

STUDI PEMANFAATAN LUMPUR LIMBAH CAIR B-3 YANG MENDUNGUNG Pb DAN Cr DARI INDUSTRI PERCETAKAN SEBAGAI BAHAN BAKU TAMBAHAN PEMBUATAN PAVING BLOCK (STUDI KASUS PT GRAMEDIA GROUP, JAKARTA)

Widiastuti HN¹, Badrus Zaman¹, Nita Anggreani²

ABSTRACT

Printing industrial wastewater represented hazardous waste. Processing of printing industrial wastewater still yielded by sludge which needing furthermore processing, because it contained heavy metal Pb and Cr, which also had the character of B-3, as does its wastewater.

Processing of hazardous waste with solidification process represented the way of processing as efficient and effective alternative and also profit in expense of to the printing industry and to continuity of environment. Sludge could be use as aggregate, which was the raw material in making of block pavement with sand, cement, and water. Research of sludge exploited as an addition of paving block had the character of experimental made block pavement by varied 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% sludge in sand.

Results indicated that with substitution until 30 % of sludge weight replacing sand as aggregate in the reality could yielded block pavement powerfully depress fulfilling SNI 03-0691-1996. The highest strength depress was yielded by addition 10% of sludge powerfully depress 229.375 kg / cm² and was absorption of water 11.334%. Leaching test with submerged simulation gave result that concentration of Pb and Cr still below standard quality of hazardous waste that was 0,1ppm and 0,5 ppm and was leaching rate of pavement block downhill progressively by increasing day it of submerged. Result of this research was expected could become alternative processing of hazardous waste and advantaging in expense.

Keywords : *sludge, hazardous waste, solidification, block pavement*

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan informasi khususnya berita yang *up to date*, membutuhkan media elektronik dan media cetak yang memadai. Salah satu unit kerja yang penting adalah unit percetakan. Dalam proses produksi, industri percetakan akan

menghasilkan limbah cair yang berkategori B-3. Limbah tersebut sebagian besar adalah minyak, tinta, deterjen dan zat warna (Anonymous, 1996). Dikatakan B-3 karena limbah tersebut mengandung logam berat terutama Pb dan Cr (PP No. 85, 1999). Berdasarkan PP No 85 tahun 1999 logam berat Pb dan Cr termasuk dalam daftar

¹ Pengajar Jurusan Teknik Lingkungan FT – UNDIP

² Alumni Jurusan Teknik Lingkungan FT – UNDIP

limbah dari bahan kimia kadarluarsa, tumpahan, sisa kemasan atau buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi. Usaha yang dilakukan agar tidak mencemari lingkungan adalah dengan melakukan penanganan dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) tetapi dalam pengolahannya IPAL tetap menghasilkan produk berupa lumpur yang juga berkategori B-3.

Kondisi di atas menyebabkan masih diperlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir. Pengolahan lumpur B-3 dapat dilakukan dengan cara fisik, kimia, biologi, dan thermal (pembakaran) (Wentz, 1995; Freeman, 1998). Faktor yang menjadi pertimbangan dalam pengolahan limbah B-3 sebuah industri percetakan adalah diperlukan suatu cara alternatif pengolahan yang efektif dan efisien serta menguntungkan dalam biaya bagi industri percetakan tersebut dan bagi kelestarian lingkungan.

Salah satu cara pengolahan lumpur limbah B-3 adalah pengolahan kimia yaitu dengan proses solidifikasi / stabilisasi (SS) dengan sementasi yang memanfaatkan lumpur limbah tersebut sebagai bahan baku tambahan pembuatan bahan bangunan. Berbagai penelitian telah melakukan pemanfaatan berbagai jenis lumpur sebagai bahan baku tambahan pembuatan bahan bangunan diantaranya S Bambang dan Widarti, (2003) melakukan pemanfaatan lumpur sungai sebagai bahan baku pembuatan paving block dengan hasil lumpur sungai tersebut dapat dijadikan paving block dengan penambahan 20-30 % lumpur sungai dalam agregat halus. Herlistiati, (2001) melakukan pemanfaatan lumpur hasil sedimentasi Instalasi Pengolahan Air Minum sebagai batu bata. Suparno, *et al.* (2003) melakukan kajian terhadap lumpur bekas pemboran untuk bahan pembuatan keramik dan Suwarno, *et al.* (2003) melakukan

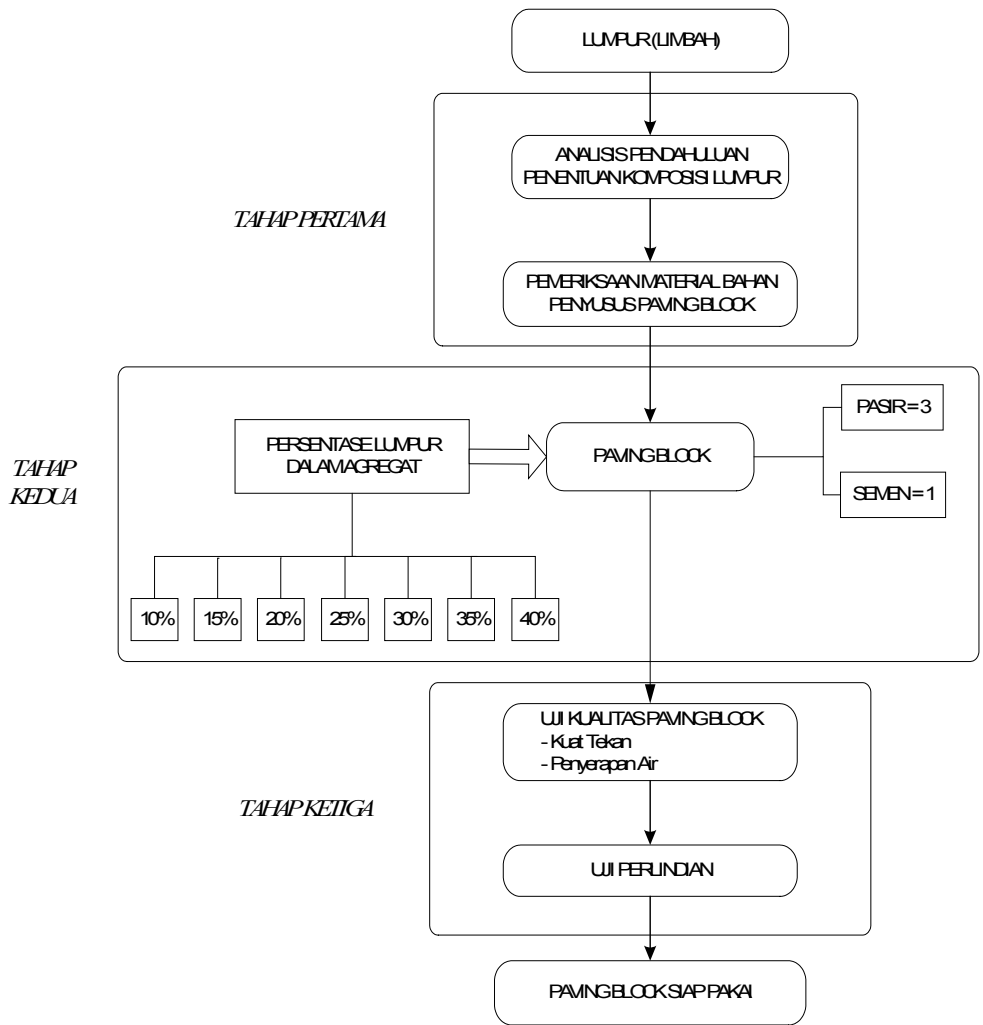
pemanfaatan padatan sludge minyak sebagai pencampur pembuatan bata merah.

Berdasarkan hal tersebut perlu adanya suatu penelitian untuk pemanfaatan lumpur hasil pengolahan limbah cair industri percetakan sebagai bahan baku tambahan pembuatan beton khususnya untuk paving block.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan rancangan percobaan "*One Group Pretest-Posttest Desigr*". Dalam penelitian ini variabel bebas terdiri dari persentase lumpur dalam agregat halus (pasir) dan variabel tergangungnya yaitu kuat tekan, daya serap air paving block, konsentrasi logam berat Pb dan Cr dan laju perlindean logam berat Pb dan Cr pada paving block serta variasi perlakuan sebanyak tujuh perlakuan dengan ulangan empat kali. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan membuat paving block dengan komposisi semen dan agregat (pasir) dan variasi persentase lumpur dalam agregat. Percobaan ini menggunakan metode solidifikasi/stabilisasi dengan bahan pengikat semen untuk mengikat limbah B-3. Penelitian pada prinsipnya dilakukan 3 tahap. Tahap pertama adalah tahap persiapan yaitu melakukan analisis pendahuluan terhadap lumpur limbah cair untuk mengetahui komposisi yang terkandung dalam lumpur tersebut, dan melakukan pemeriksaan material bahan pembuat paving block diantaranya pasir, semen dan lumpur. Tahap kedua adalah tahap pelaksanaan penelitian dengan pembuatan paving block. Tahap ketiga adalah tahap pengujian dengan melakukan uji kualitas paving block dan uji perlindean.

Adapun diagram alir tahapan penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Persamaan-persamaanyang digunakan:

1. Modulus kehalusan lumpur adalah harga yang menyatakan tingkat kehalusan pasir ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$FM = \frac{\text{Jumlah sisa pasir diatas saringan diameter 0,15mm}}{100} \quad (1)$$

2. Pengujian kuat tekan paving block. Kuat tekan pada Paving block yang digunakan dalam proses pemanfaatan lumpur limbah cair dirumuskan sebagai berikut : (SNI 03-0691-1996)

$$KT = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- KT = Kuat Tekan (kg/cm^2)
- P = Besarnya beban tekan (kg)
- A = Luas bidang tekan (cm^2)

3. Pengujian penyerapan air paving block. Uji penyerapan air dilakukan dengan cara benda uji direndam dalam air hingga jenuh (24 jam), ditimbang beratnya dalam keadaan basah. Kemudian kurang lebih 105°C . Persamaan yang digunakan adalah: (SNI 03-0691-1996)

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots\dots (3)$$

Keterangan :

- A = Berat bata beton basah (gr)
- B = Berat bata beton kering (gr)

4. Pengujian perlintian dengan analisis AAS (*Atomic Adsorption Spectrofotometer*) logam berat Pb dan Cr.

Persamaan yang digunakan dalam menentukan laju perlintian pada uji lindi adalah : (IAEA,1983)

$$R = \frac{X_t.W}{X_o.S.T} \dots\dots\dots(4)$$

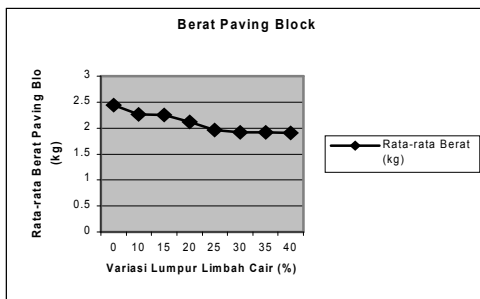
Keterangan :

- X_t = Konsentrasi setelah pengolahan (ppm)
- X_o = Konsentrasi awal limbah (ppm)
- W = Berat monolit limbah (gr)
- S = Luas permukaan monolit yang terendam akuades (cm^2)
- T = Waktu pengambilan cuplikan lindi (hari)
- R = Laju Perlintian ($\text{gr}/\text{cm}^2.\text{hari}$)

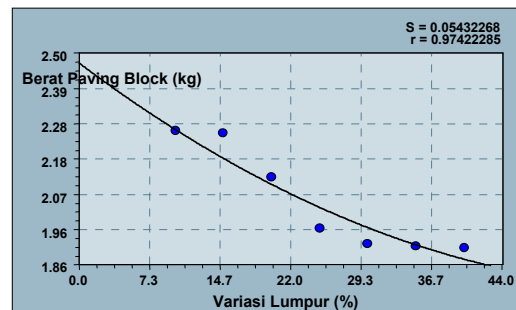
HASIL PENELITIAN

Uji Kualitas Paving Block

1. Berat, Beban Tekan, dan Kuat Tekan



Gambar 1a



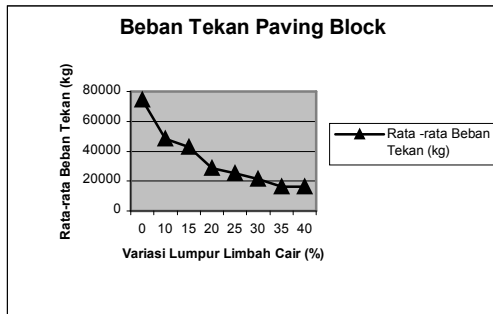
Gambar 1b

Gambar 1a). Grafik Berat Paving Block 1b). Grafik Berat Paving Block Dengan Persamaan Yang Dibentuk

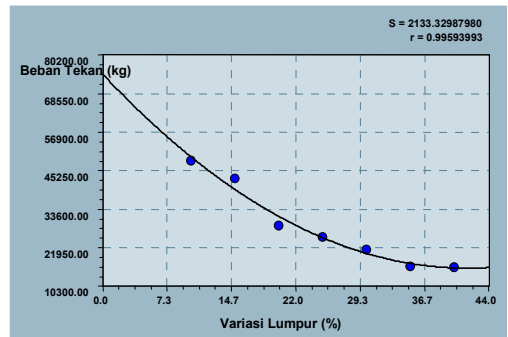
Berdasarkan grafik hubungan variasi lumpur dalam pasir dengan berat paving block di atas dapat dilihat pola kecenderungan perilaku data bahwa berat paving block semakin menurun dengan semakin bertambahnya lumpur limbah cair dalam campuran paving block dalam pasir. Berat

paving block tertinggi terjadi pada variasi 10% lumpur limbah cair, yaitu 2,265 kg.

Hubungan variasi lumpur limbah cair dengan beban tekan paving block dapat dilihat dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 2a



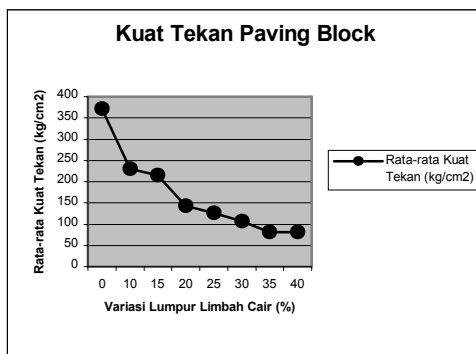
Gambar 2b

Gambar 2a). Grafik Beban Tekan Paving Block 2b). Grafik Beban Tekan Paving Block Dengan Persamaan Yang Dibentuk

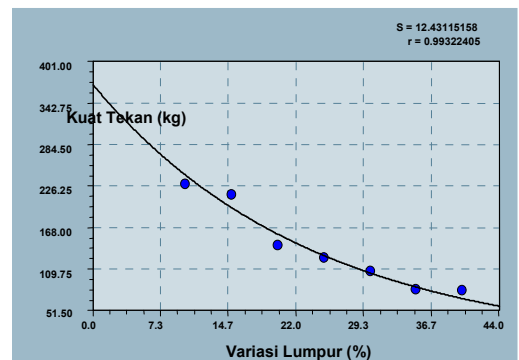
Berdasarkan grafik beban tekan paving block di atas dapat dilihat bahwa beban tekan paving block semakin menurun dengan semakin bertambahnya lumpur limbah cair dalam campuran paving block dalam pasir. Beban tekan paving block

tertinggi terjadi pada variasi 10% lumpur limbah cair, yaitu 48.250kg

Hubungan variasi lumpur limbah cair dengan kuat tekan paving block dapat dilihat dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 3a



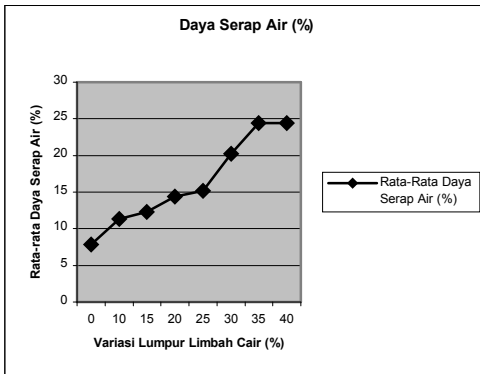
Gambar 3b

Gambar 3a). Grafik Kuat Tekan Paving Block 3b). Grafik Kuat Tekan Paving Block dengan Persamaan yang dibentuk

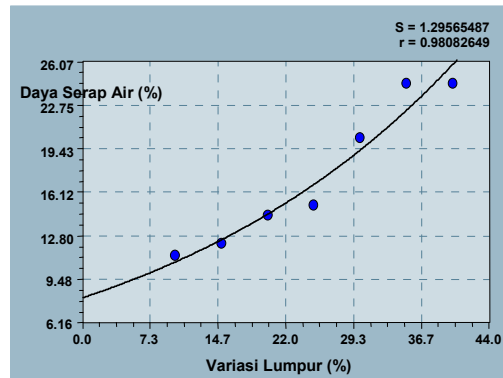
Berdasarkan grafik kuat tekan paving block di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan paving block semakin menurun dengan semakin bertambahnya lumpur limbah cair

dalam campuran paving block dalam pasir. Kuat tekan terbaik terjadi pada variasi 10% lumpur limbah cair sebesar 229,375 kg/cm².

2. Penyerapan Air



Gambar 4a



Gambar 4b

Gambar 4a). Grafik Daya Serap Air Paving Block 4b). Grafik Daya Serap Air Paving Block Dengan Persamaan Yang Dibentuk

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa persentase variasi lumpur limbah cair dalam pasir yang semakin banyak akan menyebabkan persentase daya serap air paving block semakin besar pula. Daya serap air terbaik sebesar 11.334 % terjadi pada variasi 10% lumpur limbah cair.

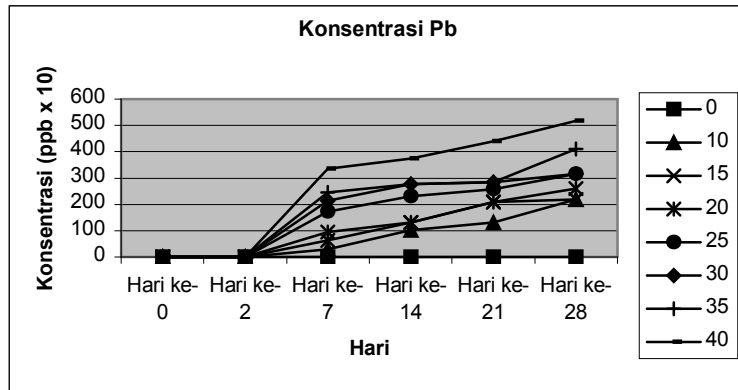
Penurunan berat dan kuat tekan paving block ini diakibatkan karena perbedaan karakteristik berat jenis antara pasir dan lumpur limbah cair. Lumpur limbah cair memiliki berat jenis sebesar $1,515 \text{ kg/dm}^3$ lebih kecil dari pada pasir sebesar $2,475 \text{ kg/dm}^3$ sehingga dengan penambahan lumpur limbah cair ke dalam campuran yang akan mengisi sebagian volume paving block akan mengakibatkan penurunan berat paving block, beton semakin ringan dan ruang udara semakin besar sehingga kekuatan beton dalam menahan suatu beban semakin berkurang (Chandrayanti, 2003). Jika lumpur limbah cair semakin banyak dalam paving block maka ruang

udara semakin banyak dan kuat tekan semakin menurun.

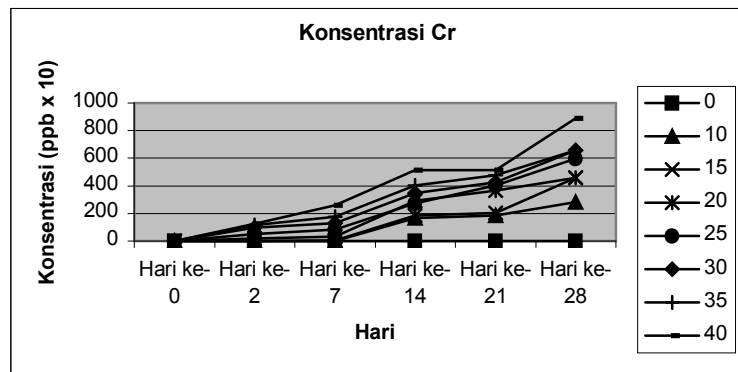
Hubungan daya serap air dengan variasi lumpur limbah cair saling mendukung, semakin besar variasi lumpur limbah cair, maka daya serap paving block semakin besar. Hal tersebut disebabkan pengaruh ketidakseimbangan penambahan lumpur limbah cair dan pasir pada pembuatan adukan beton atau dengan kata lain proses pencampuran (kondisi kering) kurang homogen karena dilakukan secara manual sehingga memungkinkan terdapatnya rongga-rongga udara pada beton tersebut. Selain itu penuangan air yang tidak merata menyebabkan tidak homogenya campuran beton dan menyebabkan rongga-rongga udara. Faktor berat perbedaan berat jenis antara lumpur limbah cair dan pasir juga mempengaruhi terjadinya rongga udara (Chandrayanti, 2003). Sebagai pengganti agregat halus, lumpur limbah cair mempunyai berat jenis lebih kecil dari pada pasir.

Uji Perindian Paving Block

1. Konsentrasi Logam Berat Pb Dan Cr



Gambar 5 Grafik Konsentrasi Pb dalam Uji Lindi

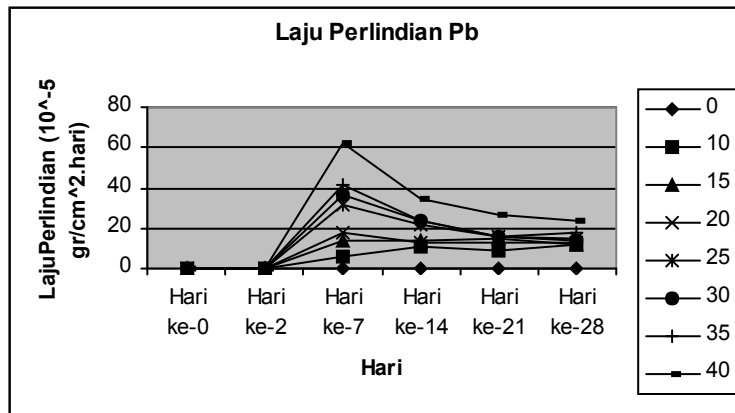


Gambar 6. Grafik Konsentrasi Cr dalam Uji Lindi

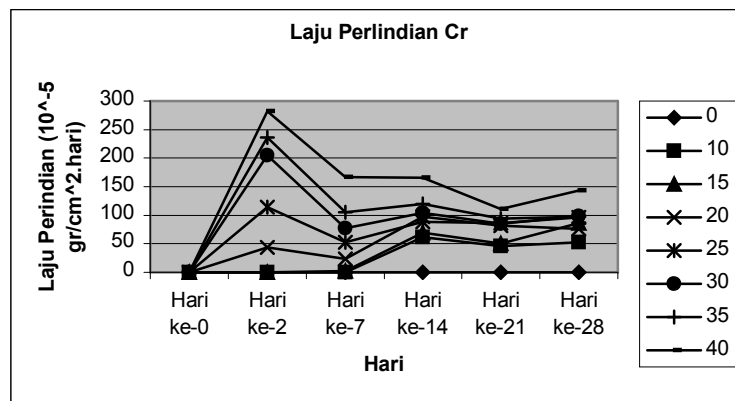
Berdasarkan grafik di atas konsentrasi Cr total dan Pb yang terluhut meningkat setiap hari hingga hari ke-28 dan dengan penambahan variasi lumpur limbah cair kadar Cr total dan Pb juga semakin besar. Hal ini disebabkan kuat tekan yang dimiliki paving block semakin menurun dengan penambahan lumpur limbah cair, sehingga kadar Cr total dan Pb terluhut lebih besar (Zange, 1983). Jika kuat tekan yang dimiliki suatu beton menurun akibat penambahan limbah hal tersebut dimungkinkan oleh daya ikat semen dipengaruhi oleh jumlah agregat

yang akan mengikat pasta semen. Menurut F. D Lydon, (1982) dalam Lembang, et al, (1996) bahwa kekuatan beton tergantung kekuatan ikat pasta dengan agregat dan sifat reaktif dari permukaan agregat dalam berikatan dengan pasta semen. Lumpur limbah cair di dalam penelitian ini adalah materi yang akan disolidifikasi dengan dikondisikan sebagai agregat halus bersama pasir. Karena karakteristik fisik lumpur limbah cair berbeda dengan pasir sebagai agregat halus maka dalam berikatan dengan pasta semen juga berbeda.

2. Laju Perindian Logam Berat Pb Dan Cr



Gambar 7. Grafik Laju Perlindian Pb



Gambar 8. Grafik Laju Perlindian Cr

Berdasarkan grafik di atas pada logam Pb laju perindian yang dihasilkan semakin berkurang dengan bertambahnya hari perendaman. Hal yang sama juga terjadi pada logam Cr. Pada variasi 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% laju perindian Pb terbesar terjadi pada hari ke-7 dan semakin menurun dengan penambahan hari. Pada logam Cr laju perindian terbesar terjadi pada hari ke-2 dan menurun dengan adanya penambahan hari pada variasi 20% - 40%. Laju perindian menurun dikarenakan faktor

pembagi hari perendaman pada persamaan yang digunakan untuk mencari laju perindian. Selain itu semen mempunyai formasi senyawa yang progres peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari (Murdock, *et al*, 1999) sehingga logam terkungkung dengan ikatan semen – pasir dan terjebak di bagian dalam paving block dan susah terhidrolisis oleh air.

Hasil dari proses solidifikasi limbah bahan berbahaya dan beracun dengan

menggunakan sementasi menunjukkan untuk variasi 10% - 30% lumpur limbah cair mempunyai hasil konsentrasi Cr dan Pb yang terlindi kecil, hal ini disebabkan karena variasi tersebut mempunyai hasil kuat tekan yang lebih baik dan memenuhi SNI bata beton untuk lantai (paving block), sehingga mampu mengungkung limbah B-3. Berdasarkan standar baku mutu yang diizinkan (Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: KEP-04/BAPEDAL/09/1995 tentang Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun kadar maksimum Cr total dan Pb yang diperbolehkan terhadap lingkungan (air tanah dan air permukaan) masing-masing sebesar 0,5 ppm dan 0,1 ppm. Dengan kadar awal Cr total awal sebesar 6 mg/kg dan Pb sebesar 21 mg/kg yang masih jauh di atas baku mutu hasil solidifikasi cukup mampu untuk mengungkung Cr total dan Pb karena hasil kadar Cr total dan Pb setelah disolidifikasi mengalami perlindian dengan konsentrasi masih di bawah baku mutu.

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan

1. Lumpur limbah cair industri percetakan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku tambahan dalam pembuatan paving block dari 10% sampai 30 % lumpur limbah cair dalam pasir berdasarkan syarat kuat tekan SNI 03-0691-1996.
2. Kadar logam berat Pb dan Cr hasil perendaman untuk variasi dengan kuat tekan terbaik yaitu 218.81 dan 280.62 ppbx10 masih di bawah baku mutu Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: KEP-03/BAPEDAL/09/1995 tentang Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun kadar maksimum Cr total dan Pb yang diperbolehkan terhadap lingkungan (air tanah dan air permukaan) masing-masing sebesar 0,5 ppm dan 0,1 ppm.

Laju perlindian paving block pada akhirnya memenuhi batas IAEA (*International Atomic Energy Agency*) yaitu sebesar 10^{-3} gr/cm².

3. Perlakuan terbaik untuk pembuatan paving block yaitu dengan penambahan 10 % lumpur limbah cair dalam pasir karena memberikan paving block dengan kuat tekan tertinggi rata-rata 229,375 kg/cm² dan memberikan daya serap air terendah rata-rata 11,334 %.

Saran

Dengan dapat digunakannya lumpur limbah cair industri percetakan untuk bahan baku tambahan pembuatan paving block maka disarankan :

1. Lumpur limbah cair industri percetakan diperlukan kajian lebih lanjut dalam pengolahannya untuk industri percetakan lainnya atau parameter logam berat lainnya agar tidak menyebabkan pencemaran lingkungan.
2. Diperlukan pemanfaatan lumpur limbah cair sebagai bahan baku tambahan dalam pembuatan jenis bahan bangunan lainnya.
3. Diperlukan pemanfaatan lumpur limbah cair untuk pembuatan bahan bangunan dengan menggunakan metode solidifikasi dan bahan pengikat lainnya.
4. Paving block dari lumpur limbah cair industri percetakan memerlukan kajian lebih lanjut dalam pembuatannya dan kehomogenan karakteristik agregat (pasir dan lumpur limbah cair) untuk mendapatkan daya serap air yang memenuhi syarat SNI 03-0691-1996.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1996. *Kelompok Kompas Gramedia*. PT. Gramedia. Jakarta.
- _____. 1996. Standar Nasional Indonesia 03-0691-1996: Bata Beton (Paving Block). Dewan Standarisasi Nasional.

Studi Pemanfaatan Lumpur Limbah Cair B-3 Yang Mengandung Pb Dan Cr dari Industri Percetakan
Sebagai Bahan Baku Tambahan Pembuatan Paving Block

- _____. 1999. Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
- _____. 1999. Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun
- Bambang S, Didik.; Widarti, Endang. 2003. *Studi Pemanfaatan Lumpur Saluran Alami (Sungai) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Paving Block*. Proceeding seminar nasional perkembangan dan aplikasi teknologi lingkungan dalam menghadapi era global. jurusan teknik sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Chandrayanti, Lucy. 2003. *Pemanfaatan Limbah Sekam Dan Serat Rami (Goni) Untuk Pembuatan Papan Semen*. Tugas Akhir Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan. Yayasan Lingkungan Hidup. Yogyakarta.
- Freeman, Harry M. 1998. *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal*. Second Edition. Mc Graw Hill Companies Inc. USA.
- Herlistiati. 2001. *Pemanfaatan Abu Batu Bara Dan Lumpur Limbah Padat Untuk Pembuatan Batu Bara Sebagai Alternatif Pengungkungan Limbah*. Tugas akhir Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan. Yayasan Lingkungan Hidup. Yogyakarta.
- Lembang. ; et al. 1996. *Pemanfaatan Limbah Slag Peleburan Logam sebagai Agregat pada Bata Beton Kuat Tekan Tinggi*. Badan Perindustrian dan Perdagangan. Ujung pandang.
- Murdock, L.J.;et al. 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Edisi ke-4. Erlangga. Jakarta
- Suparno, et al. 2003. *Kajian Terhadap Lumpur Bekas Pemboran (Limbah B-3) untuk Bahan Pengisi Pembuatan Keramik*. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Jurusan Teknik Kimia Fak. Teknik Universitas Diponegoro. Semarang
- Suwarno, et al. 2003. *Pemanfaatan Padatan sludge minyak sebagai pencampur pembuatan bata merah*. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Jurusan Teknik Kimia Fak. Teknik Universitas Diponegoro. Semarang
- Wentz, Charles A. 1995. *Hazardous Waste Management*. Second edition. Mc Graw hill international editions.
- Zange. E. 1983. *Immobilization of Waste Water Residues bu Embedding In Concrete*. Proceeding Of Symposium Conditioning Of Radioactive Waste For Storage & Disposal. IAEA. Viena.