

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batubara

Batubara merupakan salah satu bahan galian strategis yang sekaligus menjadi sumber daya energi yang sangat besar. Indonesia memiliki cadangan batubara yang sangat besar dan menduduki posisi ke-4 di dunia sebagai negara pengekspor batubara. Di masa yang akan datang batubara menjadi salah satu sumber energi alternatif potensial untuk menggantikan potensi minyak dan gas bumi yang semakin menipis. Pengembangan perusahaan pertambangan batubara secara ekonomis telah mendatangkan hasil yang cukup besar, baik sebagai pemenuhan kebutuhan dalam negeri maupun sebagai sumber devisa. Kegiatan penambangan khususnya Batubara dan lain-lain dikenal sebagai kegiatan yang dapat merubah permukaan bumi. Karena itu, penambangan sering dikaitkan dengan kerusakan lingkungan. Walaupun pernyataan ini tidak selamanya benar, patut diakui bahwa banyak sekali kegiatan penambangan yang dapat menimbulkan kerusakan di tempat penambangannya. Dampak negatif yang ditimbulkan kegiatan penambangan berskala besar, baik dalam ukuran teknologi maupun investasi, dapat berukuran besar pula. Namun pengendaliannya lebih memungkinkan ketimbang pertambangan yang menggunakan teknologi yang tidak memadai apalagi danannya terbatas.

Di Indonesia, batu bara merupakan bahan bakar utama selain solar (*diesel fuel*) yang telah umum digunakan pada banyak industri, dari segi ekonomis batu bara jauh lebih hemat dibandingkan solar, dengan perbandingan sebagai berikut: Solar Rp 0,74/kilokalori sedangkan batu bara hanya Rp 0,09/kilokalori, (berdasarkan harga solar industri Rp. 6.200/liter). Dari segi kuantitas batu bara termasuk cadangan energi fosil terpenting bagi Indonesia. Jumlahnya sangat berlimpah, mencapai puluhan milyar ton. Jumlah ini sebenarnya cukup untuk memasok kebutuhan energi listrik hingga ratusan tahun ke depan. Sayangnya, Indonesia tidak mungkin membakar habis batu bara dan mengubahnya menjadi energi listrik melalui PLTU. Selain mengotori lingkungan melalui polutan CO₂,

SO₂, NO_x dan C_xH_y cara ini dinilai kurang efisien dan kurang memberi nilai tambah tinggi. Batu bara sebaiknya tidak langsung dibakar, akan lebih bermakna dan efisien jika dikonversi menjadi migas sintetis, atau bahan petrokimia lain yang bernilai ekonomi tinggi. Dua cara yang dipertimbangkan dalam hal ini adalah *likuifikasi* (pencairan) dan *gasifikasi* (penyubliman) batu bara. Membakar batu bara secara langsung (*direct burning*) telah dikembangkan teknologinya secara continue, yang bertujuan untuk mencapai efisiensi pembakaran yang maksimum, cara-cara pembakaran langsung seperti: *fixed grate*, *chain grate*, *fluidized bed*, *pulverized*, dan lain-lain, masing-masing mempunyai kelebihan dan kelemahannya.

2.2. Klasifikasi Batubara

Pengklasifikasian batubara di dasarkan pada derajat dan kualitas dari batubara tersebut, yaitu :

1. Gambut / *Peat*

Golongan ini sebenarnya termasuk jenis batubara, tapi merupakan bahan bakar. Hal ini disebabkan karena masih merupakan fase awal dari proses pembentukan batubara. Endapan ini masih memperlihatkan sifat awal dari bahan dasarnya (tumbuh-tumbuhan).

2. *Lignite / Brown Coal*

Golongan ini sudah memperlihatkan proses selanjutnya berupa struktur kekar dan gejala pelapisan. Apabila dikeringkan, maka gas dan airnya akan keluar. Endapan ini bisa dimanfaatkan secara terbatas untuk kepentingan yang bersifat sederhana, karena panas yang dikeluarkan sangat rendah.

3. *Sub-Bituminous / Bitumen Menengah*

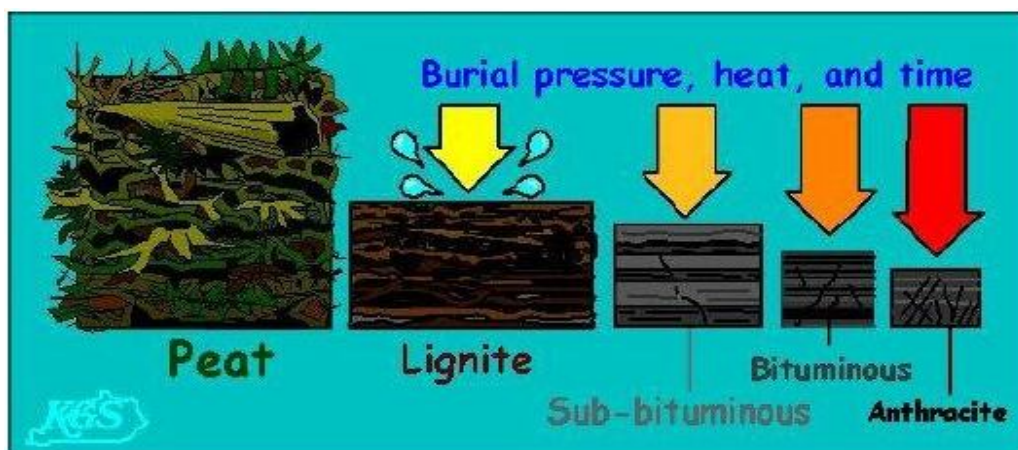
Golongan ini memperlihatkan ciri-ciri tertentu yaitu warna yang kehitam-hitaman dan sudah mengandung lilin. Endapan ini dapat digunakan untuk pemanfaatan pembakaran yang cukup dengan temperatur yang tidak terlalu tinggi.

4. *Bituminous*

Golongan ini dicirikan dengan sifat-sifat yang padat, hitam, rapuh (*brittle*) dengan membentuk bongkah-bongkah prismatic. Berlapis dan tidak mengeluarkan gas dan air bila dikeringkan. Endapan ini dapat digunakan antara lain untuk kepentingan transportasi dan industri.

5. *Anthracite*

Golongan ini berwarna hitam, keras, kilap tinggi, dan pecahannya memperlihatkan pecahan chocooidal. Pada proses pembakaran memperlihatkan warna biru dengan derajat pemanasan yang tinggi. Digunakan untuk berbagai macam industri besar yang memerlukan temperatur tinggi.



Sumber : www.ilmubatubara.wordpress.com. Diakses pada 19 mei 2014

Gambar 1. Proses Pembentukan Batubara Menjadi Jenis – Jenis Batubara

Semakin tinggi kualitas batubara, maka kadar karbon akan meningkat, sedangkan hidrogen dan oksigen akan berkurang. Batubara bermutu rendah, seperti *lignite* dan *sub-bituminous*, memiliki tingkat kelembaban (*moisture*) yang tinggi dan kadar karbon yang rendah, sehingga energinya juga rendah. Semakin tinggi mutu batubara, umumnya akan semakin keras dan kompak, serta warnanya akan semakin hitam mengkilat. Selain itu, kelembabannya pun akan berkurang sedangkan kadar karbonnya akan meningkat, sehingga kandungan energinya juga semakin besar. Ada 3 macam Klasifikasi yang dikenal untuk dapat memperoleh beda variasi kelas / mutu dari batubara yaitu :

2.2.1 Klasifikasi menurut ASTM

Klasifikasi ini dikembangkan di Amerika oleh *Bureau of Mines* yang akhirnya dikenal dengan Klasifikasi menurut ASTM (*America Society for Testing and Material*). Klasifikasi ini berdasarkan rank dari batubara itu atau berdasarkan derajat metamorphism nya atau perubahan selama proses *coalifikasi* (mulai dari *lignite* hingga *antrasit*). Untuk menentukan *rank* batubara diperlukan data *fixed carbon* (dmmf), *volatile matter* (dmmf) dan nilai kalor dalam Btu/lb dengan basis mmmf (moist, mmf). Cara pengklasifikasian :

- Untuk batubara dengan kandungan VM lebih kecil dari 31% maka klasifikasi didasarkan atas FC nya, untuk ini dibagi menjadi 5 group, yaitu:
 1. FC lebih besar dari 98% disebut meta *antrasit*
 2. FC antara 92-98% disebut *antrasit*
 3. FC antara 86-92% disebut semiantrasit
 4. FC antara 78-86% disebut *low volatile*
 5. FC antara 69-78% disebut *medium volatile*
- Untuk batubara dengan kandungan VM lebih besar dari 31%, maka klasifikasi didasarkan atas nilai kalornya dengan basis mmmf
 1. 3 *group bituminous coal* yang mempunyai *moist* nilai kalor antara 14.000 - 13.000 Btu/lb yaitu :
 1. *High Volatile A Bituminuos coal* (>14.000)
 2. *High Volatile B Bituminuos coal* (13.000-14.000)
 3. *High Volatile C Bituminuos coal* (<13.000)
 2. *group Sub-Bituminous coal* yang mempunyai *moist* nilai kalor antara 13.000 – 8.300 Btu/lb yaitu :
 1. *Sub-Bituminuos A coal* (11.000-13.000)
 2. *Sub-Bituminuos B coal* (9.000-11.000)
 3. *Sub-Bituminuos C coal* (8.300-9.500)
- Untuk batubara jenis lignit
 1. 2 *group Lignite coal* dengan *moist* nilai kalor di bawah 8.300 Btu/lb yaitu: *Lignite* (8.300-6300)

- *Brown Coal* (<6.300)

Tabel.1 Spesifikasi ASTM Untuk Bahan Bakar Padat

Class	Group		Fixed carbon	Volatile matter	Heating values
	Name	Symbol	Dry %	Dry %	Dry basis (Kcal/kg)
I. Anthracite	meta-anthracite	ma	> 98	>2	7740
	anthracite	an	92-98	2.0-8.0	8000
	semianthracite	sa	86-92	8.0-15	8300
II. Bituminous	low-volatile	lvb	78-86	14-22	8741
	medium volatile	mvb	89-78	22-31	8640
	high-volatile A	hvAb	<69	>31	8160
	high-volatile B	hvBb	57	57	6750 - 8160
	high-volatile C	hvCb	54	54	7410 - 8375
					6765 - 7410
III. Subbituminous	subbituminous A	subA	55	55	6880 - 7540
	subbituminous B	subB	56	56	6540 - 7230
	subbituminous C	subC	53	53	5990 - 6860
IV. Lignite	lignite A	ligA	52	52	4830 - 6360
	lignite B	ligB	52	52	<5250

Sumber : Kirk-Othmer, Volume 6

2.2.2 Klasifikasi menurut *National Coal Board* (NCB)

Klasifikasi ini dikembangkan di Eropa pada tahun 1946 oleh suatu organisasi *Fuel Research* dari *departemen of Scientific and Industrial Research* di Inggris. Klasifikasi ini berdasarkan *rank* dari batubara, dengan menggunakan parameter *volatile matter (dry, mineral matter free)* dan *cooking power* yang ditentukan oleh pengujian *Gray King*.

Dengan menggunakan parameter VM saja NCB membagi batubara atas 4 macam:

1. *Volatile* dibawah 9,1%, dmmmf dengan *coal rank* 100 yaitu Antrasit
2. *Volatile* diantara 9,1-19,5%,dmmmf dengan *coal rank* 200 yaitu *Low Volatile/Steam Coal*
3. *Volatile* diantara 19,5-32%,dmmf dengan *coal rank* 300 yaitu *Medium Volatil Coal*
4. *Volatile* lebih dari 32 %, dmmmf dengan *coal rank* 400-900 yaitu *Haig Volatile Coal*

Masing – masing pembagian di atas dibagi lagi menjadi beberapa *sub* berdasarkan *tipe coke Gray King* atau pembagian kecil lagi dari kandungan VM.

Untuk *High Volatile Coal* dibagi berdasarkan sifat *caking* nya :

1. *Very strongly caking* dengan *rank code* 400
2. *Strongly caking* dengan *rank code* 500
3. *Medium caking* dengan *rank code* 600
4. *Weakly caking* dengan *rank code* 700
5. *Very weakly caking* dengan *rank code* 800
6. *Non caking* dengan *ring code* 900

2.2.3 Klasifikasi menurut International

Klasifikasi ini dikembangkan oleh *Economic Commision for Europe* pada tahun 1956.

Klasifikasi ini dibagi atas dua bagian yaitu :

- *Hard Coal*

Di definisikan untuk batubara dengan *gross calorific value* lebih besar dari 10.260 Btu/lb atau 5.700 kcal/kg (*moist, ash free*). *International System* dari *hard coal* dibagi atas 10 kelas menurut kandungan VM (*daf*). Kelas 0 sampai 5 mempunyai kandungan VM lebih kecil dari 33% dan kelas 6 sampai 9 dibedakan *atyas* nilai kalornya (*mmaf*) dengan kandungan VM lebih dari 33%. Masing-masing kelas dibagi atas 4 group (0-3) menurut sifat *crackingnya* ditentukan dari “*Free Swelling Index*” dan “*Roga Index*”. Masing group ini dibagi lagi atas *sub group* berdasarkan *tipe* dari *coke* yang diperoleh pengujian *Gray King* dan *Audibert-Arnu dilatometer test*. Jadi pada *International klasifikasi* ini akan terdapat 3 angka, angka pertama menunjukkan kelas, angka kedua menunjukkan group dan angka ketiga menunjukkan *sub-group*. Sifat *caking* dan *coking* dari batubara dibedakan atas kelakuan serbuk batubara bila dipanaskan. Bila laju kenaikan *temperature relative* lebih cepat menunjukkan sifat *caking*. Sedangkan sifat *coking* ditunjukkan apabila laju kenaikan *temperature* lambat.

- *Brown Coal*

International klasifikasi dari *Brown coal* dan *lignite* dibagi atas parameternya yaitu total *moisture* dan *low temperature Tar Yield* (daf). Pada klasifikasi ini batubara dibagi atas 6 kelas berdasarkan total *moisture* (*ash free*) yaitu :

1. Nomor kelas 10 dengan total *moisture* lebih dari 20%, *ash free*
2. Nomor kelas 11 dengan total *moisture* 20-30%, *ash free*
3. Nomor kelas 12 dengan total *moisture* 30-40%, *ash free*
4. Nomor kelas 13 dengan total *moisture* 40-50%, *ash free*
5. Nomor kelas 14 dengan total *moisture* 50-60%, *ash free*
6. Nomor kelas 15 dengan total *moisture* 60-70%, *ash free*

Kelas ini dibagi lagi atas group dalam 4 group yaitu :

1. *No group 00 tar yield* lebih rendah dari 10% *daf*
2. *No group 10 tar yield* antara 10-15 % *daf*
3. *No group 20 tar yield* antara 15-20 % *daf*
4. *No group 30 tar yield* antara 20-25 % *daf*
5. *No group 40 tar yield* lebih dari 25% *daf*

Tabel 2. Jenis Batubara Berdasar Nilai Kalor

	penggunaan	Nyala (menit)	Nilai kalori (kal/gr)
1	antrasit	5-10	7.222-7.778
2	Semi antrasit	9-10	5.100-7.237
3	Bituminous	10-15	4.444-6.111
4	Sub-bituminus	10-20	4.444-8.333
5	Lignit	15-20	3.056-4.611

Sumber : achmadinblog.wordpress.com

2.3 Lignit

Lignit, sering disebut sebagai batubara coklat, atau batubara *Rosebud* oleh *Pacific Railroad* Utara, merupakan bahan bakar coklat yang lembut dengan karakteristik yang menyimpannya di suatu tempat antara batubara dan gambut.

Hal ini dianggap sebagai peringkat terendah dari batubara; itu ditambang di Yunani, Jerman, Polandia, Serbia, Rusia, Amerika Serikat, India, Australia dan

banyak bagian lain dari Eropa dan digunakan hampir secara *eksklusif* sebagai bahan bakar untuk tenaga listrik uap generasi. Sampai dengan 50% dari listrik Yunani dan 24,6% dari Jerman yang berasal dari pembangkit listrik tenaga lignit. Lignit coklat-warna hitam dan memiliki kadar karbon sekitar 25-35%, kadar air tinggi yang melekat kadang-kadang setinggi 66%, dan kadar abu berkisar antara 6% sampai 19% dibandingkan dengan 6% sampai 12% untuk *bituminous*. Kandungan energi berkisar lignit 10-20 MJ / kg (9-17000000 BTU per ton pendek) dengan dasar, lembab mineral-materi-bebas. Kandungan energi dari lignit dikonsumsi di Amerika Serikat rata-rata 15 MJ / kg (13 juta BTU / ton), atas dasar as-diterima (yaitu, mengandung kadar air dan bahan mineral). Kandungan energi dari lignit dikonsumsi di Victoria, Australia rata-rata 8,4 MJ / kg (6,5 juta BTU / ton). Ketika bereaksi dengan amina kuartener, amina diperlakukan lignit (ATL) bentuk. ATL digunakan dalam lumpur pengeboran untuk mengurangi kehilangan cairan.

Lignit memiliki kandungan tinggi zat terbang yang membuatnya lebih mudah untuk diubah menjadi gas dan produk minyak bumi cair dari batubara peringkat yang lebih tinggi. Namun, tinggi kelembaban konten dan kerentanan terhadap pembakaran spontan dapat menyebabkan masalah dalam transportasi dan penyimpanan. Namun, kini diketahui bahwa proses efisien yang menghilangkan kelembaban laten terkunci dalam struktur batubara coklat akan membuang risiko pembakaran spontan untuk tingkat yang sama seperti batubara hitam, akan mengubah nilai kalori batubara coklat untuk bahan bakar setara batubara hitam sementara secara signifikan mengurangi profil emisi batubara coklat 'dipadatkan ke tingkat yang sama atau lebih baik dari batubara yang paling hitam.

2.4 Upgrade Brown Coal (UBC) dan Proses UBC

UBC merupakan proses peningkatan nilai kalori batubara kalori rendah melalui penurunan kadar air lembab dalam batubara. air yang terkandung dalam batubara terdiri dari air bebas (*free moisture*) dan air lembab (*inherent moisture*). Air bebas adalah air yang terikat secara mekanik dengan batubara pada permukaan dalam rekahan atau kapiler yang mempunyai tekanan uap normal.

Adapun air lembab adalah air terikat secara fisik pada struktur pori-pori bagian dalam batubara dan mempunyai tekanan uap yang lebih rendah dari pada tekanan normal. Kandungan air dalam batubara baik air bebas maupun air lembab merupakan faktor yang merugikan karena memberikan memberikan pengaruh yang negatif terhadap proses pembakarannya. Penurunan kadar dalam batubara, dapat dilakukan dengan cara mekanik atau cara pemanasan. Pengeringan cara mekanik efektif untuk mengurangi kadar air bebas dalam batubara basah, sedangkan penurunan kadar air lembab harus dilakukan dengan cara pemanasan atau penguapan.

Proses UBC merupakan salah satu cara penghilangan kadar air dalam batubara melalui proses penguapan (*evaporation*). Dibandingkan dengan teknologi *upgrade* lainnya, seperti *hot water drying* (HWD) atau *steam drying* (SD) yang dilakukan pada temperatur diatas 275°C dan tekanan yang cukup tinggi 5.500 kpa (Baker,dkk,1986), proses UBC sangat sederhana temperatur dan tekanan 350 Kpa. Dengan rendahnya temperatur dan tekanan, pengeluaran tar dari batubara belum sempurna, karenanya perlu ditambah zat *aditif* sebagai penutup permukaan batubara seperti kanji, tetes tebu (*mollase*), *slope* pekat (*fuse oil*), minyak residu, dan lain-lain. Untuk proses UBC sebagai aditif digunakan *low sulfur wax residu* (LSWR) yang merupakan senyawa organik yang beberapa sifat kimianya mempunyai kesamaan dengan batubara. dengan kesamaan sifat kimia tersebut, residu yang masuk kedalam pori-pori batubara akan kering kemudian bersatu dengan batubara. Salah satu *alternative* batubara produk proses UBC adalah dalam bentuk *slurry* atau disebut juga dengan *coal water mixture* (CWM) atau *coal water fuel* (CWF) yang mempunyai *viscositas* yang ekivalen dengan minyak berat.

Berbagai teknologi *upgrading* batubara muda telah dikembangkan di dunia. Permasalahannya adalah hampir semua proses *upgrading* yang dikembangkan, harganya masih cukup mahal dan menghasilkan limbah cair/gas yang berbahaya bagi lingkungan, karena di dalam prosesnya melibatkan proses kimia. Akan tetapibila batubara tersebut hanya dikeringkan saja, maka akan dihasilkan produk yang tidak stabil karena batubara yang telah kering tersebut

mengembalikan kembali uap air yang ada disekitarnya. Karena itu perlu terobosan proses baru yang sederhana tetapi dapat menyelesaikan permasalahan, dapat menghasilkan batubara sekelas bituminus serta bersih dan stabil.

2.5 Analisis Batubara

Pada analisis batubara terdapat dua metode yaitu analisis proksimat dan analisis ultimat :

2.5.1 Analisis Proksimat

Analisis proksimat batubara bertujuan untuk menentukan kadar *moisture* (air dalam batubara) kadar *moisture* ini mencakup pula nilai *free moisture* serta total *moisture*, *ash* (debu), *volatile matters* (zat terbang), dan *fixed carbon* (karbon tertambat). *Moisture* ialah kandungan air yang terdapat dalam batubara sedangkan abu (*ash*) merupakan kandungan residu *non-combustible* yang umumnya terdiri dari senyawa-senyawa *silica oksida* (SiO_2), *kalsium dioksida* (CaO), Karbonat, dan mineral-mineral lainnya. *Volatile matters* adalah kandungan batubara yang terbebaskan pada temperature tinggi tanpa keadaan oksigen (misalnya C_xH_y , H_2 , Sox , dan sebagainya). *Fixed carbon* ialah kadar karbon tetap yang terdapat dalam batubara setelah *volatile matters* dipisahkan dari batubara. Kadar *fixed carbon* ini berada dengan kadar karbon (C) hasil analisis ultimat karena sebagian karbon berikatan membentuk senyawa hidrokarbon *volatile*.

2.5.2 Analisis Ultimat

Analisis Utimat dilakukan untuk menentukan kadar karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S) dalam batubara. Seiring dengan perkembangan teknologi, analisis ultimat batubara sekarang sudah dapat dilakukan dengan cepat dan mudah. Analisa ultimat ini sepenuhnya dilakukan oleh alat yang sudah terhubung dengan computer. Prosedur analisis ultimat ini cukup ringkas, cukup dengan memasukkan sampel batubara ke dalam alat dan hasil analisis akan muncul kemudian pada layar computer.

2.5.3 Parameter Kualitas

a. Kadar Air Lembab (IM)

Kadar Air Lembab (IM) yaitu kandungan air bawaan setelah contoh dikondisikan diruang pengujian laboratorium.

b. Kadar Abu (Ash)

Kadar Abu (Ash) adalah zat organik yang dihasilkan setelah batubara dibakar. Kadar abu dapat dihasilkan dari pengotoran bawaan dalam proses pembentukan batubara maupun pengotoran yang berasal dari proses penambangan.

c. Zat Terbang (VM)

Kadar Zat Terbang (VM) adalah zat aktif yang menghasilkan energi panas apabila batubara tersebut dibakar. Umumnya terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti Hidrogen, Karbon Monoksida (CO) dan Metan (CH₄). *Volatile Matter* sangat erat kaitannya dengan rank batubara, makin tinggi kandungan VM makin rendah kelasnya. Dalam pembakaran batubara dengan VM tinggi akan mempercepat pembakaran karbon tetap (*Fixed Carbon/FC*). Sebaliknya bila VM rendah mempersulit proses pembakaran.

d. Karbon Tetap (FC)

Kadar Karbon Tetap (FC) adalah karbon yang terdapat dalam batubara yang berupa zat padat / karbon yang tertinggal sesudah penentuan nilai zat terbang (VM). Melalui pengeluaran zat terbang dan kadar air, maka karbon tertambat secara otomatis sehingga akan naik. Dengan begitu makin tinggi nilai karbonnya, maka peringkat batubara meningkat.

e. Nilai Kalor (CV)

Nilai Kalor (CV) adalah penjumlahan dari harga-harga panas pembakaran unsur-unsur pembentuk batubara.

2.6 Minyak Pelumas/ Oli Bekas

Minyak pelumas atau oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelicin, pelindung, pembersih, mencegah terjadinya benturan antar logam

pada bagian dalam mesin seminimal mungkin. Setelah pemakaian selama beberapa waktu performanya menjadi berkurang sehingga disebut dengan oli bekas. Dalam oli bekas terkandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam, korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik. Ditinjau dari komposisi kimianya, oli bekas adalah campuran dari hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Limbah oli bekas dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif penghasil energi listrik. Salah satu cara pemanfaatan limbah oli bekas sebagai bahan bakar alternatif yaitu melalui pembakaran secara kimiawi sederhana. Berlimpahnya sumber oli bekas memerlukan penanganan yang tepat dan praktis. Dengan kandungan energi yang masih cukup tinggi maka potensi oli bekas untuk dikonversi menjadi energi listrik masih cukup besar. Penanganan yang telah dilakukan sejauh ini terhadap jumlah buangan oli bekas diantaranya proses daur ulang dan pemanfaatan untuk campuran bahan bakar hidrokarbon.

Pada proses daur ulang, oli bekas dimurnikan kembali dengan dicampurkan asam sulfat dan lempung kedalamnya, kemudian memanaskannya hingga mencapai suhu $\geq 200^{\circ}\text{C}$ pada tempat tertutup. Cara tersebut tidak praktis karena memerlukan waktu, proses dan biaya tambahan. Metode lainya adalah pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar campuran hidrokarbon dilakukan dengan mencampurkan oli bekas dengan bahan bakar lainya seperti bensin, minyak tanah, solar dengan prosentase penambahan maksimum kurang dari 50%. Dalam hal ini dipilih material pengotor oli bekas jenuh karena didalamnya terkandung material pengotor yang merupakan parameter kualitas oli, dan mewakili kondisinya.

2.7 Minyak Solar

Solar adalah hasil dari pemanasan minyak bumi antara $250\text{-}340^{\circ}\text{C}$, dan merupakan bahan bakar mesin diesel. Solar tidak dapat menguap pada suhu tersebut dan bagian minyak bumi lainya akan terbawa ke atas untuk diolah kembali. Umumnya, solar mengandung belerang dengan kadar yang cukup tinggi. Bahan bakar diesel biasa juga disebut light oil atau solar, adalah suatu campuran dari hydrocarbon yang telah di distilasi setelah bensindan minyak tanah dari minyak mentah pada temperatur 200 sampai 340. Sebagian besar solar digunakan

untuk menggerakkan mesin diesel.

- Bahan bakar diesel mempunyai sifat utama , yaitu :
 1. Tidak berwarna atau sedikit kekuning-kuningan dan berbau.
 2. Encer dan tidak menguap dibawah temperatur normal.
 3. Mempunyai titik nyala tinggi (40 C-100 C).
 4. Terbakar spontan pada 350, sedikit dibawah temperatur bensin yang terbakar.
 5. Mempunyai berat jenis 0,82-0,86.
 6. Menimbulkan panas yang besar (sekitar 10.500 kcal/kg).
 7. Mempunyai kandungan sulfur lebih besar dibanding bensin.
 8. Memiliki rantai Hidrokarbon C14 s/d C18.
- Syarat-syarat kualitas solar yang diperlukan sebagai berikut :
 1. Mudah terbakar.
 2. Solar harus dapat memungkinkan engine bekerja lembut dengan sedikit knocking.
 3. Tetap encer pada suhu dingin (tidak mudah membeku)
Solar harus tetap cair pada temperatur rendah sehingga engine akan mudah dihidupkan dan berputar lembut.
 4. Daya Pelumasan
Solar juga berfungsi sebagai pelumas untuk pompa injeksi dan nosel Oleh karena itu harus mempunyai sifat daya pelumas yang baik.
 5. Kekentalan Solar
solar harus mempunyai kekentalan yang memadai sehingga dapat di semprotkan oleh injektor.
 6. Kandungan Sulfur
Sulfur merusak pemakaian komponen engine, dan kandungan sulfur solar harus sekecil mungkin.
 7. Stabil
Tidak berubah dalam kualitas, tidak mudah larut selama disimpan.

3.3 Syarat Pengambilan Stabilisator

Dalam pemanfaatan batubara lignit sebagai bahan bakar padat alternatif maka dilakukan proses peningkatan kualitas batubara salah satu metode tersebut adalah dengan pencampuran pelarut oli bekas dan solar. Pengaruh suhu dan waktu pencampuran batubara, oli bekas dan minyak solar dapat mengurangi kadar air yang terkandung dalam batubara peringkat rendah dengan proses UBC. Diharapkan dapat meningkatkan nilai kalori batubara. Pada proses UBC yang memakai bahan baku oli bekas dan solar bertujuan untuk pengikatan bahan pada permukaan sorben padat dengan cara pelekatan. Partikel atau material yang diserap disebut adsorbat dan yang berfungsi sebagai penyerap. Kebanyakan zat yang terdapat pada batubara lignit sangat berpori dan berlangsung terutama pada dinding – dinding pori atau pada letak – letak tertentu didalam partikel itu. Oleh karena itu pori – pori biasanya sangat kecil, luas permukaan dalam menjadi beberapa orde besaran lebih besar dari permukaan luar. Mekanisme pada stabilisator dipengaruhi oleh gaya tarik – menarik antara ion – ion dalam batubara yang mengandung ion negatif dalam oli bekas dan solar yang mengandung ion positif sehingga terjadi pengikatan dipermukaan batubara lignit. Semakin lama proses pencampuran, maka semakin banyak adsorbat yang diserap batubara dan sebaliknya. [Ardhika, 2006].

Pemisahan pada proses penambahan stabilisator terjadi karena perbedaan berat molekul atau perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan lebih erat daripada molekul – molekul lainnya, atau karena pori – pori terlalu kecil untuk melewati molekul – molekul yang lebih besar.

[Bernasconi, 1995].

3.3.1 Pengaruh Kondisi Operasi dalam Stabilisator

1. Waktu Reaksi

Waktu tinggal merupakan variabel proses yang penting. Waktu tinggal yang lama disertai pemanasan yang tinggi menyebabkan pecahnya ikatan – ikatan hidrogen, repolimerisasi dan stabilisasi radikal bebas dari persediaan hidrogen

pada batubara dan donor hidrogen lebih cepat terjadi. Waktu tinggal yang diperlukan antara 30 – 90 menit. [Hartiniati, 2003]

1. Temperatur Reaksi

Temperatur memegang peranan utama dalam proses stabilisator. Dari 2 variabel temperatur yang dicoba yaitu 115 dan 135°C pada proses pemanasan dengan kecepatan umpan batubara 200 kg/jam, menunjukkan makin tinggi temperatur proses makin tinggi persen penurunan kadar air dalam batubara. [Tekmira, 2003].

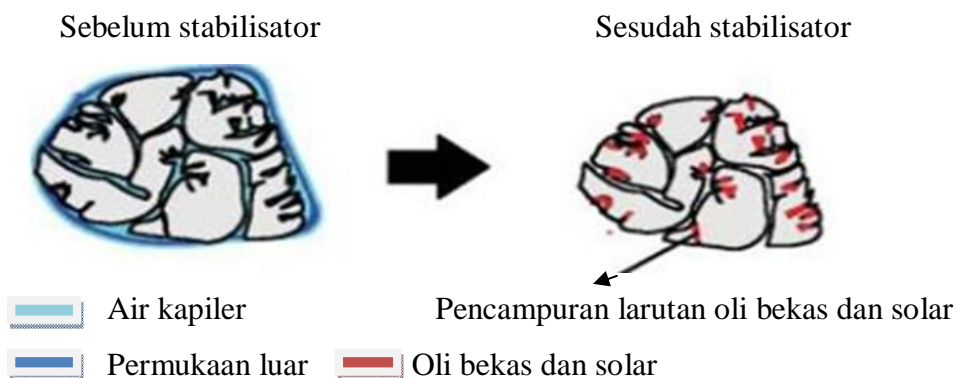
2. Pengadukan

Pengadukan akan mempengaruhi proses difusi dari stabilisator. Dimana perbedaan konsentrasi, yaitu perbedaan antara konsentrasi bahan yang akan dicampurkan dan konsentrasi bahan tersebut dalam batubara. Untuk memperoleh dan mempertahankan perbedaan konsentrasi yang besar maka penggunaan batubara segar (yaitu yang belum terbebani) dan pencampuran yang baik antara kedua fasa, misalnya dengan pengadukan mutlak diperlukan. Pengadukan yang digunakan biasanya berputar dengan kecepatan antara 20 dan 100 put/min. [Bernasconi, 1995].

Penelitian penurunan kadar air batubara dengan proses Upgraded Brown Coal (UBC) menggunakan rasio pencampuran batubara:oli bekas:minyak solar. Dengan perbandingan (1:1:1) [Tekmira,2003].

3.3.2 Peningkatan Batubara Lignit Sebelum/Sesudah Stabilisator

Berikut proses peningkatan batubara lignit sebelum pencampuran dan sesudah pencampuran pelarut oli bekas dan solar sebagai stabilisator :



Berbagai proses peningkatan mutu batubara telah dikembangkan di dunia, berikut adalah beberapa diantaranya yang dapat dikategorikan cukup berhasil:

1. Proses *Energy-efficient coal dewatering*

Merupakan proses yang menggunakan *liquefied dimethyl ether* (OrvIE). Proses ini dikembangkan oleh Energy Engineering Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI), Jepang. Peneliti Kanda dkk (2010) menyatakan bahwa meskipun penelitian mereka masih dalam skala laboratorium dan bench-scale akan tetapi proses yang mereka kembangkan diyakini akan cukup menjanjikan, karena tidak saja efisien, tetapi juga efektif. Batubara hasil proses dewatering tidak mengalami perubahan karakteristik dari batubara asalnya. Jumlah energi yang dikonsumsi per kg air yang dipisahkan adalah sekitar 2069 kJ, untuk penelitian dengan menggunakan bench-scale unit. Proses ini mempunyai kemiripan dengan proses yang dikaji dalam program penelitian yang saat ini sedang dilaksanakan.

2. Proses "*White Coal Technology*"

Proses ini dikembangkan oleh White Energy Co, Ltd di Sydney Australia, Dengan proses pengeringan yang relatif sederhana diikuti dengan stabilisasi fisik dan kimia melalui proses briquetting tanpa perekat (binder), batubara sub-bituminus ditingkatkan mutunya menjadi batubara setara bituminous, Menurut White Energy Co,Ltd, teknologi yang mereka kembangkan mempunyai kelebihan dalam pengoperasian dan biaya, serta bisa mengolah secara komersial batubara mutu rendah dengan kandungan air yang tinggi dalam jumlah yang besar. Masih menurut pemilik teknologi, proses ini menyediakan batubara yang lebih bersih dan lebih efisien untuk dibakar di pembangkit listrik maupun diterapkan di industri yang lain.

3. Proses *Hydrothermal upgrading*

Proses pengolahan ini dikembangkan oleh Departement of Chemical Engineering-Kyoto University, Jepang yang terdiri dari 3 cara/metoda pengolahan, yaitu : 1).cara konvensional dengan menambahkan extra air sebelum batubara adalah; 2).cara atau metoda "*as-received*" atau pengolahan tanpa extra air, dan yang terakhir adalah 3) . metoda separasi , yang memisahkan air dan batubara secara fisika. Upgrading dengan teknik separasi menghasilkan proses pengeringan yang lebih efektif pada temperatur 350°C, dimana kandungan air dalam batubara dapat diturunkan dari 59% hingga tinggal 6%, menghasilkan batubara dengan nilai kalar yang tinggi. Akan tetapi pengolahan pada suhu diatas 300°C menyebabkan bahan mudah terbang (*volatile matter*) ikut menguap ini berdampak pada sifat atau karakteristik batubara produk berbeda dengan batubara asalnya. Dampak lainnya adalah sifat mudah terbakar batubara asalnya akan berkurang secara signifikan.

4. *Hot Water Drying EERC* (Energy & Environmental Research Center)

University of North Dakota di Grand Forks, North Dakota, USA telah mengembangkan proses peningkatan mutu batubara muda yang disebut dengan "*hot-water-drying process*" yang pada prinsipnya merupakan proses *pressure-cooking* batubara dengan medium air. Batubara dipisahkan dengan airnya pada kondisi yang mirip dengan proses pada saat batubara sedang mengalami *natural metamorphism*, akan tetapi metamorphism nya dicapai pada kondisi tekanan yang tinggi. Pada kondisi tekanan dan temperatur tinggi yang sesuai, lignite tidak hanya akan kehilangan airnya yang terikat secara kimia, tetapi juga berada dalam keadaan dimana tidak akan mengabsorpsi kembali airnya apabila batubara tersebut ditahan dalam air pada tekanan tinggi. Hal ini akan berdampak pada perubahan dalam batubara muda, dimana tar yang terbentuk akan menutupi pori-pori nya.

5. *Steam Tube Drying* (STO)

Proses pengeringan batubara muda ini dikembangkan oleh Tsukishima Kikai Proses pengeringan batubara muda ini dikembangkan oleh Tsukishima Kikai Co, Ltd, Jepang yang pada prinsipnya memanfaatkan uap turbin pada pembangkit listrik untuk mengeringkan batubara, dengan demikian dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi konsumsi batubara dan emisi CO₂. Saat ini Tsukishimakikai CO.telah memasok lebih dari 500 unit STO untuk berbagai aplikasi. Maksimum kapasitas STO yang pernah diproduksi adalah 500 ton/jam untuk pengeringan *cooking coal* dengan hanya menggunakan 1 dryer saja berukuran 4,2 m x 35,5 m yang dioperasikan selama 1 tahun tanpa kendala. Proses STO pada dasarnya merupakan proses *Indirect heating drying*, sehingga volume gas buangnya dapat diperkecil. Mekanisme prosesnya seperti pada *Kiln mechanism* dimana batubara dimasukkan kedalam *shell* sedangkan uap panas masuk kedalam tube. STO *predrying* dapat diterapkan pada pembangkit listrik yang sudah ada, yang akan dibangun maupun sistim gasifikasi untuk IGCC dan SNG.