

K2.01

PEMANFAATAN ABU BATUBARA



Oleh:
Ahsonul Anam

PERPUSTAKAAN 1649 / H / 94
No. Induk 0499 / H / 09
Klasifikasi TK 97
Subjek _____
Harga / Asal _____
Pemb. / Had / Tk 0017-4-07-2010
Katalog 29-12-2009
DII _____

Balai Besar Teknologi Energi (B2TE)
BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
Juni 2009

PEMANFAATAN ABU BATUBARA

I. Pendahuluan

Abu hasil pembakaran batubara merupakan buangan dari pembangkit listrik. Abu tersebut adalah material yang terkandung dalam batubara (bawaan batubara) secara alami (kadang-kadang ditambahkan) yang bukan unsur yang dapat terbakar atau komponen anorganik. Jadi pada saat batubara dibakar dalam tungku boiler, material ini ikut berpijar, tapi kemudian dengan turunnya temperature bahan tersebut kembali menjadi padat.

Dari segi lokasi berkumpulnya dan pelepasannya ke atmosfer, abu batubara ini dapat dilepaskan melalui cerobong sebagai bagian dari asap (abu terbang/fly ash) , sebagian lagi menempel di bagian atas tungku (cinder), sedang sebagian lagi dilepaskan ke atmosfer melalui dasar tungku (abu tungku/bottom ash/clinker). Abu terbang harus ditangkap dengan alat penangkap tertentu agar tidak bebas lepas ke udara, sedang abu tungku jatuh dan berkumpul di dasar tungku membentuk gundukan.

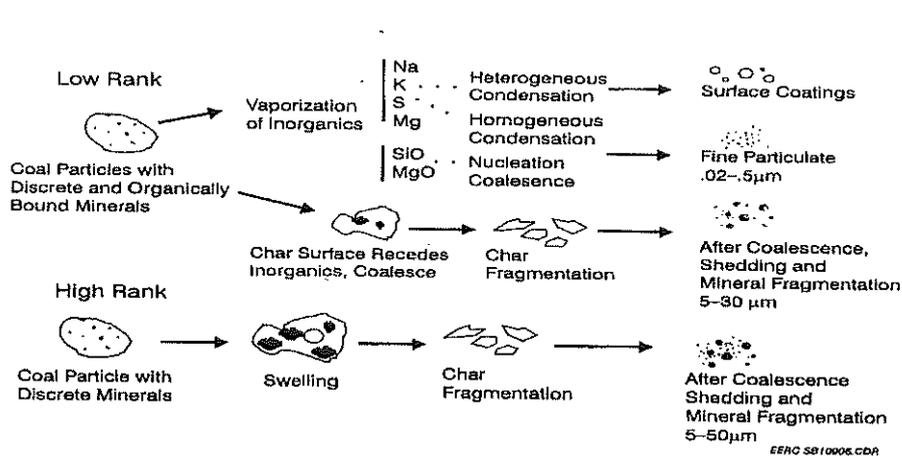
Karena berbeda-bedanya kualitas batubara, jumlah dan komposisi kandungan abu batubara yang dihasilkan oleh suatu pembangkit listrik juga berbeda.

Bila kedua macam abu ini tidak dimanfaatkan, abu ini akan menimbulkan masalah dalam pembuangannya. Dengan karakteristik batubara Indonesia yang pada umumnya mengandung abu persentase yang cukup besar, akumulasi jumlahnya yang besar menyebabkan kebutuhan tempat yang cukup luas, dimana lahan tersebut tidak dapat dipakai untuk keperluan lain. Jadi dikembangkan teknik pemanfaatan abu tersebut berdasarkan manfaat dari abu tersebut.

II. Sekilas Pembentukan Abu Batubara

Komponen anorganik mengalami transformasi yang kompleks selama pembakaran menghasilkan abu dalam bentuk cair, padat maupun partikulat. Transformasi ini tergantung dari karakteristik kimia dari komponen anorganik tersebut karakteristik fisik dari partikel batubara karakteristik fisik dari kandungan mineral, dan kondisi operasi.

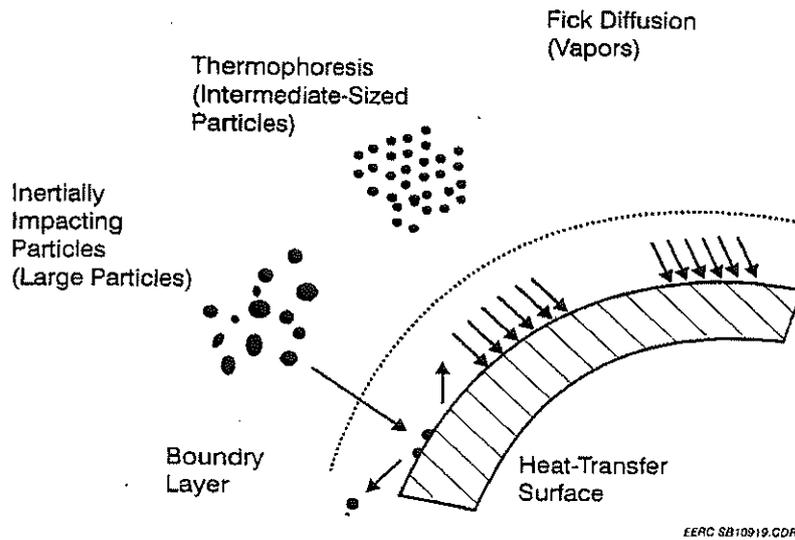
Dalam pembakaran, kebanyakan unsur anorganik non volatile tetap berada dalam char, dan sebagian kecil bergabung dengan unsur volatile. Jadi karakteristik char sangat mempengaruhi pembentukan abu terbang. Pembentukan fly ash per partikel mineral dapat lebih besar untuk batubara yang mengembang dan dana membentuk rongga berpori selama pembakaran.



Gambar 1. Mekanisme pembentukan abu

Penguapan dan kondensasi dari unsur anorganik berperan besar dalam pembentukan abu terbang bila gas terkondensasi secara homogen.

Untuk batubara kualitas rendah (low rank coal) yang bersifat lignitik seperti sodium, kalsium, magnesium dan potassium cenderung menguap sewaktu proses pembakaran terjadi, menyebabkan terjadinya oksidasi yang menghasilkan pembentukan partikel abu tersebut.



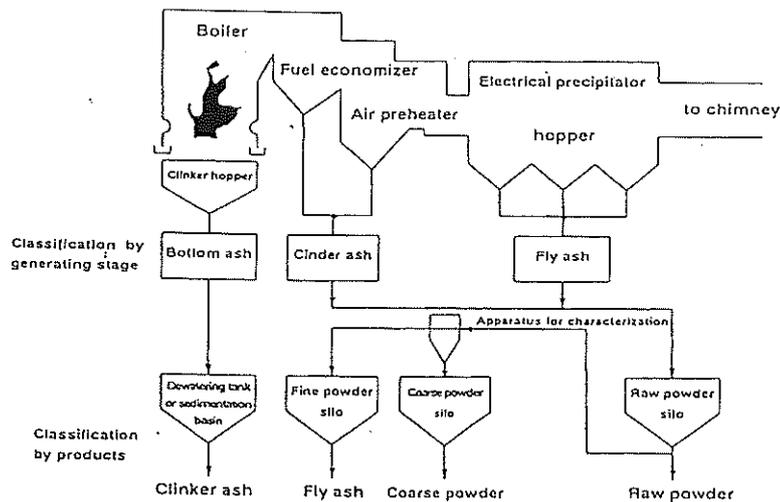
Gambar 2. Mekanis transfer abu ke permukaan pipa uap boiler

Gambar 2 memperlihatkan bagaimana partikel char (batubara) yang besar, medium dan uap sewaktu membentur permukaan, terjadi pelepasan panas ke permukaan tersebut sedang partikel tersebut terbelah menjadi pecahan lebih kecil, atau melekat kepermukaan tersebut. Thermophoresis terjadi karena adanya gradient

temperature dari panas (partikel batubara) dan dingin (pelat,dan pipa). Mekanis ini terjadi untuk partikel dibawah 10 μm .

III. Kandungan Unsur Abu Batubara dan Sifatnya

Lokasi pembentukan abu dalam sistem boiler adalah seperti di bawah ini :



Gambar 3. Lokasi Pembentukan Abu dala Sistem Boiler

Sisa hasil pembakaran dengan batubara menghasilkan abu yang disebut dengan fly ash dan bottom ash (5-10%). Persentase abu (*fly ash* dan *bottom ash*) yang dihasilkan adalah *fly ash* (80-90%) dan *bottom ash* (10-20%).

Tabel 1 : Klasifikasi abu hasil pembakaran batubara

Nama Abu	Terminologi PLTU JIS B 01236	Kalsifikasi Lokasi	Ratio Pembentukan	Ukuran Partikel
Abu Terbang	Abu halus yang dihasilkan pembakaran	Abu yang ditangkap oleh baghouse, cyclone, EP	85-90 %	>90 % Lolos 0.1 mm
Cinder	Abu kasar yang dihasilkan pembakaran	Abu yang dibersihkan dari ekonomiser, air preheater, dinding steam generator dll.	5 %	>90 % lolos 0.1 mm
Abu Tungku/ clinker	Abu yang dihasilkan dalam pembakaran	Abu yang terkumpul di dasar tungku boiler berbentuk kerak	5 – 10 %	0.1 – 10 mm

Umumnya komposisi kimia fly ash dapat ditunjukkan seperti di bawah ini :

Tabel 2. Kandungan kimia abu batubara di PLTU Suralaya dan Paiton

KANDUNGAN	PROSENTASE	PROSENTASE
	Suralaya	Paiton
Silica	51,82 %	52,00 %
Alumina	30,98%	31,86%
Hematid	4,93%	4,89%
Kapur	4.66%	2.86%
Magnesium	1,52%	4,66%
Sulfat	1,51%	-
Carbo Content	1,52%	-
Total Alkali	1,42%	-

Sumber : PT Indonesia Power & PJB , 2003

Karena abu terbang berukuran sangat halus, abu terbang bersifat amorf dan pozzolan. Dengan sifat seperti ini, abu mudah bercampur bereaksi dengan batu kapur pada temperatur rendah dengan air sebagai media.

Komposisi di bawah bukan merupakan komposisi yang tetap melainkan kondisi pada waktu data tersebut dikumpulkan, tetapi komposisi tersebut cukup untuk menggambarkan kondisi umum yang terjadi di PLTU/Negara tersebut. Dari gambaran tersebut dapat diambil kesimpulan mengenai jumlah dan sifat pemanfaatan abu batubara secara umum.

Tabel 3 : Perbandingan komposisi kimia abu batubara di beberapa PLTU

Komponen	Abu Tungku (Bottom Ash)		Abu Terbang (Fly Ash)			
	Bukit Asam	Ombilin	Suralaya	Inggeris	Australia (tipikal)	Amerika (rata-rata)
SiO ₂	57,25	59,61	53,50	45,6	59	49,25
Al ₂ O ₃	30,98	27,86	27,59	26,7	26	24,55
Fe ₂ O ₃	4,08	5,57	4,83	14,2	8	13,75
CaO	1,73	1,19	2,30	5,5	0,67	3,95
MgO	1,13	0,72	1,66	2,3	0,75	1,60
K ₂ O	0,64	2,42	0,77	0,06	1,50	0,66
Na ₂ O	1,13	0,40	1,22	-	0,30	0,49
TiO ₂	1,00	1,19	0,83	1,10	1,40	-
P ₂ O ₂	0,15	0,04	0,57	-	0,34	1,10
SO ₂	0,76	-	2,30	1,30	0,45	1,70
LOI	-	-	3,97	-	-	3,40

Sumber : Stefano Munir, PPTM, Nopember, 1997

LOI = Loss of Ignition

IV. Keuntungan Pemanfaatan Abu

1. Abu terbang (fly ash)

- Ukuran partikel halus
- Kandungan air yang rendah
- Komposisi kimia relatif homogen
- Pengerasan sendiri yang lambat
- Tidak mudah mengkerut
- Panas reaksi alkali agregat dapat dikendalikan
- Resisitansi terhadap bahan kimia lebih tinggi
- Bersifat isolator panas
- Kebutuhan air lebih rendah dan kedap air
- Panas hidrasi lebih rendah
- Tidak mengerut

2. Abu tungku (bottom ash)

Persoalan lingkungan muncul dari *bottom ash* yang menggunakan *fixed bed* atau *grate system*. Bentuknya berupa bongkahan-bongkahan besar. Seperti yang telah disinggung di atas bahwa *bottom ash* ini masih mengandung *fixed carbon* (catatan : *fixed carbon* dalam batubara dengan nilai kalori 6500-6800 kkal/kg sekitar 41-42%). Jika *bottom ash* ini langsung dibuang ke lingkungan maka lambat laun akan terbentuk gas Metana (CH_4) yang sewaktu-waktu dapat terbakar atau meledak dengan sendirinya (*self burning* dan *self exploding*). Di sisi yang lain, jika akan dimanfaatkan di pabrik semen maka akan merubah desain *feeder*, sehingga pabrik semen tidak tertarik untuk memanfaatkan *bottom ash* tsb.

V. Jenis Teknologi Pemanfaatan Abu Batubara

a. Konstruksi

1. bahan dinding (lightboard)
2. bahan urukan khususnya *bottom ash*
3. bahan *cornbrick* untuk pembuatan trotoar
4. bahan pondasi bawah laut
5. bahan pengganti pasir ringan tabor
6. batako

Disamping dimanfaatkan di industri semen, *fly ash* dapat juga dimanfaatkan menjadi campuran asphalt (*ready mix*), campuran beton (*conerete*) dan dicetak menjadi paving block/batako. Dari suatu penelitian empirik untuk campuran batako, komposisi yang baik adalah sbb :

Kapur	: 40%
Fly ash	: 10%
Pasir	: 40%
Semen	: 10%

b. Pertanian

1. bahan pupuk silikat batubara
2. Peningkatan kualitas tanah seperti : permeabilitas air, PH
3. karang buatan untuk sarang ikan laut dengan mencampurkan dengan gipsum

c. Penyerap Sulfur

Dapat digunakan untuk penangkap sulfur yang terkandung dalam gas buang.

d. bahan baku campuran pembuatan semen, beton dan keramik

Semen sebagai bahan pengikat telah dikenal sejak zaman Mesir kuno yang merupakan kalsinasi gypsum yang tidak murni. Sedangkan kalsinasi batu kapur baru dimulai oleh bangsa Romawi. Mereka menggunakan material yang diambil dari lembah Napples (Italia) tepatnya di daerah Pozzoalu yang merupakan asal-usul penamaan Pozzolano terhadap bahan tersebut.

Pabrik semen memerlukan fly ash yang digunakan sebagai pengganti (substitusi) batuan *trass* yang bersifat pozzolanic untuk pembuatan semen tahan asam (PPC). Penggunaan fly ash di salah satu pabrik semen berkisar antara 4-6 % berat raw mill. Fly ash/bottom ash yang dihasilkan berukuran 100-200 mesh (1 mesh = 1 lubang/inch²). Ukuran ini relative kecil dan ringan, sedangkan bottom ash berukuran 20-50 mesh. Secara umum ukuran fly ash/bottom ash dapat langsung dimanfaatkan di pabrik semen sebagai substitusi batuan *trass* dengan memasukkannya pada *cement mill* menggunakan udara tekan (*pneumatic system*).

Perusahaan Belanda mengembangkan fly ash ini sebagai bahan campuran semen dengan komposisi abu terbang sebanyak 70 % yang digunakan untuk beton yang berkekuatan tinggi.

Semen Portland terbagi menjadi 5 jenis yaitu Semen Portland I s.d V. Setiap jenis semen Portland berbeda-beda dalam racikannya (sesuai dengan standard ASTM dan SII, lihat Lampiran). Maksud racikan disini adalah perbedaan komposisi kimia dan sifat fisika semen yang akan terbentuk. Perbedaan kimia yaitu berapa percent jumlah Kalsium, Silika, Aluminium dan Ferrum (besi) sebagai unsur pembentuk utama semen dan perbedaan fisika misalnya loss of ignition, kuat tekan, panas hidrasi dsb.

Semen-semen yang dapat dibuat menggunakan abu terbang antara lain :
Portland clinker, portland filler, blast furnace cement filler, slag filler preparation, activated slag cement, concrete mortar, plaster mortar, masonry mortar, foam concrete, dry mix, fly ash sand, concrete road, concrete product (flag stone, paving stone, kerb stone, sewer pipe / pit, pile)

Karena kandungan kimianya, fly ash dapat digunakan sebagai bahan pengganti tanah lempung dalam industri keramik, misalnya untuk keramik yang digunakan untuk dinding dan lantai. Komposisi kimia dari fly ash seperti diperlihatkan tabel 4 berikut :

Tabel 4. Komposisi kimia bahan baku keramik

Kandungan	Tanah Lempung	Fly Ash	Blending
SiO ₂	57,6	51,65	53,35
Al ₂ O ₃	27,5	23,52	24,55
Fe ₂ O ₃	1,1	9,39	4,46
CaO	0,2	4,73	4,04
MgO	1,5	1,73	1,61
K ₂ O	0,2	2,32	2,13

Sumber : Construction Technology Laboratories, Illinois, 2003.

Dalam fly ash, partikel bulat dengan distribusi ukuran yang lebar pada umumnya bersifat seperti kaca. Kandungan kaca dalam fly ash umumnya lebih besar dari 70 % (Helmut, 1987) Fasa vitrus (sifat kekacaan) berperan penting dalam sintering. Partikel angular kebanyakan dalam bentuk kristal padat seperti kwarsa, mullite, magnetit, dan hematite. Bila kombinasi sejumlah oksida asam (silikon, aluminium dan besi) adalah 70 % atau lebih, dinyatakan sebagai abu kelas C. Dapat dimengerti bahwa fly ash yang biasanya ahlus tersebut bermanfaat karena tidak diperlukan proses pengerjaan untuk pengurangan ukuran.

Jenis keramik yang dibuat dari abu terbang antara lain : Paving stone, brick, roof tiles, porous tiles, polysil tiles, ceramic tiles & paver blocks.

DAFTAR PUSTAKA

S.C. Stultz and J.B. Kitto (ed.), ***STEAM its generation and use***, Babcock & Wilcox a McDermott company, 40th Edition, Copyright 1992

Joseph G. Singer (ed.), ***COMBUSTION FOSSIL POWER SYSTEMS***, Combustion Engineering, Inc., 1981

The Association for Overseas Technical Scholarship (AOTS), The Energy Conservation Center, Japan (ECCJ), Ministry of Mines and Energy, Republic of Indonesia, ***Energy Conservation Technology in Industrial Steam Boilers***, 1995

International Kiln Association, ***Combustion Engineering Course***, 1996