air terjebak dalam cekungan tersebut yang akan memicu terjadinya penguapan dan pemanasan pada tumpukan batubara dalam jangka waktu panjang. Selain itu cekungan tersebut semakin lama akan semakin dalam yang pada akhirnya akan menimbun sebagian batubara kedalam tanah. Sehingga pada saat pengambilan batubara dibagian tengah tumpukan, batubara dalam cekungan akan tertinggal dan semakin lama semakin banyak. Dengan membuat dasar *stockpile* yang cukup kuat dan relatif cembung, maka diharapkan penurunan pada dasar permukaan *stockpile* dapat dihindarkan.

2. Pembuatan Saluran air di Sekililing *Stockpile*

Untuk mengalirkan air yang berada di tumpukan batubara, baik yang berasal dari air hujan, maupun yang berasal dari penyemprotan air, disekeliling areal *stockpile* tersebut harus dibuat

paritan atau saluran air yang akhirnya akan dialirkan kolam pengendapan. Air yang melewati tumpukan batubara akan melarutkan batubara halus, sehingga partikel batubara yang halus akan terbawa oleh aliran air. Oleh karena itu sebelum air tersebut dialirkan ke sungai, perlu ada pengolahan air *stockpile* tersebut, atau paling tidak dibuatkan kolam pengendap. Dengan demikian partikel batubara yang terbawa oleh air dari *stockpile* tersebut tidak mencemari lingkungan khususnya tidak mencemari sungai. Menurut data Satuan kerja Penunjang Tambang PT Bukit Asam bahwa air yang berasal dari *stockpile* tersebut bersifat asam, maka perlu juga dilakukan netralisasi. Netralisasi air asam dari batubara dapat menggunakan kapur. Proses netralisasi dilakukan setelah air tersebut melewati kolam pengendap, atau dilakukan sebelum air dibuang ke sungai atau laut.

3. Pembuatan *Wind Sield* atau Penangkal Angin

Angin yang bertiup dari *stockpile* dapat mengakibatkan kerusakan pada tumpukan batubara (*stockpile*). Angin yang bertiup kearah tumpukan batubara akan mempercepat terjadinya oksidasi batubara, yang akan berlanjut pada terjadinya *self heating* atau pemanasan pada tumpukan batubara tersebut. Apabila hal ini tidak dapat dikendalikan maka akan berakhir dengan terjadinya pembakaran spontan. Tentunya hal ini akan merugikan, baik hilangnya kuantitas batubara maupun biaya untuk merelokasi batubara yang terbakar. Selain itu angin yang bertiup dari arah *stockpile* ke luar akan mengakibatkan debu di udara dan dapat berpengaruh pada lingkungan. Masalah asap ini akan semakin besar pengaruhnya apabila lokasi *stockpile* berada dekat pemukiman penduduk. Untuk mencegah hal tersebut diatas dibuat semacam *greenbelt* di sekitar *stockpile*, atau paling tidak di daerah dimana biasanya angin berhembus.

Greenbelt tersebut biasanya dapat dibuat dengan membuat jaring pepohonan di sekitar *stockpile*, sehingga pada saat angin berhembus ke arah *stockpile* dapat dipecah atau dihalangi oleh pepohonan tersebut.

4. Tanggul Pemisah

Pada *stockpile* harus terdapat tanggul pemisah yang difungsikan sebagai pembatas antara area *stockpile* dengan batas jalan untuk alat mekanis seperti dump truck, *bulldozer* dan excavator.

2.2.3 Jenis-Jenis Pola Penumpukan Batubara

Pola penumpukan batubara diperlukan sesuai dengan keadaan di daerah penumpukan dan dimensi *stockpile* serta peralatan yang digunakan untuk kegiatan penumpukan. Sistem penumpukan batubara

dilakukan untuk mengatur jumlah tonase yang akan ditumpuk sesuai dengan permintaan dan proses pengolahannya untuk kebutuhan *blending*. Pola penumpukan dan sistem penumpukan batubara harus diatur sedemikian rupa agar pemisahan stock berdasarkan perbedaan kualitas dapat dilakukan dengan baik dan tumpukan juga dapat meminimalkan resiko terjadinya swabakar di *stockpile*. Terdapat beberapa macam pola penumpukan batubara diantaranya:

1. *Chevron*

Merupakan pola dengan menempatkan tumpukan satu material yaitu berbentuk kerucut terpancung, *stockpile* ini dilakukan dengan ditumpuk secara bolak-balik sehingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Pola ini baik untuk curah seperti *belt conveyer* atau *stacker reclaimer*. Keunggulan pola penumpukan ini adalah memperkecil hantaman angin ke *stockpile* disebabkan bentuknya yang membundar yang dapat memperkecil terjadinya swabakar dan cepat diambil dikarenakan dekat dengan dump hopper. Kelemahan pola penumpukan ini adalah memiliki kapasitas tidak terlalu besar dan suatu saat abu batubara dapat mengganggu aktivitas karyawan tambang dikarenakan *stockpile* dekat kantor. Contoh tumpukan *chevron* dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut.



Sumber : www.handbook.com

Gambar 2.5. Pola Penumpukan *Chevron*

Luas kerucut terpancung dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Anne M. Carpenter, 1999).

$$L = \pi \cdot t (\text{jari-jari besar} + \text{jari-jari kecil}) \dots (2.2)$$

2. *Chevcon*

Chevcon merupakan pola penumpukan berbentuk limas terpancung. Pembentukan tumpukan ini dapat menggunakan alat *dozer*, *backhoe*, dan *wheel loader*. *Stockpile* pola *chevcon* berada dekat front. Keunggulannya adalah mempunyai kapasitas yang besar untuk *stockpile* dan tempat persediaan yang strategis, dikarenakan abu batubara jauh dari kantor karyawan. Kelemahan sering terjadi swabakar, dikarenakan jarak jauh dari dump hopper dan pengambilan jarang dilakukan.

Luas Limas terpancung dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Anne M. Carpenter, 1999).

$$L = \frac{\text{panjang bawah} + \text{panjang atas}}{2} \times t \quad \dots (2.3)$$



Gambar 2.6: Pola Penumpukan *Chevron*

2.3 Alat Penunjang Mekanis dalam Penanganan Swabakar

2.3.1 Excavator Caterpillar E 110 B

Karakteristik penting dari *excavator* adalah pada umumnya menggunakan *full hydraulic system*. Dalam konfigurasi ini *excavator* memiliki ukuran *boom* lebih panjang, sehingga jangkauan lebih jauh tetapi kapasitas *bucket* lebih kecil. Putaran *swing* lebih cepat sehingga *cycle time* lebih kecil. Excavator ini berfungsi sebagai membongkar dan memadatkan tumpukan batubara yang terjadi swabakar di stockpile.

2.3.2. Excavator Volvo EC 210 B

Dalam konfigurasi ini *excavator* memiliki ukuran *boom* lebih pendek, sehingga jangkauan tidak terlalu jauh tetapi kapasitas *bucket* lebih besar. Putaran *swing* lebih kecil sehingga *cycle time* lebih besar. Excavator ini berfungsi sebagai pengambilan material pada tumpukan batubara di stockpile.

2.3.3 Bulldozer Komatsu D 85 SS

Bulldozer adalah salah satu alat berat yang mempunyai roda rantai untuk pekerjaan yang memiliki traksi yang tinggi. Mesin penggerak utama bulldozer adalah traktor dan dibagian depan bulldozer dilengkapi blade dan ripper dibagian belakang. Bulldozer ini berfungsi sebagai meratakan dan merapikan susunan tumpukan batubara di sisi atas pada stockpile.

2.4 Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan untuk pengambilan data adalah :

1. Thermometer
Alat ini digunakan untuk mengukur suhu matahari dan tumpukan batubara
2. Meteran

Alat ini digunakan untuk mengukur luasan pada stockpile.

3. Patok
Alat ini digunakan untuk menentukan titik yang akan terjadi swabakar
4. Gps garmin Csi
Alat ini digunakan untuk mengetahui elevasi tertinggi dan terendah pada stockpile tersebut
5. Kompas Geologi
Alat ini digunakan untuk menentukan besaran nilai sudut kemiringan terhadap stockpile
6. Kamera
Alat ini digunakan untuk pengambilan dokumentasi yang akan dilampirkan di laporan.
7. Aplikasi *zephyrFreeWind Meter*
Alat ini digunakan untuk menentukan arah angin dan kecepatan angin.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

3.1.1 Stockpile di Banko Barat

Pembahasan dalam penelitian ini akan membahas mengenai cara penanganan terhadap peristiwa pra-pasca swabakar, karena adanya perilaku perubahan temperatur tumpukan batubara yang selalu meningkat dan potensi lainnya. Penelitian ini melakukan pengukuran perubahan temperatur, arah dan kecepatan angin, melihat kondisi tumpukan berupa tinggi tumpukan dan sudut tumpukan pada *stockpile* 1 H Pit 1 Tambang Banko Barat PT.BA.Tbk.

Unit penambangan Tanjung enim terutama di satuan kerja penambangan banko barat memiliki lokasi penumpukan dengan sistem open stock (*stockpile* terbuka) berdasarkan kapasitas dan mekanisme penumpukan yang berbeda-beda ini dikarenakan kualitas batubara yang berbeda-beda dari front penambangan. Selain itu sebagai tempat pencampuran (*blending*), yang mengantisipasi apabila mengalami hambatan pada salah satu *stockpile*. Pada penelitian ini hanya dilakukan pada *stockpile* 1 H di pit 1

3.1.2 Kondisi Stockpile 1H di Pit 1

Pola penumpukan batubara pada *stockpile* 1H berbentuk *chevron* yaitu berbentuk limas terpancung dengan luas 4785 m² (lihat lampiran C). Yang dilakukan dengan cara teknis menumpuk batubara secara berurutan ke samping, kemudian diratakan dengan menggunakan *bulldozer* per layer dan selanjutnya ditumpuk kembali dengan cara berurutan dan begitu seterusnya. Bentuk limas terpancung secara langsung terbentuk dari hasil *bulldozer* saat meratakan tumpukan batubara selapis demi selapis.

Tumpukan batubara *stockpile* 1 H berasal dari front penambangan pit 1 Banko Barat dengan jarak 1,5 Km menggunakan *dumpruck Quester* CWE 280.

Kegiatan penambangan dan penumpukan batubara dilakukan oleh pihak kontraktor SBS (Satria Bahana Sarana).



Sumber : Kontraktor SBS

Gambar 3.1: kondisi stockpile 1 H di pit 1

Dari hasil penelitian dilapangan kondisi *stockpile* 1 H Pit 1 sebagai berikut :

a. Saluran Air

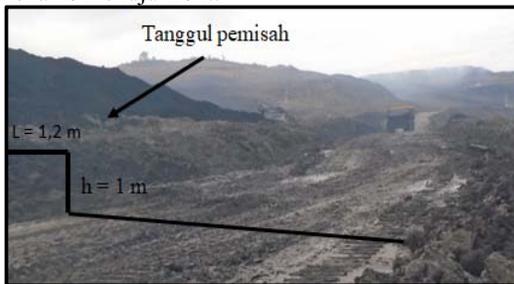
Dari hasil penelitian dilapangan pada sisi-sisi *stockpile* terdapat saluran penyaliran yang dibuat khusus agar air hujan dapat keluar dari *stockpile* kemudian akan dialirkan ke drainase menuju sump. Saat penelitian saluran (drainase) ini berfungsi pada semua sisi dengan baik dimana pada saat hujan dapat mengalirkan air dengan baik. Sehingga air tidak tergenang. Pada gambar dibawah tanda panah merupakan arah aliran air.



Gambar 3.2. Saluran air di *stockpile* 1 H

b. Tanggul pemisah

Pada *stockpile* ini terdapat tanggul pemisah yang difungsikan sebagai pembatas antara area *stockpile* dengan batas jalan untuk jalan utama alat mekanis menuju front.



Gambar.4.3 Tanggul Pemisah pada *stockpile* 1 H

3.2 Pembahasan

3.2.1 Penanganan Swabakar

1. Lamanya penumpukan

Penanganannya adalah menerapkan sistem FIFO (*First In First Out*) yaitu pembongkaran tumpukan batubara yang awal ditumpuk itu harus diambil pada tumpukan yang pertama kali. Cara pembongkaran untuk pengambilan pada tumpukan batubara yaitu dimulai dari sisi samping *stockpile* yang dikupas per layer menggunakan *Excavator Volvo EC 210 B*, sedangkan untuk tumpukan awal disisihkan dulu.

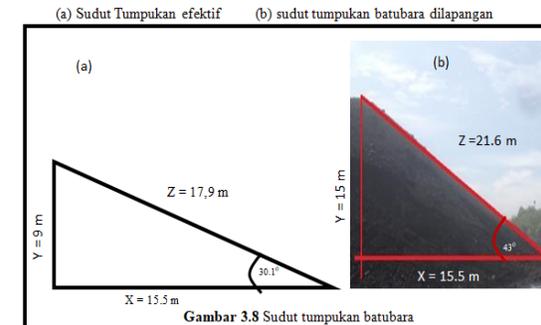
2. Tinggi tumpukan

Dari hasil pengukuran lapangan tinggi tumpukan batubara 15 meter (menggunakan gps garmin Csi 60 dengan mencari elevasi tertinggi dan terendah). Pada batubara yang ditumpuk lebih dari 30 hari sebaiknya tinggi tumpukan maksimum 9 meter. Penanganannya adalah menggunakan *Bulldozer Komatsu D 85 SS* dengan meratakan permukaan atas *stockpile* hingga ketinggian berkurang dan sama rata. Waktu yang diperlukan selama penanganan 2 jam.

3. Posisi stockpile

Dari hasil penelitian dilapangan, posisi *stockpile* belum berfungsi sempurna, dikarenakan posisi *stockpile* pada sisi sebelah timur lebih dominan terkontak oleh udara bebas, sisi timur mempunyai sisi yang luas dan panjang sehingga menimbulkan swabakar. Penanganan untuk posisi *stockpile* yang ideal adalah diusahakan posisikan *stockpile* yang mengarah ke arah angin harus mempunyai sisi yang kecil, sehingga dapat meminimalkan terjadinya swabakar. Sisi yang kecil sesuai dilapangan adalah sisi utara.

Berdasarkan tinjauan di lapangan, tinggi tumpukan 15 meter dan sudut kemiringan α 43° (dengan menggunakan kompas geologi), nilai datar diambil dari lapangan menggunakan meteran dengan hasil 15 m.



Gambar 3.8 Sudut tumpukan batubara

Gambar 3.4 Sudut tumpukan batubara

Berdasarkan data tersebut sudut tumpukan stockpile yang ideal dan aman, dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{x}{9 m} \\ \tan \alpha &= \frac{15,5 m}{9 m} \\ \tan \alpha &= 0,58 \\ \alpha &= \tan^{-1} 0,58 \\ \alpha &= 30,1^\circ \sim \alpha = 30^\circ \end{aligned}$$

4. Pengukuran kecepatan dan arah angin

Berdasarkan penelitian dilapangan maka diperoleh data sebagai berikut (lihat lampiran L). Dengan menggunakan aplikasi yang didownload dari hp seperti penentuan arah angin. Nama aplikasinya *zephyrFreeWind Meter*, cara kegunaannya ialah dengan mengarahkan aplikasi dengan arah angin yang saling beralawan.

Klasifikasi angin dominan adalah dari arah timur. Berdasarkan dilapangan, sisi timur mempunyai sisi yang luas, sehingga interaksi udara dengan batubara secara terus-menerus akan menyebabkan peningkatan temperatur tumpukan batubara terutama di sisi timur. Penanganannya adalah memadatkan permukaan yang menghadap ke arah angin dengan menggunakan Excavator Caterpillar E 110 B. Untuk menyimpan batubara yang relatif cukup lama, sebaiknya setiap *slope* tumpukan harus dipadatkan, khususnya yang menghadap arah angin. Pemadatan harus dilakukan secara berkala

pada lapisan tumpukan batubara dengan ketebalan 0.5 sampai 1 meter. Pemadatan yang dilakukan setiap lereng tumpukan berarti mengurangi resiko terjadinya swabakar dan menjaga kualitas dari batubara tersebut.

5. Penanganan temperatur pada tumpukan batubara

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran temperatur pada tumpukan batubara. Hasil pengukuran suhu dilakukan 1 - 12 titik swabakar (lihat tabel 3.1) Hasil pengukuran suhu pada tumpukan batubara dipantau kenaikan suhu perhari dengan menggunakan alat pengukur Thermocouple. Tumpukan batubara telah mencapai titik solutnya 120°C, bahwa yang berpotensi terjadinya swabakar adalah sisi sebelah timur yaitu titik 1-4. Dikarenakan sisi sebelah timur lebih dominan berkontak langsung oleh sinar matahari karena tidak ada penghalang di sebelah timur. Kurangnya pemadatan pada sisi miring akan menyebabkan banyaknya panas yang terserap. Kedalaman titik patok ialah 40 cm, dan pengambilan suhu nya sesuai kedalaman pipa, dengan panjang pipa 50 cm. Hasil pengukuran dilapangan pada saat batubara mengalami kebakaran. Penanganan utama dilakukan pembongkaran, pemindahan material tempat yang lain dan pemadatan menggunakan excavator caterpillar E 110 B.

Tabel 3.1: Contoh data pengukuran Suhu pada Tumpukan Batubara Stockpile 1 H Pit 1 Banko Barat selama dua minggu dari satu bulan pengukuran

HARI	ARAH ANGIN	KECEPATAN ANGIN (M/S)	SUHU CUACA (°C)	TITIK SAMPEL (°C)											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SENIN	dari barat ke timur	6.1 m/s	30	31	36	33	35	30	31	30	30	29	30	29	30
SELASA	dari selatan ke barat	4.4 m/s	29	31	36	33	35	30	31	30	30	29	30	30	30
RABU	dari utara ke selatan	4.2 m/s	26	30	34	32	33	30	31	29	29	29	29	30	30
KAMIS	dari timur ke barat daya	8.3 m/s	32	47	51	47	50	37	34	30	30	30	30	30	30
JUMAT	dari timur ke barat daya	4.7 m/s	26	47	51	46	48	34	34	30	30	30	30	30	30
SABTU	LIBUR														
MINGGU															
SENIN	dari utara ke selatan	6.3 m/s	32	50	53	50	51	40	39	31	30	30	30	31	30
SELASA	dari timur ke barat daya	6.2 m/s	33	57	62	60	60	43	40	31	30	30	30	30	30
RABU	dari utara ke selatan	4.1 m/s	26	55	58	58	55	40	40	30	30	29	29	29	30
KAMIS	dari timur ke barat daya	8.3 m/s	32	64	68	65	63	47	44	31	32	30	30	30	31
JUMAT	dari timur ke barat daya	8.7 m/s	28	65	70	67	65	47	44	31	31	30	30	30	30

Dalam penanganan ini *excavator caterpillar* E 110 B membutuhkan waktu 3 jam untuk menurunkan suhu pada titik api, yang berada pada sisi timur yang luas terjadi swabakar.

3.2.2 Penanganan Asap dari Swabakar

Penanaman pohon bambu untuk mencegah asap dari hasil swabakar tidak meluas ke pemukiman warga. Pembuatan penangkal asap dari swabakar di *stockpile 1 H*, dimana letak pohon bambu dibuat sebelah timur *stockpile* karena di sebelah timur *stockpile 1 H* lebih banyak kontak langsung oleh udara dan sinar matahari. Dibutuhkan pohon bambu sebagai penghalang dikarenakan bambu mempunyai sifat kekuatan yang lebih tinggi.

3.2.3. Faktor-faktor penting dalam Penanganan Swabakar

Faktor-faktor penting dalam penanganan swabakar dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut:

1. Hati-hati dalam melakukan penanganan batubara yang terbakar, semua alat harus *safety* yaitu alat jangan ada bocor dihidrolick dan mesin alat harus steril dari debu dan termasuk manusia wajib menggunakan APD (Alat Pelindung Diri).
2. Lakukan penggalian terhadap batubara apabila *stockpile* tersebut terbakar. Dan berhati-hati dalam melakukan penggalian batubara yang sudah terbakar karena dapat menimbulkan api meluap.
3. *Relokasi* batubara yang panas tetapi belum terbakar ke lokasi *stockpile* yang aman. *Spread* atau tebarkan batubara untuk menurunkan temperaturnya tersebut.
4. Buang abu yang terdapat pada bekas terbakarnya batubara tujuannya untuk menghindarkan kualitas batubara yang masih awal agar tidak terkontaminasi dengan pengotor.
5. Tumpuk kembali batubara tersebut setelah temperaturnya turun. Lakukan pemadatan apabila batubara tersebut tidak akan segera dimuat.

3.2.4 Hambatan Teknis

Pada dasarnya, hambatan teknis pada penanganan swabakar adalah kurangnya tempat untuk alat mekanis ber-*manuver* dan letak titik yang terbakar terlalu jauh untuk dijangkau yang mengalami perbaikan waktu panjang maupun perbaikan waktu pendek. Dalam penanganan hambatan non teknis, hambatan cuaca merupakan hambatan yang tidak dapat diatasi. Maka solusinya adalah luas permukaan atas diperlebar dan sisi miring pada tumpukan *stockpile* di landaikan dan dibutuhkan skill operator

yang handal dalam membutuhkan penempatan alat yang baik dan membuat jalan lintasan di *stockpile* yang aman untuk mematikan titik api

IV KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut;

1. Pola *stockpile* batubara yang dianggap baik dan mampu memperkecil terjadinya swabakar adalah Pola *Chevron*
2. *Stockpile* batubara dilapangan mempunyai rata-rata luas 4785 meter persegi serta memiliki kualitas kalori 5200 Kkal/kg.
3. Setiap *stockpile* dianjurkan ditumpuk secara terpisah dan dibuat parit atau saluran terbuka disekeliling *stockpile* untuk mencegah air tertahan pada tumpukan atau supaya bagian bawah *stockpile* dijaga agar tetap kering dan tidak mengandung/jenuh air.
4. *Stockpile* batubara rata-rata masih terlalu tinggi yaitu 15 meter. Maka untuk memperkecil luas penampang pada sisi batubara dan untuk menghindari kecepatan angin maka sebaiknya dikurangi menjadi 9 meter, terutama bagi *stockpile* yang sudah dan lebih 30 hari.
5. Sudut tumpukan yang terukur dilapangan juga masih sangat tinggi, yaitu rata-rata 43° , maka untuk menghindari pengaruh panas matahari dan kecepatan angin harus dikurangi menjadi $< 30^{\circ}$.
6. Sisi batubara sebelah timur masih sangat luas. Oleh karena itu perlu diperkecil luasannya paling tidak sama dengan sisi utara yang sudah ideal. Apalagi kecepatan angin dari sebelah Timur lebih besar dari sebelah Utara.
7. Pembongkaran untuk pemuatan *stockpile* agar tidak terlalu lama terjadi peneupukan maka di terapkan **FIFO (First in First Out)**.
8. Pada Batubara yang sudah terbakar, di lakukan pembongkaran dengan alat mekanis pendukung supaya tidak terjadi pembakaran pada batubara yang berada disekitar titik api. Adapun alat mekanis yang mendukung penanganan ini, misalnya *Backhoe* dan *excavator*. Alat mekanis seperti *excavator* harus mempunyai boom yang panjang dan operator dalam keadaan standby dengan kemampuan dan *safety* yang profesional. Saat suhu tumpukan batubara berada pada titik nyala **api 120⁰C** langsung dilakukan penanganan agar tumpukan yang di sisi atas tidak ikut terbakar.
9. *Stockpile* yang terbakar lebih dominan yaitu *Stockpile* di sisi 1H di sisi timur dikarenakan sisi tersebut mempunyai sisi yang luas dan

panjang serta arah angin dan panas matahari lebih dominan ke timur. Asap hasil dari swabakar sangat mengganggu pandangan operator dan mengganggu pernapasan yang berada di dekat tambang tersebut. Oleh karena itu perlu penanam pohon disekitar *Area stockpile* batubara.

ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede, Fakultas Teknologi Mineral atas rekomendasi dan izin yang diberikan berupa permohonan dan surat jalan kepada Tim untuk melakukan penelitian ke PT. Bukit Asam, Tbk. Dan sekaligus kepada PT. Bukit Asam, Tbk. Atas izin yang diberikan kepada Tim untuk melakukan obesrvasi disalah satu site yang dimiliki. Semoga Penelitian dapat bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

Anne M. Carpenter, 1999. "Management of coal Stockpile." IAE Coal Reseach
Arif Irwandy, 2014. Batubara Indonesia, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
Coaltech, 2011. Prevention and control of Spontaneous Combustion. South Afrika : Coaltech Reseach Asosiation.

Hitachi, 2017, Wheel loader ZW-180 Handbook, Tokyo, Japan
Mulyana, H. 2005. "Kualitas Batubara dan Stockpile Management", Yogyakarta: Geoservice LTD.
Muchjidin. 2006. Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara. Bandung : Penerbit ITB.
M. Valk (Eds.), 1995, "Coal Science and Technology", Academic Press, Elsevier
Rissal, 2017, "Optimalisasi Desain Temporary Stockpile Banko Barat", " PT. Bukit Asam (Persero), Tbk Tanjung Enim, Sumatera Selatan.
Rochmadi, 1982, Alat-Alat berat dan penggunaannya, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
Syahrul S, 2015. Efektivitas Penggunaan Cara Pemasatan Untuk Mencegah Terjadinya Swabakar Pada Stockpile 1B di PT. Bukit Asam (Persero), Tbk Tanjung Enim, Sumatera Selatan.
Sukandarrumidi, 2006, "Batubara dan Pemanfaatannya", Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
Widodo, G., (2009). Upaya Menghindari Kebakaran Tumpukan Batubara. Berita PPTM. No 11 dan 12. Bandung