

KAJIAN WAKTU PENCEMARAN LINGKUNGAN AKIBAT PEMANFAATAN LIMBAH FLY ASH SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN PAVING BLOCK

Mochtar Hadiwidodo¹

¹ Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP, Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

ABSTRAK

Fly Ash PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia, Tbk, memiliki kandungan logam berat Pb sebesar 1,012 ppm dan Cr sebesar 0,811 ppm. Kandungan oksida silika sebesar 71,88%, sehingga berpotensi sebagai material campuran pada pembuatan bahan bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu tinggal Pb dan Cr dalam paving block pada variasi volume perendaman yang berbeda. Hasil uji perlindungan dengan media perendaman aquades menunjukkan bahwa semakin besar volume air perendaman semakin kecil konsentrasi logam berat Pb dan Cr.

Sedangkan untuk media perendaman air sumur (studi kasus) menunjukkan bahwa semakin besar volume air perendaman semakin kecil konsentrasi logam berat Cr dan logam Pb tidak terdeteksi. Waktu tinggal logam berat Pb dan Cr pada paving block dengan volume air (aquades) perendaman 7,6 liter pada hari yang ke 22, sedang untuk volume air perendaman 15,2 liter pada hari ke 25. waktu tinggal logam berat Cr pada paving block dengan air sumur (studi kasus) pada perendaman 7,6 liter, 15,2 liter serta 22,8 liter pada hari yang ke 21.

Keyword: fly ash, waktu tinggal, paving block, logam berat Cr dan Pb.

PENDAHULUAN

Mahalnya harga BBM yang berdampak pada mahalnya tarif listrik serta sulitnya mendapatkan pasokan listrik dalam jumlah besar untuk kebutuhan industri menyebabkan banyak perusahaan membangun unit penghasil listrik yang berbahan baku non BBM, seperti yang dilakukan PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia, Tbk. Untuk memenuhi kepentingan tersebut, maka dibangunlah suatu *Coal Generator (CoGen) Plant* dengan bahan bakar batubara. Dalam operasionalnya, pembakaran batubara ini akan menyebabkan terbentuknya 10% abu terbang (*Fly Ash*) dari total bahan baku yang digunakan. Dari analisis pendahuluan yang telah dilakukan, diketahui bahwa *Fly Ash* PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia, Tbk, memiliki kandungan logam berat Pb sebesar 1,012 ppm dan Cr sebesar 0,811 ppm. Kandungan oksida silika pada *Fly Ash* mencapai 71,88%. Penelitian terdahulu menyatakan kandungan *Fly Ash* PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia, Tbk, sebagai bahan campuran pembuatan paving block yang aman bagi lingkungan adalah 10% dari total berat semen dalam campuran. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka perlu diadakan penelitian lanjutan untuk mengetahui waktu tinggal Pb dan Cr dalam paving block tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang menjadi objek penelitian adalah limbah *Fly Ash* dari PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia, Tbk. Selain itu, bahan utama lainnya yaitu Semen Portland Tipe I sebanyak 1,5 sak dan pasir (agregat halus) Muntilan $\pm \frac{1}{2}$ colt.

Bahan pendukung dalam penelitian ini adalah air sumur dan aquades.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Sendok Pengaduk, Ayakan Agregat Halus *Grainsize* (Standar ASTM), Timbangan, Alat Cetak Paving Block Ukuran 20x10x6cm, Termometer Celcius (Termometer Air dengan Skala Ketelitian 1,0), *Stopwatch*, Piknometer, Ember, kertas saring, botol sample.

Cara kerja:

Tahap persiapan

1. Analisis Pendahuluan Pasir
2. Analisis karakteristik kimia *Fly Ash*

Tahap pelaksanaan

Tahap pelaksanaan penelitian yaitu dengan pembuatan paving block dengan ukuran lebar 10 cm, panjang 20 cm dan tebal 6 cm. Bahan-bahan penyusun paving block diperoleh dengan melakukan perhitungan rencana bahan adukan paving block berdasarkan perbandingan semen:pasir yaitu 1:3, dimana persentase limbah *Fly Ash* dalam semen adalah sebesar 10% dari jumlah semen dalam campuran. Perbandingan yang digunakan adalah perbandingan berat.

Pengujian serta Analisis

Dalam penelitian ini akan digunakan 2 media perendaman yakni air standar yaitu air suling (aquades), dan air sumur (studi kasus) dengan volume air perendaman 2 variasi, yaitu 7,6 liter dan 15,2 liter. Paving block yang akan diuji direndam dalam media perendaman pada wadah uji lindi. Volume air yang digunakan untuk perendaman disesuaikan dengan luas permukaan benda uji kemudian dianalisis kandungan logam berat Pb dan Cr-nya pada hari ke-1, 7, 14, 21, 28 dan hari ke-35 dengan alat AAS. Persamaan yang digunakan dalam menentukan laju perlindian pada uji lindi adalah : (IAEA,1983)

$$R = \frac{Xt.W}{Xo.S.T}$$

Keterangan :

Xt = Konsentrasi setelah pengolahan (ppm)

Xo = Konsentrasi awal limbah (ppm)

W = Berat paving block (gr)

S = Luas permukaan paving block yang terendam akuades (cm²)

T = Waktu pengambilan cuplikan lindi (hari)

R = Laju Perlindian (gr/cm². hari)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pendahuluan *Fly Ash* bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia limbah *Fly Ash* PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia, Tbk. Analisis yang dilakukan meliputi uji mineral serta uji kandungan logam berat. Hasil analisis pendahuluan karakteristik kimia limbah *Fly Ash* ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Karakteristik Kimia Limbah Fly Ash PT.Pabrik Kertas Tjiwi Kimia, Tbk

Parameter	Satuan	Hasil Analisis
Uji Mineral		
SiO ₂	%	71,88
Al ₂ O ₃	%	10,92

Parameter	Satuan	Hasil Analisis
Fe ₂ O ₃	%	5,12
CaO	%	3,74
SO ₃	%	0,95
H ₂ O	%	6,68
Uji Kandungan Logam Berat		
Timbal (Pb)	ppm	1,012
Krom (Cr) Total	ppm	0,811
Arsen (As)	ppm	< 0,001
Merkuri (Hg)	ppm	Negatif
Kadmium (Cd)	ppm	0,430

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium, 2008

Kandungan logam berat yang dianalisis yang masih berada diatas baku mutu adalah, Pb, Cr dan Cd. sehingga untuk selanjutnya logam berat yang akan dianalisis adalah Pb dan Cr.

Uji Perlindian Paving Block

Uji perlindian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar logam berat Pb, Cr yang masih terlepas atau terpapar ke lingkungan. Uji perlindian dilakukan dengan simulasi perendaman menggunakan air setempat (air sumur) dengan volume perendaman yang bervariasi yakni 10 : 1, dan 20 : 1 terhadap luas permukaan paving block.

Tabel 3. Konsentrasi Pb

Hari perendaman ke-	Rata-rata konsentrasi Pb (ppm)	
	Variasi	
	7,6 Liter	15,2 Liter
1	0,011	0,009
7	0,016	0,013
14	0,015	0,011
21	0,018	0,013
28	0,02	0,014
35	0,018	0,012

Tabel 2. Konsentrasi Cr

Hari perendaman ke-	Rata-rata konsentrasi Pb (ppm)	
	Variasi	
	7,6 Liter	15,2 Liter
1	0,103	0,073
7	0,103	0,09
14	0,093	0,087
21	0,107	0,103
28	0,123	0,113
35	0,12	0,1

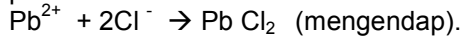
Dari tabel diatas semakin besar volume perendaman paving block, maka konsentrasi Pb dan Cr yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini merupakan proses terjadinya pengenceran.

Pola kenaikan dan penurunan konsentrasi Pb pada paving block dengan volume perendaman 7,6 liter mengikuti Model *degree polynomial* fit didapatkan pada hari ke 12 konsentrasi Pb sudah berakhir(konsentrasi Pb = 0). Sedangkan konsentrasi Cr (konsentrasi Cr = 0) berakhir pada hari ke 27. Pada volume perendaman 15,2 Liter didapatkan ada hari ke 24 konsentrasi Cr sudah berakhir.

Berdasarkan uji statistik konsentrasi Pb dan Cr dari setiap hari perendaman paving block memiliki nilai yang berbeda, atau dapat disimpulkan bahwa nilai konsentrasi Pb dan Cr dari setiap hari menunjukkan perbedaan konsentrasi yang nyata.

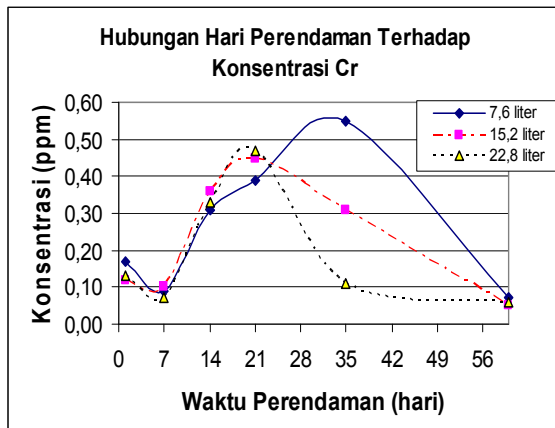
Uji Perlindian Paving Block Dengan Air Perendaman Air Sumur Konsentrasi Logam Berat Pb

Uji perlindian dilakukan dengan simulasi perendaman menggunakan air setempat. volume perendaman yakni 10 : 1, 20 : 1 dan 30 : 1 terhadap luas permukaan paving block. Dari pengukuran dengan dengan AAS (*Atomic Adsorption Spectrofotometer*) diketahui bahwa konsentrasi Pb yang dihasilkan tidak dapat dideteksi. Hal ini dikarenakan Pb yang terpapar bereaksi dengan Cl yang terdapat di dalam air dan membentuk padatan berwarna putih.



Konsentrasi Logam Berat Cr

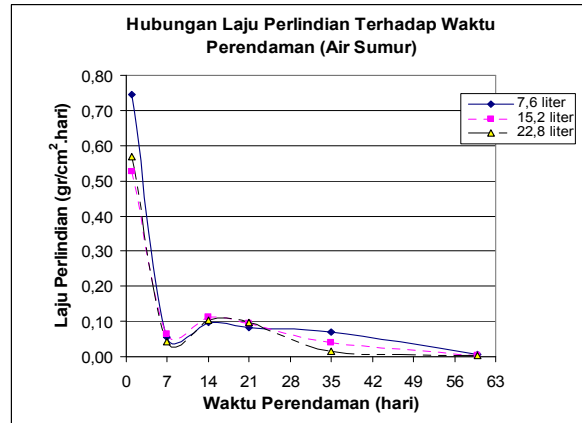
Dari pengukuran dengan dengan AAS (*Atomic Adsorption Spectrofotometer*) dihasilkan Konsentrasi logam berat Cr sebagai berikut:



Gambar 2. Konsentrasi Logam Berat Cr

Rerata konsentrasi Cr yang terendah dari 60 hari perendaman dimiliki oleh paving block dengan volume perendaman 22,8 liter sedangkan yang tertinggi dimiliki oleh paving block dengan volume perendaman 7,6 liter. Berdasarkan grafik diatas, semakin besar volume perendaman paving block, maka konsentrasi Cr yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini merupakan proses pengenceran.

Laju perlindian



Gambar 3. Laju Perlindian

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai laju perlindian Cr semakin menurun seiring dengan penambahan hari perendaman. Hal ini dikarenakan faktor pembagi hari perendaman pada persamaan yang digunakan untuk mencari laju perlindian. Selain itu laju perlindian Cr juga menurun karena faktor pembentukan ikatan semen, pasir, *Fly Ash* serta air yang semakin lama semakin kuat sehingga kandungan logam berat Cr terjebak dalam ikatan dan sulit untuk dapat keluar. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa semakin besar volume perendaman, maka laju perlindeannya akan semakin kecil dan sebaliknya.

Berdasarkan uji statistik konsentrasi Cr dari setiap hari perendaman paving block menunjukkan adanya perbedaan laju perlindian Cr yang nyata pada tiap hari perendaman paving block.

KESIMPULAN

1. Hasil uji perlindian dengan media perendaman aquades menunjukkan bahwa semakin besar volume air perendaman semakin kecil konsentrasi logam berat Pb dan Cr.
2. Hasil uji perlindian dengan media perendaman air sumur (studi kasus)

menunjukkan bahwa semakin besar volume air perendaman semakin kecil konsentrasi logam berat Cr, sedangkan untuk logam Pb tidak terdeteksi.

3. Waktu tinggal logam berat Pb dan Cr pada paving block dengan volume air perendaman 7,6 liter pada hari yang ke 22, sedang untuk volume air perendaman 15,2 liter pada hari ke 25.
4. waktu tinggal logam berat Cr pada paving block dengan air sumur (studi kasus) pada perendaman 7,6 liter, 15,2 liter serta 22,8 liter pada hari yang ke 21.

Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan limbah *Fly Ash* sebagai bahan campuran paving block dengan parameter logam berat lain (Cd) agar bisa diketahui kandungan logam berat yang ada dalam paving supaya tidak menyebabkan pencemaran lingkungan.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai alternatif pemanfaatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, Nita. 2004. *Tugas Akhir Studi Pemanfaatan Lumpur Limbah Cair B-3 yang Mengandung Pb dan Cr dari Industri percetakan sebagai Bahan Baku Tambahan Pembuatan Paving Block (Studi Kasus PT. Gramedia Jakarta)*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Anonimous. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Direktorat Jendral Cipta Karya. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. Bandung.
- _____. 1989. *Standar Nasional Indonesia S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*. Departemen Perkerjaan Umum. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- _____. 1995. *Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. Kep-03/Bapedal/09/1995 Tanggal 5 September 1995. Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Pekerjaan Umum. Jakarta.
- _____. 1996. *Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996 : Bata Beton (Paving Block)*. Dewan Standarisasi Nasional.

- _____. 1999. Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun.
- _____. 1999. Peraturan Pemerintah No. 74 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- _____. 2002. http://www.google.com/paving_block
- _____. 2008.
- Candra, Eko dan Kukandi. 2004. *Tugas Akhir Kadar Fly Ash Optimum pada Paving Block Mutu Tinggi*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Freeman, Harry M. 1998. *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal*. Second Edition. Mc Graw Hill Companies Inc. USA.
- G.Svehia PhD,FRSC, *Qualitative Inorganic Analysis*, Vogel's, Seventh Edition, Longman
- Kurniawaty, Indah. 2006. *Tugas Akhir Pemanfaatan Limbah Slag yang Mengandung Cr dan Zn dari Industri Baja dengan Metode Solidifikasi sebagai Campuran Beton Untuk Mengurangi Resiko Pencemaran Lingkungan (Studi Kasus PT. Inti General Yaja Steel, Semarang)*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- La grega, et al. 1994. *Hazardous Waste Management*. Mc graw hill inc. USA.
- Metcalf & Eddy, Inc, 1979, *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*, Second Edition, Tata McGraw-Hill Publishing Company LTD, New Delhi.
- Murdock, L.J. et al. 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Edisi ke-4. Erlangga. Jakarta.
- Pallar, Heryando. 1994. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Sari Dewi, Silviana. 2005. *Tugas Akhir Pemanfaatan Kembali Abu Endapan Limbah Batu Bara dengan Metode Solidifikasi Sebagai Bahan Campuran Beton (Studi Kasus Limbah Batu Bara PT. Primatexco Batang)*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.