

**PEMANFAATAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN
PORTLAND POZZOLAN CEMENT (PPC)**
*(Utilization of Fly Ash as A Mixing Material in Portland Pozzolan Cement (PPC)
Production)*

Ambo Upe

Staf Jurusan Kimia FMIPA dan PPLH Universitas Hasanuddin

E-mail: amboupe@yahoo.com

Abstrak

Fly ash atau abu terbang (Kode Limbah D 223) merupakan salah satu produk hasil pembakaran batubara yang dihasilkan PT. Semen Tonasa sebesar rata-rata 72,36 ton/hari. Telah dicoba memanfaatkan fly ash sebagai bahan campuran semen untuk menghasilkan *Portland Pozzolan Cement (PPC)*. Selain itu, dilakukan uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)* serta analisis kandungan logam berat dari *fly ash* dan PPC tersebut.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa *fly ash* memenuhi persyaratan sebagai bahan campuran PPC dan memenuhi syarat peraturan pemerintah No 85/1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Kata kunci : abu terbang, D 223, batubara, PPC, TCLP, limbah B3.

Abstract

Fly ash (Disposal code: D 223) is disposal produced in coal burning process of PT. Semen Tonasa. It is estimated that the produced fly ash are 72.36 ton/day. In this paper, the study examines the possibility of utilization the fly ash as a mixing material in fabrication of Portland Pozzolan Cement (PPC). Experimental results show that the produced PPC meets the standard quality requirement. The Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) also has been performed to analysis the heavy metal contained in the fly ash and PPC materials. This test indicates that all results for TCLP Metals property fill the Indonesian Government Regulation for Hazardous Waste as described in PP No. 85/1999.

Key words: fly ash (D223), coal, PPC, TCLP, hazardous waste.

PENDAHULUAN

Batubara terbanyak digunakan sebagai bahan bakar pada pusat-pusat pembangkit tenaga listrik terutama untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Penggunaan batubara meningkat dari PELITA ke PELITA yaitu pangsa batubara dalam penggunaan energi nasional pada akhir PELITA II baru mencapai 0,4 %, meningkat menjadi 7,8 % pada akhir PELITA V dan meningkat lagi

menjadi 17,4 % pada akhir PELITA VI atau tidak kurang dari 20 juta ton yang dibakar per tahun dan menghasilkan sekitar 1,2 juta ton atau 3.500 ton per hari partikel abu batubara dan jumlah ini akan terus meningkat. Partikel abu yang berasal dari pembakaran batubara ini sekitar 90 % berupa *fly ash* (abu terbang) dan sisanya berupa *bottom ash* (abu dasar) (Sumitro, S, 2002).

Berdasarkan Lampiran 1 dari Peraturan

Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 18 Tahun 1999 Jo. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), fly ash termasuk dalam katagori limbah B3 dengan kode limbah nomor : D 223, sehingga diperlukan penanganan yang memenuhi persyaratan sebagaimana diatur dalam peraturan pemerintah tersebut. Fly ash karena kehalusannya (0,1 – 50 mm) dan mengandung logam berat serta silika maka dianggap berbahaya karena dapat mengganggu saluran pernapasan.

Jumlah fly ash yang dihasilkan dari hasil pembakaran batubara persentasenya cukup besar yaitu sekitar 6 - 14 % atau lebih dari 1 juta ton per tahun, sehingga akan menjadi masalah bila tidak dapat dimanfaatkan terutama karena statusnya yang dianggap sebagai B3, walaupun oleh US-EPA *fly ash* tidak termasuk dalam katagori *Solid Hazardous Waste* (Sumitro, S, 2002).

Fly ash yang dihasilkan dari hasil pembakaran batubara mempunyai kandungan kimia seperti terlihat pada tabel 1.

Memperhatikan potensi fly ash yang dihasilkan pembangkit listrik yang menggunakan batubara di Indonesia yaitu lebih dari 1 juta ton per tahun dan adanya kesulitan untuk tempat penampungan *fly ash* ini, maka perlu dilakukan penelitian mengenai kemungkinan penggunaan dari abu batubara hasil buangan PLTU misalnya untuk keperluan industri. (Sumitro S, 2002).

Melihat komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam fly ash terutama kandungan senyawa $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ nya timbul suatu idee untuk memanfaatkan fly ash sebagai bahan campuran semen, karena komponen ini merupakan senyawa utama yang diperlukan dalam semen selain CaO. Komposisi kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 mirip

dengan bahan Pozzoland sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan semen.

Produksi yang diharapkan sesuai adalah Portland Pozzoland Cement dengan spesifikasi seperti tercantum dalam tabel 2.

Menurut SNI 15-0302-1994, Portland Pozzolan Cement adalah semen hidrolis yang terdiri dari campuran homogen antara semen portland dengan pozzoln halus yang diproduksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozzolan bersama-sama, atau mencampur secara rata bubuk semen portland dan pozzolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, di mana kadar pozzolan 15 s/d 40 % massa semen portland pozzolan (Semen Tonasa, 2001).

Walaupun demikian agar produk fly ash ini dapat dimanfaatkan, maka diperlukan pula hasil uji TCLP kandungan logam dari fly ash dan produk yang dihasilkan dibandingkan dengan produk semen yang beredar di pasaran. Selain itu, tetap diperlukan uji kandungan kimia bahan baku dan semen yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Untuk keperluan studi digunakan fly ash yang dihasilkan dari hasil pembakaran batubara di PLTU Biringkassi yang energi listriknya dimanfaatkan oleh PT. Semen Tonasa. Pemakaian batubara di pembangkit ini sebesar 0,0005 kg/KWH dan kandungan rata-rata fly ash yang dihasilkan sebesar 13,4 %. atau dengan kapasiitas pembangkit 2 x 25 MW, waktu operasi 24 jam per hari maka akan dihasilkan fly ash 72,36 ton/hari atau dapat mencapai 230.000 ton per tahun. Fly ash yang dihasilkan PT. Semen Tonasa sampai pada tahun 2001 umumnya ditampung di bekas tambang tanah liat menunggu proses agar dapat dimanfaatkan (PT. Semen Tonasa 2001).

Tabel 1. Kandungan Kimia Fly Ash

Komponen	% berat rata-rata	
	Asal Kalimantan	Asal Sumatra
SiO ₂	52,00	70,85
Al ₂ O ₃	31,86	15,91
Fe ₂ O ₃	4,89	2,24
CaO	2,86	0,18
MgO	4,66	0,49
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	88,75	89,00

Sumber : PT. Semen Tonasa (2001) dan Sumitro.S (2002). data diolah

Tabel 2. Spesifikasi Portland Pozzolan Cement (SNI 15-0302-1994 dan ASTM C-595 M)

No. Uraian	SNI 15-0302-1994		ASTM C-595 M
	IP-U	IP-K	
I Syarat Kimia			
1 MgO %	Max. 6,0	Max. 6,0	Max. 6,0
2 SO ₃ %	Max. 4,0	Max. 4,0	Max. 4,0
3 Hilang pijar %	Max. 5,0	Max. 5,0	Max. 5,0
II Syarat Fisika			
1 Kehalusan			
- Dengan alat Delanay M2/Kg	Min 280	Min 280	-
- Sisa di alas ayakan 0,045 mm %	-	-	Max 14,4
2 Waktu Pengikatan (Vicartesi)			
- Pengikatan awal menit	Min. 45	Min. 45	Min. 45
- Pengikatan akhir jam	Max. 7	Max. 7	Max. 7
3 Kekekalan Bentuk (Autoclave)			
- Pemuaiian %	Max. 0,8	Max. 0,8	Max. 0,8
- Penyusutan %	Max. 0,2	Max. 0,2	Max. 0,2
4 Kuat Tekan Aduk			
- Umur 3 hari Kg/Cm ²	Min. 133	Min. 106	Min. 130
- Umur 7 hari Kg/Cm ²	Min. 205	Min. 164	Min. 200
- Umur 28 hari Kg/Cm ²	Min. 256	Min. 205	Min. 250
5 Panas Hidrasi			
- Umur 7 hari cal/g	-	Max. 70	Max. 70
- Umur 28 hari cal/g	-	Max. 80	Max. 80
6 Kandungan Udara Mortar % vol	Max. 12	Max. 12	-
7 Expansi Mortar			
- Umur 14 hari % (*)	-	-	Max. 0,02
- Umur 8 minggu % (*)	-	-	Max. 0,06

(*) Bila diminta oleh konsumen

Sumber : Semen Tonasa, 2001

Untuk keperluan penggunaan sebagai bahan campuran dalam semen, fly ash dan produk uji coba serta pembanding (semen Portland Type I) di uji TCLP di laboratorium yang telah ditunjuk oleh BAPEDAL yaitu PT. Analitika Sejahtera Lingkungan (ASL) Cibogo Bogor.

Bahan fly ash yang dicampurkan disesuaikan komposisi pada pembuatan Semen Portland dengan cara mensubstitusi sebagian komponen klinkernya, untuk itu percobaan dilakukan dengan variasi sebagaimana diberikan dalam tabel 3.

Pencampuran bahan tersebut di atas dilakukan dalam ballmill, kemudian dianalisis kandungan kimianya, serta dilakukan pemeriksaan total logam dan uji TCLP. Bahan baku sebelum digunakan dan produknya dianalisis pula senyawa kimianya untuk menentukan apakah komposisi kimia produk semen yang dihasilkan memenuhi persyaratan. Sebagai pembanding digunakan semen portland type I yang merupakan Original Portland Cement (OPC).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kandungan kimia bahan baku yang digunakan menggunakan alat x-ray spektrofotometer yang dilaksanakan di PT. Semen Tonasa.

Hasil analisis kimia bahan baku yang digunakan adalah seperti ditunjukkan pada tabel 4.

Hasil analisis produk yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 5. Dalam tabel tersebut tidak terlihat perubahan komposisi kimia yang menonjol walaupun kandungan silikat produk yang persentasinya fly ashnya tinggi kandungan silikanya tinggi pula. Terlihat pula bahwa parameter komposisi kimia utama dari produk yang dihasilkan relatif tidak berbeda dengan komposisi kimia semen Portland Type I (OPC).

Untuk keperluan uji total logam dan uji TCLP, sampel yang digunakan adalah campuran dari ke empat produk diatas, fly ash yang digunakan dan Portland Cement Type I sebagai pembanding. Selain itu dilakukan pula uji kandungan logam yang terlarut dari rendaman produk semen yang dihasilkan serta rendaman dari semen portland Type I.

Tabel 3. Penggunaan fly ash

No.	KLINKER, %	FLY ASH, %	GYPSUM, %
1	92	4	4
2	90	6	4
3	88	8	4
4	86	10	4

Tabel 4. Hasil Analisis Kimia Bahan Pembuat Semen PPC

URAIAN	KLINKER, %	GYPSUM, %	FLY ASH, %
Komposisi Kimia :			
1. Hilang Pijar	0,35	-	3,71
2. SO ₃	0,51	43,25	-
3. SiO ₂	20,44	-	52,00
4. Al ₂ O ₃	5,42	-	31,86
5. Fe ₂ O ₃	4,38	-	4,89
6. CaO	66,39	20,28	2,68
7. MgO	0,84	-	4,66
8. Bagian tak larut, %	5,58	-	-
Total, %	98,91	-	99,80

Catatan : Dianalisis oleh PT. Semen Tonasa

Tabel 5: Data Analisis Basah Komposisi Kimia Produk Semen PPC dan Portland Type I

No.	PENGUJIAN KIMIA	Campuran				Portland Type I
		I	II	III	IV	
1.	Hilang pijar	1.36	1.84	1.65	1.66	1,94
2.	SiO ₂	18.56	18.60	18.81	19.54	20,39
3.	Al ₂ O ₃	5.72	5.71	5.78	5.75	5,92
4.	Fe ₂ O ₃	3.57	3.81	3.85	3.79	3,29
5.	CaO	61.05	62.15	61.93	62.44	64,24
6.	MgO	1.21	0.94	1.29	1.33	1,26
7.	SO ₃	2.62	2.09	2.37	2.59	2,34
8.	Bagian tidak larut	5.62	4.60	3.66	2.64	0,33
9.	Total	99.69	99.73	99.33	99.71	99,71
10.	Kapur Bebas	1.69	1.85	1.70	1.82	1,23
11.	SM	2.00	1.95	1.95	2.05	-
12.	AM	1.61	1.50	1.50	1.52	-
13.	LSF	97.49	99.59	97.67	95.27	-
14.	C ₃ S	49.69	55.66	51.19	46.93	-
15.	C ₂ S	15.71	11.32	15.31	20.60	-
16.	C3A	9.11	8.70	8.80	8.82	10,12
17.	C ₄ AF	10.86	11.59	11.72	11.53	-

Catatan : dianalisis oleh PT. Semen Tonasa

Tabel 6. Hasil analisis total logam Fly Ash, PPC dan Semen Type I

Kandungan		Fly Ash)	PPC)	Type I)	Rendaman **)		Maks. PP 85/1999
Total Logam					PPC	Type I	
Arsen	T-As	28	<1	2	0,0014	0,0007	5,0
Kadmium	T-Cd	<0.1	3.4	3,9	<0,005	<0,005	1,0
Tembaga	T-Cu	33,0	17,6	41,0	0,02	0,05	10,0
Khrom	T-Cr	16	108	111	<0,05	<0,05	5,0
Timbal	T-Pb	10	78	74	<0,05	<0,05	5,0
Raksa	T-Hf	0,012	0,009	0,009	<0,00005	<0,00005	0,2
Mangan	T-Mn	51	205	232	0,01	0,01	-
Selenium	T-Se	<1	<1	<1	<0,0005	<0,0005	1,0
Perak	T- Ag	0,6	5,9	6,2	<0,02	<0,02	5,0
Seng	T-Zn	31,2	16,3	23,3	0,029	0,019	50,0

Catatan : Dianalisis oleh PT. Analitika Sejahtera Lingkungan (ASL) Bogor

*) dalam mg per kg produk kering. **) dalam mg per liter

Tabel 7. Hasil uji TCLP logam Fly Ash, PPC dan Semen Type I

Logam	Fly	Ash	PPC	Type I	Maks. PP 85/1999
Arsen	As	<0,05	<0,05	>0,05	5,0
Barium	Ba	<1	<1	<1	100,0
Boron	B	<20	<20	<20	500,0
Kadmium	Cd	<0,05	<0,05	<0,05	1,0
Khrom	Cr	<0,5	<0,5	<0,5	5,0
Tembaga	Cu	<0,1	<0,1	<0,1	10,0
Eimbal	Pb	<0,5	<0,5	<0,5	5,0
Raksa	Hg	<0,001	<0,001	<0,001	0,2
Selenium	Se	<0,05	<0,05	<0,05	1,0
Perak	Ag	<0,2	<0,2	<0,2	5,0
Seng	Zn	0,37	<0,05	<0,05	50,0

Catatan : Dianalisis oleh PT. Analitika Sejahtera Lingkungan (ASL) Bogor
*) dalam mg per liter contoh, < : kecil dari batas deteksi alat.

Hasil analisis total logam dan uji TCLP dari fly ash dan produk PPC hasil serta semen portland type I dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

Dari tabel 6 terlihat bahwa walaupun kandungan total arsen dari fly ash cukup tinggi yaitu 28 mg per kg kering, namun setelah menjadi PPC kadar total arsennya sudah < 1 mg per kg kering atau malahan lebih rendah dari total arsen yang dikandung semen portland type I. Hal lain adalah kandungan total krom dan timbal dari fly ash lebih rendah dari produk PPC dan semen portland type I. Kandungan total logam dari rendaman produk PPC relatif sangat rendah dan relatif sama dengan produk semen portland type I dan kadarnya masih memenuhi persyaratan PP. No 85 Tahun 1999.

Hasil uji TCLP fly ash, PPC dan semen portland type I juga tidak berbeda jauh dan menunjukkan bahwa kadar senyawa logam yang dianggap berbahaya masih dalam batas yang wajar dan memenuhi persyaratan PP. No. 85 Tahun 1999.

KESIMPULAN

1. Fly ash memenuhi persyaratan untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada produk semen.

2. Kandungan total logam produk yang dihasilkan relatif sama dengan produk semen portland type I.
3. Kandungan total logam rendaman produk PPC relatif sangat rendah dan aman untuk digunakan sebagai bahan bangunan dan memenuhi persyaratan PP No. 85 Tahun 1999.
4. Hasil uji TCLP menunjukkan bahwa kadar senyawa logam yang dianggap berbahaya yang dikandung fly ash dan PPC masih dalam batas yang wajar dan memenuhi persyaratan PP No. 85 Tahun 1999.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT Semen Tonasa atas bantuan dan kerjasamanya dalam penyiapan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhamidimarri, Rao. 1988. *Alternative Waste Treatment Systems*. Elsevier Applied Science, London.
- Keith, Lawrence H. 1991. *Environmental Sampling and Analysis : a practice guide*. Lewis Publ.Inc. Michigan.

- Scott, Ronald M. 1989. *Chemical hazards in the Workplace*. Lewis Publ.Inc., Michigan.
- Simmons, Milagro S. 1999. *Hazardous Waste Measurment*. Lewis Publ.Inc., Michigan.
- Sumitro S. 2002. *Pemanfaatan Batubara dalam Pembangunan Ketenagalistrikan dan Implikasi Lingkungannya*: Jurnal Kimia Lingkungan, Vol.3 (2) 2002. KSL FMIPA UNAIR, Surabaya.