



**ANALISA PENAMBAHAN PULVERIZER TERHADAP PEMBENTUKAN  
BOTTOM ASH PADA PEMBAKARAN BOILER DI PT. PJB PAITON**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**DANANG KUSMIWARDHANA  
NIM 091910101051**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**ANALISA PENAMBAHAN PULVERIZER TERHADAP PEMBENTUKAN  
BOTTOM ASH PADA PEMBAKARAN BOILER DI PT. PJB PAITON**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan program pendidikan strata satu (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Danang Kusmiwardhana  
NIM 091910101051**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisa Penambahan Pulverizer Terhadap Pembentukan Bottom Ash Pada Pembakaran Boiler di PT. PJB Paiton* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 23 Mei 2013  
Tempat : Ruang Dekanat Fakultas Teknik

### Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Aris Zainul Muttaqin, S.T.  
NIP 19681207 199512 1 002

Anggota I

Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.  
NIP 19711114 199903 1 002

Anggota II

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.  
NIP 19680617 199501 1 001

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.  
NIP 19681205 199702 1 002

Mengesahkan  
Dekan,

Ir. Widyono Hadi M.T.  
NIP 19610414 198902 1 001

## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, saya persembahkan skripsi ini untuk :

1. Kedua orang tuaku tercinta, mama ku Dra. Umi Solecha dan papaku Kusdijanto S.pd. Terima kasih untuk kasih sayang berlimpah, dukungan serta doa yang selalu diberikan untukku. Ini merupakan langkah awal untuk membahagiakan dan membuat kalian bangga. Dicintai dan mencintai kalian adalah hal terindahku.
2. Adikku tercinta, Dian Ayu Kusmiwardhana. Terima kasih sudah memberikan dukungan dan kasih sayang tulus.
3. Guru-guruku dan dosen-dosenku. Terima kasih untuk dukungan dan motivasi yang sudah diberikan.
4. Almamater tercinta, Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTO

“Barangsiapa bertaqwa pada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka. Barangsiapa yang bertaqwa pada Allah, maka Allah jadikan urusannya menjadi mudah. barangsiapa yang bertaqwa pada Allah akan dihapuskan dosa-dosanya dan mendapatkan pahala yang agung” (Terjemahan Surat Ath-Thalaq Ayat 2-4)\*

Ketegasan adalah kekejaman terhadap kebaikan. Lakukan yang baik bagimu atau kau tidak baik bagi siapapun (Mario Teguh)

---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2002. *Al-Quran dan Terjemahannya*. Surabaya: Duta Ilmu

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Danang Kusmiwardhana

NIM : 091910101051

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : ***Analisa Penambahan Pulverizer Terhadap Pembentukan Bottom Ash pada Pembakaran Boiler di PT. PJB*** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Mei 2013  
Yang menyatakan,

Danang Kusmiwardhana  
NIM 091910101051

## **SKRIPSI**

### **ANALISA PENAMBAHAN PULVERIZER TERHADAP PEMBENTUKAN BOTTOM ASH PADA PEMBAKARAN BOILER DI PT. PJB**

Oleh  
Danang Kusmiwardhana  
NIM 091910101051

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Aris Zainul Muttaqin, S.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T.

***Installing a New Coal Milling (Pulverizer) for Reducing Bottom Ash as by Product of Boiler Combustion at PJB Paiton***

**Danang Kusmiwardhana**

***Mechanical Engineering Department  
Engineering Faculty  
Jember University***

**ABSTRACT**

*The problem that comes with the coal-fuel combustion is the presence of sizable un-burnt coal smolders (up to 20 x 30 mm) in the combustion residues (bottom ash), that pass through the submerged scrapper conveyor and discarded to the ash disposal area. The purpose of this research is to find out if big size bottom ash smolders are still of good quality to be further used as a fuel. By this way, it can also be ensured that the complete combustion is achieved if no un-burnt coal smolder is found in the bottom ash.*

*In this research the initial data is the calorific values and the data size from some samples of bottom ash. The next research data is the calorific value and its size of the bottom ash sample are taken after every hour. Tests of the calorific values and problem solving were conducted in the Laboratory of Fuels and Combustion Technology (Lab. TP & BB) at the Mechanical Engineering Department, ITS. Testing samples of Bottom ash, 1 hour samples, was performed at PT. PJB Paiton's Power Production Unit Laboratory while testing atom and chemical composition of coal, fine and crude bottom ash, were performed by using Phillips Analytical X-Ray B.V. from Malang Country University.*

*The results from this research show that the calorific value of the un-burnt coal in bottom ash is 2.808 kcal/kg, which is lower than initial calorific value of coal 5.743 kcal/kg. Therefore the effort which was done is treatment of coal smolders at pyrite, whose sizes are 20 x 30 mm with average HGI value 47.41 and posses the calorific value 5.422 kcal/kg which are to be milled with mesh 200 in order to obtain efficient combustion. The proposed method is that, first the coal smolders be taken with sizes of 20 x 30 mm from pyrite to the pulverizer, the second is installing a small pulverizer which can be used for sizes of 20 x 30 mm which will be fined with 200 mesh, the third is to substitute the poor components of pulverizer so that it is able to produce the size of coal smolders which are smaller than 20x30 mm.*

**Key words :** *Un-burnt Coal, Pulverizer, Size Bottom Ash*



## RINGKASAN

**Analisa Penambahan Pulverizer Terhadap Pembentukan Bottom Ash pada Pembakaran Boiler di PT. PJB;** Danang Kusmiwardhana; 091910101051; 2013; 75 hlm. Bagian Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Problematika sisa pembakaran bahan bakar batubara berupa abu berat (bottom ash) masih banyak gumpalan besar (letter size 20 x 30 mm) yang belum terbakar/tidak terbakar keluar dari Submerged Scrapper Conveyor terbang ke ash disposal area. Penelitian gumpalan bottom ash bertujuan agar mempunyai manfaat untuk dikerjakan lebih lanjut sebagai bahan bakar. Dengan demikian dapat dipastikan tidak ada batu bara yang belum sempat terbakar didapatkan dibottom ash yang berarti pembakaran yang lebih efisien.

Data awal penelitian adalah nilai kalor dari sampel bottom ash, data berikutnya adalah jumlah sampel 1 jam, serta ukurannya. Pengujian nilai kalor dilakukan di Laboratorium Teknik Pembakaran dan Bahan Bakar (Lab. Universitas Brawijaya) demikian pula analisa penyelesaian permasalahan dilakukan pada Laboratorium yang sama. Pengujian sampel bottom ash 1 jam serta ukurannya dilakukan di Laboratorium PT. PJB Unit Pembangkitan Paiton sedangkan pengujian komposisi atom dan senyawa batu bara, bottom ash halus dan bottom ash kasar dilakukan dengan Phillips Analytical X-Ray B.V. dari Universitas Negeri Malang.

Dari hasil uji nilai kalor batubara yang belum terbakar dibottom ash hanya memiliki nilai kalor rata-rata 2.808 kcal/kg, lebih rendah dari batubara awal 5.743 kcal/kg, maka upaya yang dilakukan adalah mentreatment batu bara di pyrite yang berukuran besar 20 x 30 mm dengan nilai HGI rata-rata 47,41 dan memiliki nilai kalor 5.422 kcal/kg, untuk digiling / dimill sampai dengan mesh 200 supaya batu bara mudah terbakar diruang bakar sehingga pembakarannya lebih efisien. Penambahan peralatan diusulkan pertama adalah membawa batu bara ukuran 20 x 30 mm dari pyrite ke pulverizer lagi, kedua didaerah pyrite dipasang pulverizer kecil yang dapat memenuhi kuantitas batu bara yang berbentuk ukuran 20 x 30 mm dan kualitas batu bara sebesar 200 mesh dan upaya yang ketiga adalah memperbaiki pulverizer / mengganti komponen dari pulverizer dimana keausan sudan nampak, sehingga tidak lagi menghasilkan bubuk batu bara dengan ukuran 20 x 30 mm.

**Kata Kunci :** *Unburnt Coal, Pulverizer, Size Bottom Ash*

## PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul *Analisa Penambahan Pulverizer Terhadap Bottom Ash Studi Kasus di PT. PJB Unit Pembangkit Paiton*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) di Fakultas Teknik Universitas Jember.

Problematika sisa pembakaran bahan bakar batu bara berupa abu berat (bottom ash) masih banyak gumpalan besar (letter size 20 x 30 mm) yang belum terbakar/tidak terbakar keluar dari Submerged Scraper Conveyor terbuang ke ash disposal area. Penelitian gumpalan bottom ash bertujuan agar mempunyai manfaat untuk dikerjakan lebih lanjut sebagai bahan bakar. Dengan demikian dapat dipastikan tidak ada batu bara yang belum sempat terbakar didapatkan dibottom ash yang berarti pembakaran yang lebih efisien.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi M.T, selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
2. Aris Zainul Muttaqin, S.T. selaku dosen pembimbing utama.
3. Dr. Nasrul Ilminnafik, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing anggota.
4. Kedua orang tuaku tercinta, papa Kusdijanto S.pd dan mama Dr. Umi Solecha. Terima kasih untuk cinta, kasih sayang, doa dan dukungannya hingga anakmu bisa mencapai gelar sarjana.
5. Adikku Dian Ayu Kusmiwardhani. Terima kasih sudah memberikan cinta dan kasih sayang tulus yang selalu menciptakan senyuman.
6. Keluarga besar Satoya. Terima kasih atas dukungan dan doa yang diberikan.

7. Ilham Wahyudi terima kasih untuk kebersamaan kita yang indah sebagai sohibku yang telah berbagi suka, duka dan galau dalam tugas akhir. Terima kasih untuk motivasi dan dukungannya.
8. Sahabat-sahabatku Chairil Ghozali, Deddy Prihambodo, Luqman Hakim, Rahmad Alief, Febriyan, Rizal. Terima kasih untuk semua dukungan dan doanya.
9. Keluarga baruku kosan Jember. Terima kasih atas pengalaman baru dan senyuman-senyuman indah saat kita bersama.
10. Dwi Yanto dan keluarga. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya.
11. Teman-teman Konversi Energi seperjuangan para calon Sarjana Teknik. Terima kasih untuk kebersamaan yang indah selama ini. Semoga kita bisa sukses di masa depan dan tetap berjuang untuk meningkatkan derajat permesinan di Indonesia.
12. Teman-teman IKAMABA.
13. Teman-teman angkatan 2009 Fakultas Teknik.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Amin.

Jember, Mei 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>MOTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>v</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRA</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Kajian Terdahulu .....	5
2.1.1 Pemanfaatan Bottom Ash.....	5
2.1.2 Pengetahuan Tentang Batubara .....	6
2.1.3 Pengaruh Bottom Ash sebagai Campuran Bahan Bakar Batubara.....	8

2.1.4	Hasil Kajian Awal .....	11
2.2	Dasar Teori .....	12
2.2.1	Sistem Pembakaran Batubara .....	12
2.2.2	Analisa Pembakaran.....	19
2.2.2.1	Reaksi Pembakaran.....	19
2.2.2.2	Pembakaran Teoritis. ....	20
2.2.2.3	Pembakaran Sebenarnya. ....	21
2.2.2.4	Hasil Pembakaran. ....	22
2.2.2.5	Sifat-Sifat Fisik Gas Sisa Pembakaran.....	22
2.3	Hipotesa Penelitian . ....	22
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1	Metode Penelitian .....	23
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian .....	23
3.3	Alat dan Bahan .....	23
3.3.1	Alat` .....	23
3.3.2	Bahan .....	24
3.4	Variabel Penelitian . ....	24
3.4.1	Variabel Bebas .....	24
3.4.2	Variabel Terikat .....	25
3.5	Populasi, Sampel & Teknik Pengambilan Sampel Penelitian. .	25
3.5.1	Populasi . ....	25
3.5.2	Sampel . ....	25
3.5.3	Teknik Pengambilan Sampe .....	26
3.6	Tahapan Penyusunan Penelitian .....	27
3.7	Desain Alat . ....	32
3.8	Diagram Alir Metode Penelitian .....	33
3.9	Jadwal Penelitian . ....	34
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>

4.1 Hasil .....	35
4.1.1 Hasil Pengujian Ayakan Dimensi Bottom Ash. ....	35
4.1.2 Hasil Pengujian Nilai Kalor Batubara dan Bottom Ash. ....	36
4.2 Pembahasan . ....	48
4.2.1 Dimensi Bottom Ash . ....	48
4.2.2 Nilai Kalor Bottom Ash .....	53
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>56</b>
5.1 KESIMPULAN.....	56
5.2 SARAN .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Hasil analisis proksimat dan ultimat batu bara oleh Lab. PT. Cwamas .....	6
Tabel 2.2 Hasil analisis titik leleh abu dan senyawa batu bara oleh Lab. PT. Cwamas .....	7
Tabel 2.3 Hasil Perhitungan untuk table 2.3 pengujian Lab. PT. Cwamas untuk menghitung Slagging index (Rs) & Fouling Index (Rf) .....	11
Tabel 2.4 Hasil uji nilai kalor bottom ash dan batu bara PLTU Paiton Di Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya.....	12
Tabel 2.5 Ayak baku Amerika Serikat .....	14
Tabel 2.6 Temperatur Outlet pulverizer yang di ijinan.....	17
Tabel 4.1 Persentase pemilihan bottom ash lolos ayakan 60.....	35
Tabel 4.2 Nilai kalor batubara di conveyor.....	36
Tabel 4.3 Pengujian kadar air lembab (inherent moisture).....	37
Tabel 4.4 Nilai kalor batubara pyrite.....	38
Tabel 4.5 Pengujian nilai kalor bottom ash sebelum penambahan pulverizer.....	39
Tabel 4.6 Pengujian nilai kalor bottom ash sesudah penambahan pulverizer.....	40
Tabel 4.7 Pengujian kadar abu bottom ash.....	41
Tabel 4.8 Pengujian kadar sulfur bottom ash .....	42
Tabel 4.9 Pengujian volatile matter bottom ash.....	43
Tabel 4.10 Pengujian unburned carbon bottom ash.....	44
Tabel 4.11 Uji ultimate untuk mengetahui atom batubara dan bottom ash.....	45
Tabel 4.12 Uji ultimate untuk mengetahui senyawa batubara dan bottom ash.....	46
Tabel 4.13 Hasil perhitungan batubara dan bottom ash kasar dan halus untuk mencari Rs dan Rf .....	47
Tabel 4.14 Nilai kalor hardgrove grindability index batubara pyrite.....	51

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Sistem batubara serbuk pembakaran langsung.....13
Gambar 2.2	Sistem pembakaran batu bara dengan penumbukkan menggunakan primary dan secondary air.....16
Gambar 2.3	Macam-macam jenis pulverizer.....19
Gambar 4.1	Grafik hasil kalibrasi nilai hardgrove grindability index batubara pyrite.....50
Gambar 4.2	Grafik kalor bottom ash sebelum dan sesudah penambahan pulverizer.....53
Gambar 4.3	Grafik ash analisis atom bottom ash dan batubara.....54
Gambar 4.4	Grafik ash analisis senyawa bottom ash dan batubara.....55.



## DAFTAR SINGKATAN

SSC	: <i>Submerged Scrapper Conveyor</i>
SAF	: <i>Secondary Air Fan</i>
PAF	: <i>Primary Air Fan</i>
HP	: <i>High Performance</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 <i>Pulverizer</i> PLTU Paiton. ....	59
Lampiran 2 Kerusakan <i>Pulverizer</i> . ....	60
Lampiran 3 Tempat Pengambilan Sampel <i>Bottom Ash</i> .....	61
Lampiran 4 <i>Bottom Ash</i> pada saat penumbukan .....	61
Lampiran 5 <i>Bottom Ash</i> pada saat baru diturunkan dari <i>Dump Truck</i> .....	62
Lampiran 6 Tempat <i>Bottom Ash</i> di <i>Submerged Scrapper Conveyor</i> . ....	62
Lampiran 7 <i>Bottom Ash</i> dipisahkan halus dan kasar.....	63
Lampiran 8 <i>Bottom Ash</i> ( <i>scoot/smoke</i> dan batubara) di <i>grinder/dicrusher</i> . ....	63
Lampiran 9 <i>Bottom Ash</i> disaring dengan ayakan <i>mesh 60</i> dan ditimbang.....	63
Lampiran 10 Sampel uji dari <i>Bottom Ash</i> lolos ayakan <i>mesh 60</i> .....	64
Lampiran 11 Intruksi kerja pemeriksaan nilai kalor di laboratorium. ....	64
Lampiran 12 Spesifikasi <i>Pulverizer/Mill</i> . ....	65
Lampiran 13 Sampel dan alat pemeriksaan nilai HGI batubara <i>pyrite</i> . ....	66
Lampiran 14 Rencana pemsangan <i>Pulverizer/Mill</i> baru <i>Merk Holmes 401 XL</i> . ....	67
Lampiran 15 Ukuran batubara masih besar keluar <i>pyrite box</i> . ....	67