

Analisis Kandungan Logam Berat Dalam *Paving Block* menggunakan Lumpur Lapindo sebagai Pozzolan

M Arya Maliki Syah Putra¹, Ayu Nindyapuspa^{1*}, dan Novi Eka Mayangsari¹

¹ Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: ayunindyapuspa@ppns.ac.id

Abstrak

Bencana semburan lumpur Lapindo di Sidoarjo yang masih berlangsung hingga kini telah menghasilkan limbah lumpur panas yang dialirkan ke Sungai Porong. Lumpur Lapindo mengandung silika, alumina, besi, tembaga, serta logam berat. Lumpur Lapindo mengandung logam berat yang sangat tinggi (Zn:1.000ppm, Ni:400ppm, Cr:1.000ppm, Cu:1.400ppm). Pemanfaatan lumpur Lapindo ini dapat menggunakan metode solidifikasi menjadi *paving block*. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pemanfaatan lumpur Lapindo sebagai *pozzoland* dalam pembuatan *paving block*, dengan penambahan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen terhadap uji TCLP. Penelitian ini menggunakan 8% lumpur Lapindo sebagai material pozzolan dan 2% *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen *portland*. Metode perawatan yang digunakan adalah penutup basah karung goni. *Paving block* dilakukan uji TCLP logam berat (Zn:0,747, Ni:0,034, Ba:0,079, Cr:0,031, Cu:0,079) ppm. Penggunaan lumpur Lapindo dan *fly ash* membantu mengurangi Tingkat pencemaran lingkungan.

Keywords: *Paving block*, Lumpur Lapindo, *Fly ash*, TCLP

1. PENDAHULUAN

Bencana Lumpur Lapindo, juga dikenal sebagai Lumpur Sidoarjo (Lusi), terjadi ketika lumpur panas menyembur dari lokasi pengeboran PT Lapindo Brantas di Dusun Balongnongo, Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo (Caroline, 2021). Lumpur Lapindo mengeluarkan banyak semburan lumpur panas, sehingga menyebabkan meluasnya area lumpur Lapindo dan juga semburan tersebut selalu meningkat setiap harinya (Kusuma, 2020). Hasil uji XRF Lumpur Lapindo mengandung logam berbahaya seperti Zn:1.000ppm, Ni:400ppm, Cr:1.000ppm, Cu:1.400ppm. Kandungan logam berat pada lumpur Lapindo akan berbahaya jika tidak dikelola dengan baik.

Lumpur Lapindo berpotensi sebagai bahan bangunan seperti pengganti semen, keramik, genteng, batu bata, dan batako (Listiyani dkk., 2019). Salah satu contoh pemanfaatan lumpur Lapindo yaitu menjadi substitusi semen dan agregat halus dalam pembuatan *paving block*, karena Lumpur Lapindo ini mengandung bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan karena mengandung silika sebesar 44,8 – 53,4% (Nugroho dkk., 2023) dan alumina sebesar 14% (Astuti dkk., 2020). Lumpur Lapindo memiliki sifat *pozzoland* karena mengandung silika dan alumina. *Hazardous waste management*, (2010) material *pozzoland* adalah material yang dapat bereaksi dengan kapur menggunakan air untuk menghasilkan material yang bersifat semen.

Permasalahan dan potensi diatas, maka dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan *paving block* dengan memanfaatkan lumpur Lapindo sebagai substitusi sebagian pasir dan *fly ash* sebagai substitusi sebagian semen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat yang terkandung dalam *paving block* dari bahan lumpur Lapindo sebagai *pozzoland*.

2. METODE

Metode dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan beberapa tahapan meliputi persiapan material, pengujian XRF, *mix design*, pembuatan spesimen, Pengujian TCLP pada *paving block*.

2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Pencetakan *paving block* menggunakan mesin *press*. Lumpur Lapindo yang digunakan penelitian ini harus dikeringkan terlebih dahulu hingga kering. Lumpur Lapindo yang kering akan di hancurkan menjadi butiran-butiran kecil. Lumpur Lapindo yang telah di hancurkan selanjutnya akan disaring menggunakan ayakan no 8. Pasir yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir Lumajang, semen yang digunakan adalah semen PPC merek semen Gresik dan *fly ash* yang digunakan berasal dari PLTU Tanjung Awar-Awar Tuban. Material lumpur Lapindo harus dilakukan uji XRF guna melihat berapa besar logam berat yang terkandung dalam lumpur Lapindo

2.2 Mix Design

Mix design *paving block* terdiri dari pasir Lumajang, lumpur Lapindo, *fly ash*, dan semen. Tabel *mix design* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Mix Design

Kode Sampel	Material (%)			
	Pasir Lumajang	Lumpur Lapindo	Semen PCC	Fly ash
PC 6	72%	8%	18%	2%

2.3 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Langkah awal yang dilakukan adalah penimbangan material sesuai dengan *mix design*. Pembuatan spesimen dilakukan dengan menggunakan mesin *press paving block*. Spesimen yang telah dicetak dibiarkan selama 1 hari agar mengering sempurna, selanjutnya dilakukan perawatan *paving block* dengan menggunakan metode curing ditutup karung goni basah selama 28 hari. Setelah mencapai umur 28 hari, selanjutnya paving block dilakukan pengujian Uji TCLP.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 UJI XRF

Lumpur Lapindo dilakukan pengujian XRF yang bertujuan untuk menganalisis kandungan apa saja yang terdapat pada lumpur Lapindo. Tabel XRF dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji XRF

Unsur Terkandung			Oksida yang terkandung	
Unsur	Komposisi (%)	ppm	Oksida	Komposisi (%)
Al	11	110.000	Al ₂ O ₃	14
Si	31,8	318.000	SiO ₂	44
P	0,5	5.000	P ₂ O ₅	0,72
K	3,87	38.700	K ₂ O	2,67
Ca	8,27	82.700	CaO	6,41
Ti	2,14	21.400	TiO ₂	1,94
V	0,12	1.200	V ₂ O ₅	0,073
Cr	0,10	1.000	Cr ₂ O ₃	0,081
Mn	0,52	5.200	MnO	0,32
Fe	35,9	359.000	Fe ₂ O ₃	25,1
Ni	0,04	400	NiO	0,02
Cu	0,14	1.400	CuO	0,079
Zn	0,10	1.000	Zno	0,05
Sr	0,84	8.400	SrO	0,45
Mo	4,4	44.000	MoO ₃	3,9
Eu	0,4	4.000	Eu ₂ O ₃	0,31
Yb	0,09	900	Yb ₂ O ₃	0,05
Re	0,2	2.000	Re ₂ O ₇	0,2

Hasil uji XRF, kandungan kimia lumpur Lapindo yang terbesar adalah Besi (Fe) sebesar 35,9% diikuti dengan kandungan silikon (Si) sebesar 31,8% dan kalsium (Ca) 8,27%. Lumpur Lapindo mengandung beberapa unsur yang penting dalam pembuatan *paving block* seperti SiO₂, Al₂O₃, CaO yang memiliki fungsi masing-masing dalam proses pembuatan *paving block*. Lumpur Lapindo mengandung silika reaktif dapat berfungsi untuk mereduksi kapur bebas (Ca(OH)₂) hasil hidrasi trikalsium silikat (C₃S) dan dikalsium silikat (C₂S) dan menghasilkan produk hidrasi tambahan yang bersifat sebagai perekat (Samudro dkk., 2016). Senyawa SiO₂ berfungsi sebagai *filler*, Al₂O₃ memiliki fungsi dalam mempercepat pengerasan dan senyawa CaO memiliki fungsi perekatan (Wiryasa dkk., 2008).

Logam berat berbahaya yang terkandung dalam lumpur Lapindo adalah Ni, Zn, Cu, dan Cr. Presentase logam berat tersebut jika dikonversikan ke ppm sebagai berikut, Ni 400 ppm, Zn 1.000 ppm, Cu 1.400 ppm, dan Cr 1.000 ppm. Nilai logam berat tersebut melebihi bakumutu air sungai menurut PP 22 Tahun 2021 Lampiran VI, karena lumpur Lapindo dipompa untuk dialirkan ke sungai Porong. Lumpur Lapindo memiliki nilai logam berat yang

sangat tinggi maka dapat dikategorikan sebagai limbah B3. Produk *paving block* yang digunakan harus lulus uji TCLP untuk mengetahui apakah logam berat tersebut akan terlepas atau tidak ke lingkungan.

3.2 ANALISIS UJI TCLP

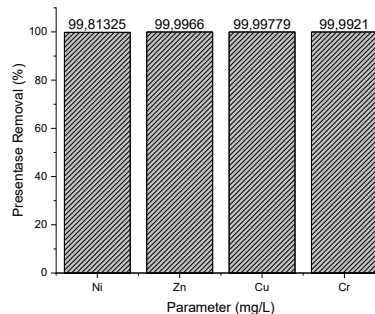
Benda uji harus melewati uji TCLP sebelum dapat digunakan ke lingkungan, karena menggunakan material lumpur Lapindo yang termasuk limbah B3. Parameter yang diujikan yaitu logam berat Ni, Zn, Cu, dan Cr. Tabel Uji TCLP dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji TCLP dan Baku Mutu TCLP A dan B

Parameter	Hasil Uji TCLP (mg/L)	Baku Mutu TCLP A dan TCLP B (mg/L)
Seng (Zn)	< 0,747*	300 dan 50
Nikel (Ni)	< 0,034*	21 dan 3,5
Barium (Ba)	< 1,416*	210 dan 35
Kromium (Cr)	< 0,031*	15 dan 2,5
Tembaga (Cu)	0,079	60 dan 10

* = Kurang dari deteksi limit

Hasil pengujian TCLP pada Tabel 3 menunjukkan bahwa benda uji PC 6 tidak melebihi baku mutu TCLP A dan B menurut PP 22 Tahun 2021 Lampiran XI. Nilai logam berat yang rendah disebabkan oleh Silika yang terkandung pada campuran *paving block* memiliki peran untuk menentukan kekuatan produk dan imobilisasi kontaminan pada *microcapsulation* (Anrozi dan Trihadiningrum, 2017). Metode solidifikasi ini terdapat mekanisme *macrocapsulation* dan *microcapsulation* yang Dimana terdapat pengikatan secara fisik atau meimobilisasi kontaminan. Pengikatan kontaminan tersebut diikat secara fisik oleh zat pengikat seperti semen dan *fly ash*. Tabel 3 menunjukkan bahwa zat perekat yang digunakan efektif untuk mengikat kontaminan seperti logam berat, sehingga menghasilkan nilai uji TCLP yang rendah atau dibawah baku mutu TCLP. Grafik *Presentase removal* Solidifikasi terhadap logam berat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik *Presentase Removal*

Gambar 1 menunjukkan bahwa tingginya *presentase removal* logam berat yang terjadi pada metode solidifikasi. *Presentase removal* masing-masing parameter logam berat diatas mencapai 99%. Nilai awal diambil dari Tabel 2 Hasil Uji XRF masing-masing logam berat yang telah dikonversi menjadi ppm. Metode solidifikasi mampu meimobilisasi logam berat yang terkandung dalam *paving block*. Hasil uji TCLP dapat disimpulkan bahwa *paving block* yang diproduksi aman digunakan ke lingkungan.

4. KESIMPULAN

Penggunaan *paving block* berbahan lumpur Lapindo sebagai material pozzolan menghasilkan nilai logam berat yang aman jika digunakan pada lingkungan dilihat dari hasil uji TCLP logam berat Zn:0,747 ppm, Ni:0,034 ppm, Ba:0,079 ppm, Cr:0,031ppm, Cu:0,079 ppm. Nilai uji TCLP tersebut memenuhi bakumutu karena memiliki nilai lebih rendah yang dibandingkan dengan baku mutu PP 22 Tahun 2021 Lampiran XI.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anrozi, R. and Trihadiningrum, Y. (2017) 'Kajian Teknologi dan Mekanisme Stabilisasi/Solidifikasi untuk Pengolahan Limbah B3', *Jurnal Teknik ITS*, 6(2).
- Astuti, D.H. et al. (2020) 'Kajian Kualitas Komposisi Adsorben Berbahan Baku Lumpur Panas Sidoarjo', *Jurnal Teknik Kimia*, 14(2).

- Caroline, J. (2021) 'Pre Feasibility Studi Pemanfaatn Lumpur Lapindo Sebagai Material Alternative Untuk Stoneware Dan Arthwaremum', *Journal of Industrial Process and Chemical Engineering (JOICHE)*, 1(2), pp. 32–39.
- Kusuma, H. (2020) 'Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Pengisi Pembuatan Genteng Beton Ditinjau dari Kekuatan Lentur dan Resapan Air', *Jurnal Universitas Negeri Surabaya*, 2(1), pp. 151–155.
- Listiyani, N. *et al.* (2019) 'Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Baku Pembuatan Amplas', *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 3(1), p. 24.
- Nugroho, G.S., Arief, M.S. and Widiono, B. (2023) 'Studi Literatur Kemampuan Dan Karakterisasi Adsorben Dari Lumpur Lapindo', *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(3), pp. 540–547.
- Samudro, G., Hadiwidodo, M. and R, F.A. (2016) 'Penentuan Campuran Lumpur Lapindo Sebagai Substitusi Pasir Dan Semen Dalam Pembuatan Paving Block Ramah LingkungaN', 13, pp. 13–20.
- Wiryasa, N.M.A., Sugita, I.N. and Wedasama, A.S. (2008) 'Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Pembuatan Paving Block', *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(1).