

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen *Stockpile* Batubara

Manajemen *stockpile* adalah proses pengaturan atau prosedur yang terdiri dari pengaturan kualitas dan prosedur penimbunan batubara di *stockpile*. Manajemen *stockpile* merupakan suatu upaya agar batubara yang diproduksi dapat dikontrol, dari kualitasnya maupun kuantitasnya. Selain itu manajemen *stockpile* juga dimaksudkan untuk mengurangi kerugian yang mungkin muncul dari proses *handling* atau penanganan batubara di *stockpile*. Seperti misalnya terjadi penyusutan kuantitas batubara baik yang diakibatkan oleh erosi pada musim hujan, debu pada musim kering, atau terbang yang disebabkan oleh terbakarnya batubara di *stockpile*.

Disamping itu ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam manajemen *stockpile* yaitu sebagai berikut :

1. Kontrol Temperatur dan *Swabakar*
2. Kontrol Terhadap Kontaminasi dan *Housekeeping*
3. Kontrol Terhadap Aspek Kualitas Batubara
4. Kontrol Terhadap Aspek Lingkungan

Manajemen *Stockpile* secara garis besar dapat dibagi menjadi dua bagian pekerjaan yaitu :

1. *Storage* atau *stocking management*
2. *Quality* dan *Quantity management*

Kedua langkah pekerjaan tersebut di atas merupakan satu kesatuan yang harus dikerjakan secara bersama – sama.

Prosedur manajemen *stockpile* di suatu tempat dengan tempat lainnya tergantung pada situasi dan kondisi masing – masing tempat dan keperluan. Misalnya manajemen *stockpile* yang dilakukan *stockpile supplier* batubara atau di perusahaan tambang batubara lebih ditujukan bagaimana memasok batubara agar kualitas dan kuantitasnya disesuaikan dengan permintaan pasar. Lebih jauh lagi, *blending system* yang dijalankan lebih bertujuan untuk menyediakan batubara dengan berkualitas yang bervariasi sehingga dapat memasok batubara mengikuti permintaan *costumer*, sehingga *range* penjualan semakin besar.

Lain halnya manajemen *stockpile* yang dilakukan di *end user* seperti *power plant*, manajemen *stockpile* lebih ditujukan tentang bagaimana *maintenance* kualitas batubara di *stockpile* agar dapat bertahan lebih lama tanpa ada risiko terbakar di *stockpile*. Hal ini disebabkan biasanya batubara di *power plant* harus terjaga kuantitas minimumnya agar tidak terjadi pengurangan batubara yang akan mengakibatkan kerugian yang lebih besar karena apabila batubara di *stockpile* habis, kemungkinannya mengganti bahan bakar dengan minyak atau gas.

Selain itu, sistem *blending* yang dilakukan lebih bertujuan bagaimana mengatur kualitas batubara yang diumpankan boiler sesuai dengan desain kualitas batubara bentuk *boiler* yang bersangkutan sistem *blending* di *end user* seperti di *power plant* sangat penting, karena biasanya untuk menjaga keamanan suplai batubara, perusahaan seperti *power plant* tidak mengambil batubara dari satu pemasok saja melainkan biasanya diambil dari beberapa pemasok. Risikonya adalah bahwa kualitas batubara dari satu pemasok yang satu dengan

lainnya kadang – kadang berbeda dan bervariasi. Apalagi kualitas yang menjadi target bagi suatu *power plant* tidak hanya sebatas kalori melainkan juga karakteristik abu yang sangat penting untuk diketahui, karena biasanya masalah yang timbul dari satu *boiler* akibat dari sifat – sifat abu yang kurang baik, seperti misalnya terjadinya *slagging* atau *fouling*. Oleh karena itu *blending management* di suatu *power plant* sangat penting untuk di jaga kontinuitas operasional *boiler* .

Namun walaupun demikian secara umum tujuan dari target yang ingin dicapai dari suatu *management stockpile* baik di pemasok batubara atau di *end user* pada prinsipnya sama yaitu melihat dan mengontrol kualitas dan kuantitas batubara di *stockpile*.

3.1.1 Storage Management

Pengaturan penyimpanan batubara sangat penting karena hal ini terkait dengan masalah pemeliharaan kuantitas dan kualitas batubara yang ditimbun di *stockpile*. *Management* penimbunan dimulai dari pembuatan desain *stockpile* yang sesuai yang berorientasi pada pemeliharaan kuantitas dan kualitas serta pada lingkungan. Berorientasi pada pemeliharaan kuantitas karena suatu *storage mangement* harus mempertimbangkan faktor kapasitas *stockpile* yang dapat semaksimal mungkin pada area yang tersedia tetapi tetap memperhatikan faktor kualitas dan lingkungan. Sedangkan berorientasi pada pemeliharaan kualitas karena desain suatu *stockpile* harus mempertimbangkan kualitas yang efisien sehingga keperluan untuk pengaturan kualitas seperti *blending*, penimbunan yang didasarkan pada kualitas produk dan lain-lain, berorientasi pada lingkungan karena desain *stockpile* harus benar-benar memiliki fasilitas pengolahan atau pengelolaan limbah yang berasal dari *stockpile*.

Kemungkinan limbah yang dihasilkan dari *stockpile* di antaranya adalah :

- a) *Fine coal* yang mungkin terbawa oleh air, baik yang berasal dari air hujan atau dari proses penyemprotan *stockpile*.
- b) Terjadinya *leaching* terhadap batubara atau material *bedding stockpile* yang mungkin melarutkan zat-zat yang dapat menyebabkan penyakit atau membahayakan kesehatan apabila air tersebut dikonsumsi baik oleh hewan, tumbuh-tumbuhan maupun manusia.
- c) Debu yang berasal dari proses operasional *stockpile*, seperti proses *crushing*, penyetakan dan proses pemuatan batubara ke atas *truck*, wagon, tongkang atau kapal.

3.1.2 Desain *Stockpile*

Desain suatu *stockpile* akan ditentukan atau bergantung pada :

Kapasitas dan volume batubara yang akan dikelola

- a) Jumlah pengelompokan kualitas yang akan dijadikan main produk
- b) *Blending system* yang akan diterapkan
- c) Sistem penimbunan *stacking system* yang digunakan

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

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 agar *drainage stockpile* lancar. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi

genangan air yang terjebak di tengah *stockpile* pada saat hujan. Pada penimbunan batubara yang menyerupai kerucut, titik berat akan berada di sekitar pusat lingkaran. Hal ini akan menyebabkan terjadinya penurunan dasar *stockpile*.

Apabila terjadi penurunan dasar *stockpile* maka akan menyebabkan air terjebak dalam cekungan tersebut yang mengakibatkan terjadinya perbedaan humiditas dalam timbunan batubara tersebut yang dalam jangka panjang akan memicu terjadinya *self heating* atau menjadi akselelator pada saat batubara bagian atas mengalami kenaikan temperatur. Selain itu cekungan tersebut semakin lama akan semakin dalam dengan kegiatan operasional di *stockpile* yang pada akhirnya akan menimbun sebagian batubara kedalam tanah. Pada saat pengambilan batubara atau *reclaiming*, yang dijadikan dasar permukaan adalah level di sekitar pinggiran *stockpile* yang belum turun. Sehingga pada saat pengambilan batubara di bagian tengah timbunan, batubara dalam cekungan yang akan diakibatkan dari batubara tersebut 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 di Sekililing *Stockpile*

Untuk mengalirkan air yang berada di timbunan batubara, baik yang berasal dari air hujan, maupun yang berasal dari penyemprotan air, di sekeliling areal ke *stockpile* tersebut harus dibuat paritan atau saluran air yang akhirnya akan dialirkan ke *settling pond* atau kolam pengendapan. Air yang melewati timbunan batubara akan melarutkan batubara halus dari timbunan batubara, 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.

Selain kolam pengendap apabila terbukti dari pengukuran 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 Penangkal Angin atau *Wind Shield*

Angin yang bertiup ke dan dari *stockpile* dapat mengakibatkan kerusakan pada batubara dan berakibat buruk bagi lingkungan. Angin yang bertiup ke arah timbunan batubara akan mempercepat terjadinya oksidasi batubara, yang akan berlanjut pada terjadinya pemanasan atau *self heating* pada timbunan batubara tersebut. Apabila hal ini tidak dapat dikendalikan maka akan berakhir dengan terjadinya pembakaran spontan. Tentunya hal ini akan merugikan, baik akibat 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 debu ini akan semakin besar pengaruhnya apabila lokasi *stockpile* berada dekat pemukiman penduduk. Untuk mencegah hal tersebut di atas dibuat semacam *greenbelt* di sekitar *stockpile*, atau paling tidak di daerah di mana 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 dengan oleh pepohonan tersebut.

4. Sistem Penimbunan Batubara

Sistem penimbunan batubara harus diatur sedemikian rupa agar pemisahan *stock* atau segregasi berdasarkan perbedaan kualitas dapat dilakukan dengan baik, juga timbunan tersebut dapat meminimalkan resiko terjadinya pembakaran spontan di *stockpile*. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menumpuk batubara memanjang searah dengan arah angin agar permukaan timbunan batubara yang menghadap ke arah datangnya angin menjadi kecil.

Selain penimbunan dibuat sejajar dengan arah angin, untuk penyimpanan batubara yang relatif lama, bagian permukaan yang menghadap ke arah angin harus dipadatkan dan sudut *slope* nya diperkecil.

Pemadatan terhadap seluruh permukaan dapat dilakukan apabila batubara tersebut akan disimpan dalam jangka waktu yang lama. Namun demikian hal tersebut dapat dilakukan tergantung pada desain penimbunan batubara di *stockpile* tersebut. Untuk penimbunan batubara dengan sistem *stacking* biasa, pemadatan permukaan batubara dapat dilakukan dengan mudah. Tetapi untuk penimbunan yang dilakukan dengan sistem *skyline*, pemadatan relatif agak sulit dilakukan.

Pengaturan penimbunan batubara sangat penting karena hal ini terkait dengan masalah pemeliharaan kuantitas dan kualitas batubara yang ditimbun di *stockpile*.

3.1.3 Syarat Teknis Penimbunan

Dalam pelaksanaan penimbunan dan pembongkaran yang dilakukan harus dapat dilakukan pengaturan penimbunan atau pembongkaran yang baik. Hal ini untuk menghindari terjadinya penimbunan yang melebihi kapasitas penimbunan. Dalam hal ini perlu diperhatikan teknis penimbunannya. Syarat teknis penimbunan meliputi:

1. Batubara

Batubara sebagai salah satu syarat teknis penimbunan juga harus diperhatikan. Kondisi batubara yang berpengaruh sebagai berikut:

a) Batubara yang ditimbun diusahakan sama kualitasnya

Untuk menghindari terbakarnya batubara kelas lebih tinggi maka untuk setiap satu lokasi penimbunan digunakan batubara yang sejenis (kualitas dan kelas yang sama). Hal tersebut dikarenakan batubara kualitasnya lebih rendah gampang mudah dan cepat untuk terbakar dengan sendirinya, sehingga panas yang dihasilkan oleh batubara kelas lebih rendah terakumulasi dan mempengaruhi batubara kelas lebih tinggi untuk terbakar.

b) Ukuran butir

Ukuran butiran memiliki pengaruh terhadap timbulnya swabakar, sehingga dalam penanganan penimbunan batubara sebaiknya dengan menghindarkan produksi batubara dengan ukuran seragam, karena besar butiran yang hampir sama akan menimbulkan rongga-rongga yang cukup banyak pada timbunan dan memudahkan terjadinya aliran udara.

2. Keadaan tempat penimbunan

Keadaan tempat timbunan yang berpengaruh terhadap syarat teknis penimbunan adalah sebagai berikut:

a) Persiapan Lantai *Stockpile*

Lantai tempat penimbunan batubara harus dibuat stabil dan dibuat *bedding coal* dengan menggunakan material yang cukup kuat untuk menopang berat timbunan batubara. Selain itu lantai dasar *stockpile* harus cukup padat dan mempunyai kemiringan yang cukup untuk mengalirkan air.



Gambar 3.1
Bedding Coal

b) Area Penimbunan yang Bersih

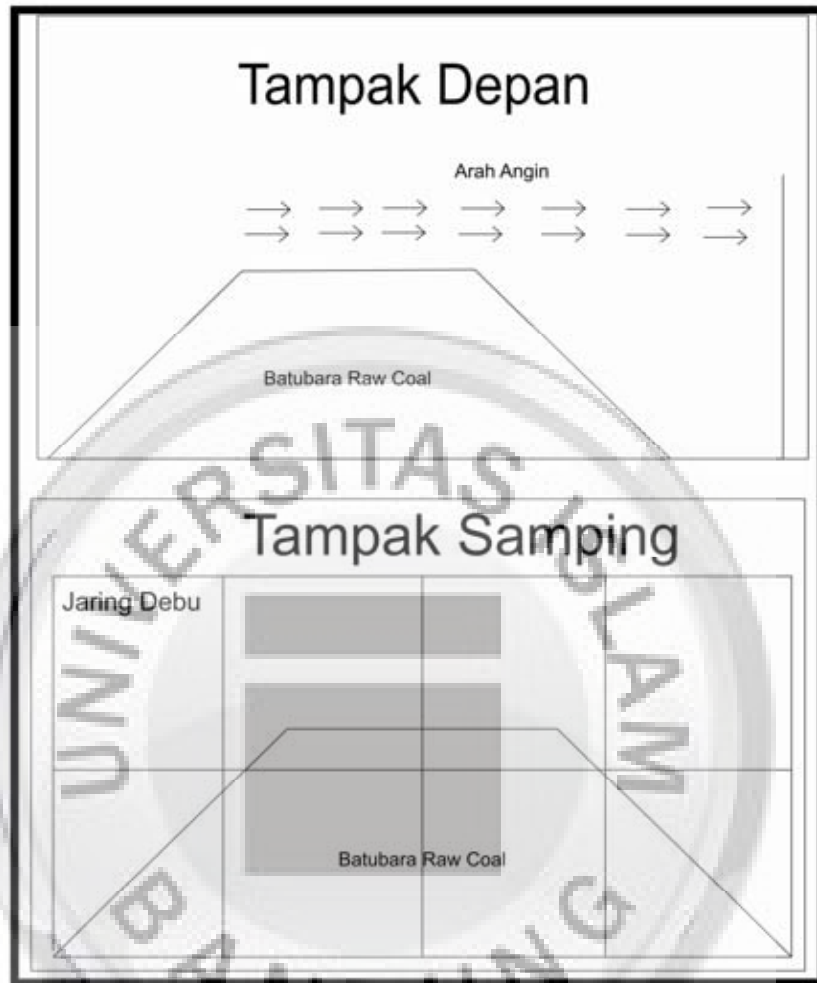
Area penimbunan batubara harus bebas dari segala material yang mudah terbakar seperti kayu dan sampah. Selain itu juga harus bebas dari potongan - potongan logam.

c) Sumber Air Bertekanan Tinggi

Sumber air bertekanan tinggi sangat dibutuhkan apabila terjadi kebakaran pada daerah sekeliling timbunan, misalnya hidran. Sumber air bertekanan tinggi dibutuhkan apabila kebakaran di sekitar timbunan tidak segera dipadamkan maka akan mempengaruhi naiknya suhu timbunan dan mempercepat proses swabakar pada timbunan.

d) Posisi *Stockpile*

Posisi *stockpile* harus memperhatikan arah angin. Dengan mengetahui arah angin maka posisi *stockpile* diusahakan memanjang se arah dengan arah angin, sehingga permukaan timbunan yang diterpa angin akan semakin kecil yang bertujuan menghindari proses oksidasi pada timbunan. (Gambar 3.2)

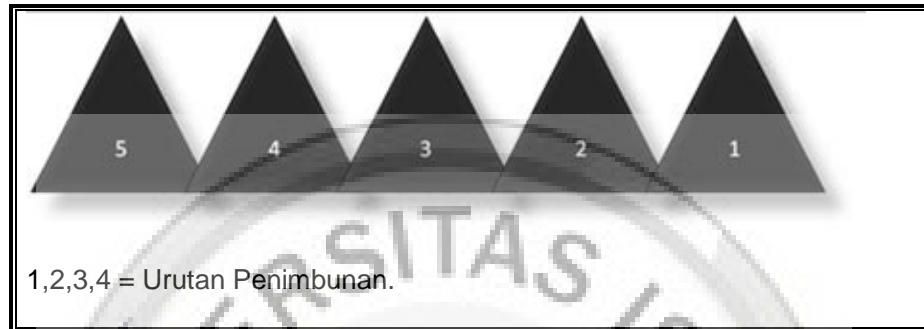


Gambar 3.2
Arah Angin Pengaruh Terhadap Timbunan

3.1.4 Pola Penimbunan

Sistem penimbunan memiliki dua metode yaitu metode penimbunan terbuka (*open stockpile*) dan metode penimbunan tertutup (*coverage storage*). Penimbunan yang umum dilakukan di dalam kegiatan pertambangan adalah dengan metode penimbunan terbuka (*open stockpile*). *Open stockpile* atau *stockpile* adalah penimbunan material di atas permukaan tanah secara terbuka dengan ukuran sesuai tujuan dan proses yang digunakan. Pola penimbunan antara lain sebagai berikut:

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



Sumber : Sanwani,1998

Gambar 3.3
Pola Penimbunan *Cone Ply*

2. *Chevron* merupakan pola dengan menempatkan timbunan satu baris material, sepanjang *stockpile* dan timbunan dengan cara bolak balik hingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Pola ini baik untuk alat curah seperti *belt conveyor* atau *stacker reclaimer*.
3. *Chevcon* merupakan pola penimbunan dengan kombinasi antara pola penimbunan *chevron* dan pola penimbunan *cone ply*.



Sumber : Sanwani,1998

Gambar 3.4
Pola Penimbunan *Chevron*

4. *Windrow* merupakan pola dengan timbunan dalam baris sejajar sepanjang lebar *stockpile* dan diteruskan sampai ketinggian yang dikehendaki tercapai. Umumnya alat yang digunakan adalah *backhoe*, *bulldozer*, dan *loader*.



Sumber : Sanwani, 1998
 Gambar 3.5
 Pola Penimbunan *Windrow*

3.2. Penanganan Timbunan Batubara

Untuk mengurangi penyebab terjadinya swabakar pada timbunan batubara diperlukan teknik penanganan timbunan batubara. Hal-hal yang perlu dilakukan dalam penanganan timbunan batubara diantaranya yaitu:

1. Pemadatan Timbunan

Pemadatan sangat perlu dilakukan untuk mengurangi rongga-rongga yang terdapat di dalam timbunan. Untuk itu bentuk timbunan perlu diperhatikan dengan baik karena tanpa adanya pemadatan dapat mengakibatkan terjadinya swabakar. Oleh karena itu perlu diperhatikan beberapa hal yaitu:

- a. Pemadatan pada sisi miring harus dijaga pada saat penimbunan atau pembongkaran timbunan batubara. Untuk timbunan yang akan disimpan lama > 3 bulan maka harus dilakukan pemadatan dengan baik.

- b. Setelah batubara ditimbun (a), kemudian batubara disebarakan merata ke seluruh area penimbunan dengan ketebalan ± 30 cm kemudian dipadatkan (b). Apabila dilakukan penimbunan baru (c) di mana pemadatan terbatas hanya pada bagian *active pile*.

2. Memonitor Temperatur Timbunan pada *Stockpile*

Memonitor temperatur batubara di *stockpile* secara reguler dimaksudkan agar setiap kenaikan temperatur batubara di *stockpile* cepat terdeteksi agar dapat dilakukan tindakan penanggulangan untuk mencegah terjadinya pembakaran spontan. Apabila hasil pengukuran suhu mencapai titik puncak, maka timbunan batubara harus segera dibongkar atau dipadatkan.

3.3 Pembongkaran Batubara

Pembongkaran merupakan kegiatan untuk mengambil atau membongkar batubara yang ditimbun di tempat penimbunan. Pembongkaran timbunan memiliki beberapa sistem antara lain yaitu:

1. Sistem LIFO (*Last In First Out*) yaitu di mana batubara yang terakhir kali ditimbun paling awal diambil. Pada sistem ini kegiatan penimbunan dilakukan sesuai dengan jadwal akan tetapi kegiatan pembongkaran timbunan dilakukan pada batubara yang terakhir ditimbun, sehingga pola ini memungkinkan batubara tertimbun lebih lama.

2. Sistem FIFO (*First In First Out*) yaitu di mana batubara yang pertama kali ditimbun pertama kali diambil. Manajemen FIFO di setiap *stockpile* baik di perusahaan tambang batubara maupun di *end user* harus diusahakan terlaksana karena akan mencegah risiko terjadinya pembakaran spontan di *stockpile*. Hal ini dikarenakan semakin lama batubara terekspose di udara semakin besar

kemungkinannya batubara tersebut mengalami oksidasi yang berarti pula semakin besar kemungkinan terjadinya *self heating* sampai terjadinya pembakaran spontan. Biasanya manajemen FIFO ini terkendala dengan masalah kualitas. Ada kalanya batubara yang sudah ditimbun pertama kali di *stockpile* tidak dapat dimuat atau diambil karena alasan kualitas yang tidak memenuhi. Namun demikian setiap kesempatan manajemen FIFO ini tetap harus diprioritaskan dilakukan pada saat tidak ada alasan kualitas karena di antara langkah pencegahan yang lain, manajemen FIFO adalah yang paling murah.

3.4 Penanganan Kebakaran Timbunan Batubara

Apabila terjadi kebakaran pada timbunan batubara jangan melakukan penyemprotan area timbunan dengan air, hal ini akan memperburuk kondisi timbunan tersebut. Untuk menangani kebakaran timbunan batubara atau batubara yang panas dapat dilakukan upaya dengan urutan sebagai berikut:

1. Gali dan ambil batubara yang terbakar atau panas agar panas yang terkandung tidak terakumulasi terus menerus yang dapat mengakibatkan terbakarnya batubara dalam jumlah besar.
2. Selanjutnya pindahkan batubara panas atau terbakar jauh-jauh dari area penimbunan, agar batubara panas atau terbakar tidak mempengaruhi batubara lain.
3. Setelah itu sebarkan batubara panas pada area yang aman, sehingga panas yang ada dapat keluar.
4. Semprotkan air bertekanan tinggi pada batubara yang panas atau terbakar hingga dingin.

3.5 Kualitas Batubara

Proses pembakaran batubara merupakan proses yang kompleks, oleh karena itu dibutuhkan perlakuan khusus untuk mempermudah penentuan kualitas yang terkait dengan nilai thermal dan perkiraan adanya komponen yang akan memberikan nilai negatif baik pada efisiensi pembakaran maupun pada lingkungan. Analisis untuk mengukur kualitas batubara adalah analisis proksimat dan ultimat.

Ada tiga metode standar pengujian parameter kualitas batubara di dunia yang umum digunakan yaitu, *American Society for Testing and Materials* (ASTM), *British Standards* (BS) dan *International Organization for Standardisation* (ISO). Walaupun metode individual untuk masing-masing standar umumnya hampir sama, namun ada perbedaan dalam prosedur yang akan membawa pada ketidaksamaan yang cukup penting apabila ketiga standar (ASTM, BS dan ISO) dibandingkan. Standard pengujian parameter analisis yang digunakan di Indonesia mengacu pada ASTM.

3.5.1 Basis Pelaporan Hasil Analisis

Cara melaporkan hasil analisis bisa menimbulkan kebingungan dan kesalahan, karena data hasil analisis yang sama bisa dihitung dan dilaporkan dengan tetap memperhitungkan adanya kadar lengas, mineral, atau kadar abu. Metode standar analisis batubara dan kokas biasanya didasarkan pada basis air *dried basis* (*adb*). Akan tetapi kadangkala hasil analisis diinginkan dengan basis yang lain.

Basis (dasar) pelaporan yang umumnya dipakai adalah sebagai berikut

- *As Received Basis* (Arb)

Semua hasil analisis dihitung mundur dengan memasukan kadar lengas dari sampel, hal ini dilakukan apabila batubara dalam keadaan basah

- *Air Dried* (Ad)

Sampel batubara yang dianalisis ditempatkan di udara terbuka, kadar lengasnya secara perlahan akan mencapai keseimbangan dengan kelembaban udara. Jika kadar lengas dalam sampel ini kemudian ditentukan maka diperoleh kadar lengas basis adb.

- *Dry* (d)

Dalam keadaan kering maka kadar lengasnya adalah nol, analisis lainnya dapat dihitung dengan mudah misalnya menghitung kadar zat terbang dan kadar abu.

- *Dry, Ash Free* (daf)

Analisis dilakukan dengan mengabaikan kadar abu dan lengas yang ada dalam sampel, artinya kadar abu dan lengas adalah nol karena nilainya sudah diketahui

- *Dry, Mineral Matter Free* (dmmf)

Analisis diperlukan untuk memberikan gambaran mengenai komposisi organik murni

3.5.2 Analisis Dasar Kualitas Batubara

A. Analisis Proksimat

Analisis proksimat adalah pengujian yang paling mendasar dalam penentuan kualitas batubara, yaitu untuk mengetahui jumlah relatif air lembab, zat terbang, abu dan karbon tertambat yang terkandung didalam batubara. Pada penentuan peringkat batubara, hubungan zat terbang dan karbon tertambat

menjadi dasar penilaian, oleh karena itu perbandingan kandungan karbon tertambat dan zat terbang digambarkan sebagai nilai *fuel ratio* pada *International and National Classifications*.

a. Zat terbang (*Volatable Matter*)

Zat terbang yang terkandung dalam batubara. Zat yang terkandung dalam zat terbang ini biasanya gas hidrokarbon terutama gas methane. Zat terbang ini berasal dari pemecahan struktur molekul batubara pada rantai alifatik pada temperature tertentu. Di laboratorium sendiri penentuannya dengan cara memanaskan sejumlah batubara pada temperature 900 derajat Celsius dengan tanpa udara, zat terbang keluar seperti jelaga karena tidak ada oksigen yang membakarnya.

Zat terbang merupakan salah satu indikasi dari rank batubara. Dalam klasifikasi batubara ASTM, Zat terbang digunakan sebagai parameter penentu rank untuk batubara *high rank coal*. Zat terbang juga memiliki korelasi yang jelas dengan salah satu *maceral* yaitu *vitrinite*. Apabila zat terbang dalam basis DMMF diplot dengan *reflectance* dari *vitrinite*, maka akan diperoleh suatu garis yang relatif lurus yang korelatif dengan rank batubara. Selain itu pada saat penentuan di laboratorium, juga dapat digunakan sebagai prediksi awal apakah batubara tersebut memiliki sifat agglomerasi atau tidak.

Sifat dalam *coal combustion*, zat terbang memegang peranan penting karena ikut menentukan sifat-sifat pembakaran seperti efisiensi pembakaran karbon atau *carbon loss on ignition*. zat terbang yang tinggi menyebabkan batubara mudah sekali terbakar pada saat *injection* ke dalam suatu *boiler*. *Low rank coal* biasanya mengandung zat terbang yang tinggi sehingga memiliki efisiensi yang sangat tinggi pada saat pembakaran di *power station*.

Zat terbang juga digunakan sebagai parameter dalam memprediksi keamanan batubara pada Silo Bin, Miller atau pada tambang-tambang bawah tanah. Tingginya nilai zat terbang semakin besar pula risiko dalam penyimpanannya terutama dari bahaya ledakan.

b. Kadar abu (*Ash Content*)

Abu merupakan komponen *non-combustible* anorganik yang tersisa pada saat batubara dibakar. Residu tersebut mewakili jumlah komponen mineral di dalam batubara, setelah komponen zat terbang seperti CO₂ dari karbonat, SO₂ dari belerang atau pirit dan H₂O dari tanah pengotor (*clay*) telah menguap.

c. Kandungan air (*Total Moisture*)

Kandungan air total merupakan dasar penilaian yang sangat penting terutama untuk nilai kelayakan pembukaan tambang baru. Secara umum tinggi rendahnya kandungan air berpengaruh pada beberapa aspek teknologi penggunaan batubara terutama dalam perdagangan batubara untuk tenaga uap. Dalam penggerusan, kelebihan kandungan air akan berakibat pada komponen mesin penggerus karena abrasi. Sedangkan kandungan air total akan berpengaruh pada kecepatan pengangkutan selama proses penanganan pada pembangkit listrik. Parameter lain yang terpengaruh oleh kandungan air baik *as-resived moisture* (Mar) maupun *air-dried moisture* (Mad) adalah nilai kalori. Mad akan berpengaruh pada nilai kalori kalau persentasinya lebih kecil 5-10% dari Mar.

d. Karbon tertambat (*Fixed Carbon*)

Karbon tertambat batubara adalah jumlah karbon dalam persentase berat yang tertinggal setelah seluruh komponen zat terbang menguap. Komponen tersebut mewakili komponen batubara organik dan masih mengandung sedikit

nitrogen, belerang, hidrogen dan oksigen. Karbon tertambat diperoleh dari hasil koreksi pengurangan kadar air, zat terbang dan abu dalam persen (%). Karbon tertambat merupakan salah satu parameter yang dapat mengindikasikan peringkat batubara.

e. Nilai kalori (*Calory value*)

Energi yang diperoleh pada proses pembakaran batubara diakibatkan oleh terjadinya reaksi eksotermis dari senyawa hidrokarbon dengan oksigen. Material lain yang akan mengalami proses perubahan kimia pada proses pembakaran adalah nitrogen, sulfur dan mineral yang terkandung dalam batubara. Namun reaksi kimia dari komponen-komponen tersebut bersifat endotermis sehingga akan mengurangi jumlah total energi yang tersedia.

B. Analisis ultimat

Komponen organik dari batubara terdiri dari senyawa kimia yang terbentuk dari hasil ikatan antara karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, fosfor dan sulfur. Analisa ultimat merupakan analisis kimia untuk mengetahui persentase dari masing-masing senyawa tersebut di atas.

Kecuali nitrogen, senyawa-senyawa tersebut juga terdapat pada komponen mineral seperti pada karbonat, sulfida, sulfat dan *hydrous clay minerals*. Hidrogen dan oksigen juga merupakan komponen yang penting dalam analisis penentuan kandungan air total dan air bawaan pada batubara.

a. Karbon dan Hidrogen (*Carbon and Hydrogen*)

Karbon dan hidrogen dalam batubara merupakan senyawa kompleks hidrokarbon yang dalam proses pembakaran akan membentuk CO₂ dan H₂O. Selain dari karbon, mineral karbonat juga akan membebaskan CO₂ selama

proses pembakaran batubara berlangsung sedangkan H₂O diperoleh dari air yang terikat pada tanah liat dan *hydrous minerals* lainnya.

b. Sulfur (*Sulphur*)

Kandungan sulfur batubara Indonesia umumnya di bawah 1% ,batubara akan membentuk oksida yang kemudian terlepas ke atmosfer sebagai emisi. Dalam perdagangan batubara internasional, standar kandungan sulfur $\pm 1\%$.

Ada tiga jenis sulfur yang terikat dalam batubara yaitu:

- a) Sulfur organik, di mana satu sama lain terikat kedalam senyawa hidrokarbon sebagai substansi dari batubara.
- b) Mineral sulfida, seperti pirit fraksi anorganik (*pyritic sulphur*).
- c) Mineral sulfat, seperti kalsium sulfat atau hidrous iron.

Dalam analisa ultimat, total sulfur adalah kandungan sulfur yang mewakili dari ketiga material tersebut di atas. Kelebihan dari batubara Indonesia pada umumnya mempunyai kandungan sulfur yang rendah. Untuk sementara ini teknologi desulfurisasi di Indonesia belum dianggap penting mengingat rendahnya kandungan sulfur.

c. Nitrogen (*Nitrogen*)

Nitrogen dalam batubara terikat pada senyawa organik dan dalam pori-pori yang umumnya terdapat pada batubara lignit. Pada proses pembakaran, beberapa nitrogen bereaksi membentuk senyawa ammonium sedangkan lainnya membentuk NO_x sebagai gas polutan yang teremisikan ke atmosfer pada saat gas panas terlepas ke udara. Sehingga batubara dengan kadar nitrogen rendah akan lebih disukai.

d. Oksigen (*Oxygen*)

Unsur oksigen dapat dijumpai hampir pada semua senyawa organik dalam batubara. Selain itu juga dapat ditemui pada air lembab dalam komponen mineral seperti tanah liat (clay) dan karbonat. Dalam batubara kering unsur oksigen akan ditemukan pada besi oksida, hidroksida dan beberapa mineral sulfat. Oksigen juga sebagai indikator dalam menentukan peringkat batubara. Oksigen juga sangat penting dalam proses gasifikasi dan pencairan batubara karena dapat menyerap banyak hidrogen yang merupakan unsur penting dalam proses gasifikasi dan pencairan.

e. Fosfor (*Phosphor*)

Fosfor dalam batubara dalam bentuk fosfat dan senyawa organik fosfat. Pada pembakaran semua fosfat ini akan berubah menjadi abu. Kandungan fosfor tidak terlalu diperhitungkan dalam hal pembakaran akan tetapi pada tahap metalurgi.

3.5.3 Analisis Fisik Batubara

a. Nilai ketergerusan (*Hardgrove Grindability Index or HGI*)

HGI adalah salah satu sifat fisik dari batubara yang menyatakan kemudahan batubara untuk dihancurkan sampai ukuran 200 mesh atau 75 micron. HGI sangat penting bagi pengguna batubara di *power plant* yang menggunakan *pulverized coal*. Namun demikian, HGI dapat dijadikan pembanding untuk batubara yang satu dengan lainnya mengenai kemudahannya untuk dihaluskan.

b. Temperatur lebur abu (*Ash Fusion Temperature or AFF*)

Perilaku abu batubara pada kondisi suhu tinggi merupakan hal yang penting diperhatikan dalam pemilihan batubara sebagai bahan bakar. Pada umumnya tungku pembakaran didesain untuk menangani pembuangan abu sebagai partikel padatan halus. Dengan demikian batubara dengan nilai *high ash fusion*

temperature tidak diinginkan. Sehingga untuk batubara jenis tersebut tungku yang digunakan harus didisain khusus agar cairan kental dari abu yang mencair dapat dibuang. Perilaku abu batubara pada temperatur tinggi berhubungan dengan komposisi kimia dari abu batubara.

3.5.4 Komposisi Kimia Abu

Karakteristik abu merupakan hal yang sangat penting untuk diperhitungkan di dalam mendisain boiler, yang mana komposisi kimia abu merupakan penyebab utama terjadinya peleburan abu pada temperatur tinggi (*ash fusion temperatures*) sehingga akan menyulitkan dalam proses pengoperasian. Komposisi kimia abu batubara meliputi antara lain CaO, SiO₂, K₂O, Al₂O₃, Na₂O, P₂O₅, MgO, Fe₂O₃, TiO₂. Dalam kontrak perdagangan batubara umumnya kandungan natrium dan *chlorine* menjadi penilaian yang penting. Hasil komposisi kimia abu berupa komponen oksida dalam satuan % berat.

3.6 Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada *Stockpile*

Keselamatan dan kesehatan kerja (disingkat K3) mengutamakan upaya pencegahan. Oleh karena itu, perlu upaya untuk identifikasi, evaluasi dan pengendalian resiko dan bahaya potensial yang ada ditempat kerja. Identifikasi dapat dilakukan melalui inspeksi, survey dan monitoring tempat kerja dan lingkungan kerja. Untuk tempat kerja dengan resiko bahaya tertentu perlu dilakukan audit keselamatan kerja serta berbagai analisis yang bersifat prediktif.

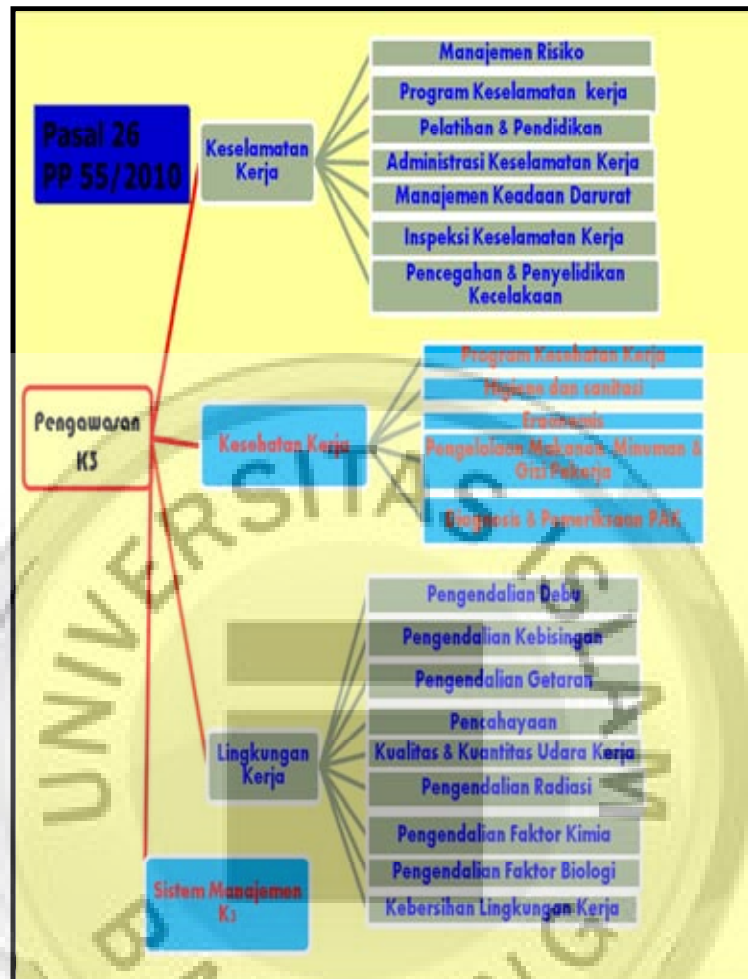
Pelaksanaan Sistem Manajemen K3 untuk menilai pelaksanaan program dilakukan apabila manajemen telah menetapkan kebijakan K3 serta menyusun dan melaksanakan program K3. Sistem Manajemen K3 juga dapat dilaksanakan

pada perusahaan yang baru memulai upaya keselamatan dan kesehatan kerja untuk indentifikasi masalah serta menyusun data dasar sebagai perbandingan keberhasilan pelaksanaan K3.

Sistem Manajemen K3 diartikan sebagai suatu sistem pengujian terhadap kegiatan operasi yang dilakukan secara kritis dan sistematis untuk menentukan kelemahan unsur sistem, sehingga dapat dilakukan langkah perbaikan sebelum muncul kecelakaan atau kerugian. Manfaat adanya sistem manajemen K3 adalah

- a. Manajemen mengetahui kelemahan unsur sistem operasi sehingga gangguan operasi dapat dihindari dan kerugian dapat ditekan ;
- b. Diperoleh gambaran yang jelas mengenai status mutu pelaksanaan K3, sasaran yang ingin dicapai dan pemenuhan terhadap peraturan perundang-undangan K3 yang berlaku ;
- c. Diperoleh peningkatan pengetahuan, pematangan dan kesadaran tentang K3 bagi karyawan yang terlibat dalam pelaksanaan Sistem Manajemen K3 ;
- d. Peningkatan citra perusahaan.

Pelaksanaan atau penerapan prinsip K3 ditentukan oleh kemauan, pengetahuan dan kemampuan semua pihak yang terlibat dalam proses produksi atau pekerja tersebut. Penerapan sistem manajemen membutuhkan persiapan yang benar secara matang melibatkan seluruh anggota perusahaan, dan dalam perusahaan itu harus tercipta suasana yang menunjang penerapan sistem manajemen itu sendiri.



Gambar 3.6
Konsep Pengawasan K3