

PEMANFAATAN LIMBAH LUMPUR BERMINYAK MELALUI PROSES STABILISASI-SOLIDIFIKASI UNTUK PEMBUATAN BATA BETON BERLUBANG

OILY SLUDGE WASTE UTILIZATION THROUGH STABILIZATION-SOLIDIFICATION PROCESS TO MAKE HOLLOW CONCRETE BLOCK

Andy Mizwar ¹⁾, Taufiqur Rohman ²⁾, Bakhtiar ³⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Lambung Mangkurat

²⁾ Program Studi Kimia, Universitas Lambung Mangkurat

³⁾ PT Pertamina UBEP Tanjung

E-mail: andy.mizwar@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah lumpur berminyak dari operasional *waste pit* kilang minyak sebagai bahan campuran dalam pembuatan bata beton berlubang yang ramah lingkungan. Penelitian ini merupakan penelitian skala laboratorium dengan menerapkan teknik stabilisasi/solidifikasi. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan campuran lumpur, semen dan pasir. Kemudian dicetak dengan ukuran 9 cm x 19 cm x 39 cm. Pengeringan dilakukan selama 28 hari. Pengujian dilakukan terhadap porositas, serapan air, densitas, kuat tekan dan TCLP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bata beton berlubang yang dihasilkan memiliki berat, porositas, serapan air, dan densitas yang lebih rendah daripada bata beton berlubang standar SNI maupun pasaran. Semua bata beton berlubang yang dihasilkan memenuhi baku mutu TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) berdasarkan PP No.85 tahun 1999. Kuat tekan bata beton berlubang dengan komposisi lumpur:pasir:semen sebesar 24%:56%:20% memenuhi kualifikasi mutu tingkat II SNI 03-0349-1989.

Kata Kunci: bata beton berlubang, limbah lumpur berminyak, solidifikasi, stabilisasi

Abstract

*This study aims to utilize waste oily sludge pit of operational waste oil refinery as an ingredient in the manufacture of hollow concrete bricks that are environmental friendly. This research was a laboratory scale by applying the techniques of stabilization / solidification. The study was conducted by giving variety of mud, cement and sand mixture. Then printed it with a size of 9 cm x 19 cm x 39 cm. Drying process is carried out for 28 days. Tests conducted on porosity, water absorption, density, compressive strength and TCLP. The results showed that the hollow concrete brick weighs, porosity, water absorption, and lower density than standard hollow concrete brick SNI and the market. All concrete hollow brick produced meets the quality standard TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) by PP No.85 of 1999. Compressive strength of concrete hollow brick with mud composition: sand: cement by 24%: 56%: 20% quality level II qualified SNI 03-0349-1989.*

Keywords: hollow concrete bricks, oily sludge waste, solidification, stabilization

1. PENDAHULUAN

UBEP Tanjung merupakan salah satu unit bisnis PT Pertamina EP yang menyelenggarakan kegiatan usaha sektor hulu bidang minyak dan gas bumi di Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan. Dalam operasinya, PT Pertamina UBEP Tanjung selain memproduksi 131 barel minyak per hari (PT Pertamina, 2012) juga menghasilkan beberapa jenis limbah yang salah satunya berupa limbah lumpur berminyak (*oily sludge*) dari operasional *Waste Pit* sebanyak $\pm 2,33 \text{ m}^3/\text{hari}$ (Mizwar dan Rohman, 2010) yang hanya ditimbun dalam kolam penampung dan menumpuk selama bertahun-tahun. Lumpur tersebut merupakan akumulasi dari proses pengendapan komponen limbah cair yang mayoritas terkumpul pada unit sedimentasi dan bak ekualisasi pada proses pengolahan limbah cair pengeboran dan perawatan sumur (*acidizing, fracturing* dan *cementing*).

Menurut PP No. 18 Tahun 1999 jo PP No. 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), limbah lumpur berminyak termasuk kedalam daftar Limbah B3 dengan kode D220. Kandungan terbesar dalam limbah lumpur berminyak adalah *petroleum hydrocarbon* (PT Pertamina, 2001) dan logam berat (Prasetya *et al.*, 2006; Budiarjo, 2007) yang dapat diolah melalui proses stabilisasi/solidifikasi berbasis semen (Karamalidis dan Voudrias, 2007). Stabilisasi/solidifikasi diyakini dapat membatasi pergerakan unsur dan senyawa B-3 dengan membentuk ikatan massa monolit dengan struktur yang kekar (Spence dan Shi, 2006).

Mekanisme utama dalam pengikatan logam berat dalam limbah lumpur berminyak oleh semen adalah melalui proses adsorpsi, absorpsi, pengendapan, pertukaran ion, *macroencapsulation*, *microencapsulation* dan pembentukan kompleks (Abbassa *et al.*, 2010). Untuk meningkatkan nilai manfaatnya, limbah lumpur berminyak dapat diolah menjadi bahan bakar alternatif, bahan bangunan maupun pelapis jalan (Damanhuri dan Adrismar, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah lumpur berminyak dari operasional *waste pit* PT Pertamina UBEP Tanjung sebagai bahan campuran dalam pembuatan bata beton berlubang yang ramah lingkungan. Percobaan dirancang untuk mengetahui karakteristik fisik-mekanik dan kimia dari bata beton berlubang yang dihasilkan.

2. METODA

Penelitian dilaksanakan dalam empat tahapan. Tahap I pengujian karakteristik limbah lumpur berminyak, meliputi; pH, kadar air dan kandungan logam berat. Semua parameter tersebut diuji dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Standard Methods (APHA, AWWA and WEF, 1998).

Tahap II pembuatan sampel bata beton berlubang sesuai prosedur dalam SNI 03-0349-1989 (BSN, 1989). Pada penelitian ini, sampel bata beton berlubang yang dibuat terdiri atas 9 variasi campuran antara lumpur, pasir dan semen yang setiap variasi masing-masing dibuat 3 buah sampel. Sebagai pembanding juga dibuat masing-masing 3 buah sampel bata beton berlubang standar SNI dan standar pasaran (PS) dengan komposisi campuran semen dan pasir tanpa lumpur.

Komposisi campuran tersebut disajikan pada Tabel 1. Setiap variasi komposisi dicampur dengan air ($w/c = 0,45$) lalu diaduk hingga rata dan dicetak pada cetakan bata beton berlubang berukuran 9 cm x 19 cm x 39 cm. Hasil cetakan disusun di tempat yang teduh untuk proses pengeringan selama 28 hari.

Tahap III pengujian sampel bata beton berlubang, meliputi: uji fisik/mekanik (porositas, serapan air, densitas dan kuat tekan). Uji fisik/mekanik mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Tahap IV dilakukan uji TCLP dengan mengacu pada metode USEPA (1992).

Tabel 1. Komposisi Campuran Bahan Sampel Bata Beton Berlubang

Kode	Komposisi Bahan (%)
------	---------------------

	Lumpur	Pasir	Semen
A-1	24	56	20
A-2	32	48	20
A-3	40	40	20
B-1	27	63	10
B-2	36	54	10
B-3	45	45	10
C-1	25	60	15
C-2	34	51	15
C-3	43	42	15
SNI	-	80	20
PS	-	90	10

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Lumpur Berminyak

Hasil analisis kadar air menunjukkan bahwa limbah lumpur berminyak didominasi oleh air, yaitu sebesar 55,53%. Kandungan air yang cukup tinggi ini harus direduksi sedemikian rupa agar dapat memenuhi rasio perbandingan antara semen dan air sebesar 10 : 4 (Mulyono, 2005).

Nilai pH rata-rata adalah 7,80. Hal ini menunjukkan bahwa limbah lumpur berminyak bersifat netral, dimana range pH masih berada di antara 6 sampai 9. Oleh karena itu tidak diperlukan proses netralisasi pH sebelum dimanfaatkan. Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat, diketahui bahwa limbah lumpur berminyak yang dianalisis tidak termasuk dalam kategori limbah B3. Secara rinci Tabel 2 menunjukkan semua parameter ujinya memenuhi baku mutu limbah B3 menurut PP No. 85 Tahun 1999.

Karakteristik Bata Beton Berlubang (Hollow Block) yang Dihasilkan

Karakteristik fisik/mekanik bata beton berlubang sangat ditentukan oleh komposisi dan berat volume masing-masing bahan baku yang digunakan (Mulyono, 2005). Dari hasil penelitian diketahui bahwa berat seluruh sampel lebih ringan dibandingkan dengan bata beton berlubang standar SNI. Berat rata-

rata sampel berkisar antara 7,42 – 9,18 kg, sedangkan standar SNI 10,43 kg, dan pasaran (PS) 8,92 kg (lihat Tabel 3 dan Gambar 1).

Tabel 2. Hasil Analisis Kandungan Logam Berat Dalam Limbah Lumpur Berminyak

Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu
Arsen (As)	mg/l	1	5
Barium (Ba)	mg/l	1	100
Cadmium (Cd)	mg/l	0.5	1
Chromium (Cr)	mg/l	1	5
Copper (Co)	mg/l	1	10
Lead (Pb)	mg/l	1	5
Mercury (Hg)	mg/l	0.05	0.2
Selenium (Se)	mg/l	1	1
Silver (Ag)	mg/l	1	5
Zinc (Zn)	mg/l	1	50

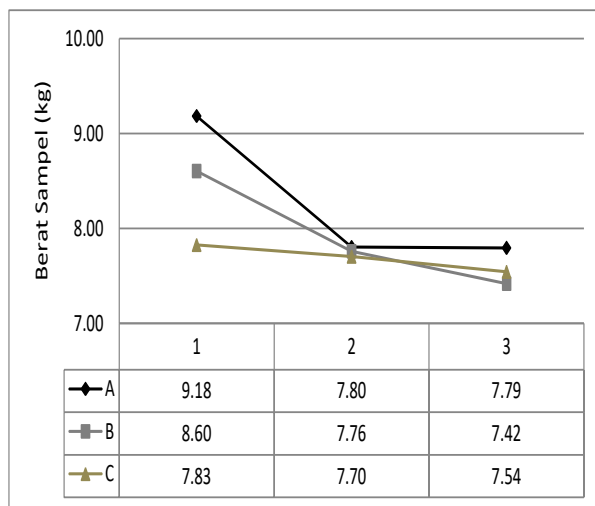
Hal ini terjadi karena adanya substitusi penggunaan pasir yang mempunyai berat volume $\pm 1,818 \text{ gr/cm}^3$ dengan limbah lumpur yang mempunyai berat volume $\pm 1,437 \text{ gr/cm}^3$. Hal ini terlihat pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa berat sampel semakin berkurang seiring dengan peningkatan jumlah limbah lumpur yang digunakan. Hasil pengukuran porositas sampel menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki nilai porositas yang lebih rendah daripada standar SNI maupun PS. Nilai porositas rata-rata sampel berkisar antara 1,97% – 3,60%, sedangkan standar SNI 4,52%, dan PS 5,24% sebagaimana terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 3. Seperti halnya pada berat, rendahnya nilai porositas sampel ini juga karena adanya substitusi pasir yang mempunyai ukuran butiran 0,2 – 0,5 mm dengan limbah lumpur yang mempunyai ukuran butiran $< 0,2 \text{ mm}$.

Hal ini terlihat pada Gambar 4 yang menunjukkan bahwa nilai porositas semakin kecil seiring dengan peningkatan jumlah limbah lumpur yang digunakan. Nilai porositas akan mempengaruhi nilai serapan

air dan densitas bata beton berlubang yang secara langsung akan mempengaruhi kualitas bata beton berlubang dalam menstabilisasi logam berat.

Tabel 3. Hasil pengujian Berat

KODE	Berat Sampel (kg)			
	#1	#2	#3	Rerata
A-1	9.18	9.20	9.17	9.18
A-2	7.80	7.83	7.78	7.80
A-3	7.78	7.81	7.79	7.79
B-1	8.59	8.60	8.62	8.60
B-2	7.74	7.76	7.77	7.76
B-3	7.40	7.43	7.42	7.42
C-1	7.84	7.81	7.83	7.83
C-2	7.70	7.69	7.72	7.70
C-3	7.55	7.53	7.55	7.54
SNI	10.43	10.40	10.45	10.43
PS	8.88	8.89	9.00	8.92

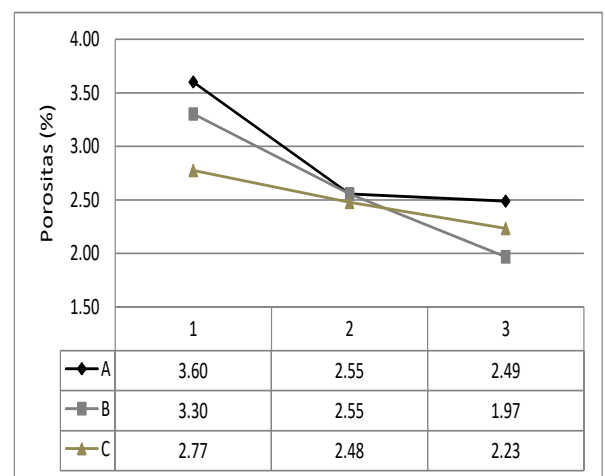


Gambar 1. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Berat

Seperti halnya pada berat, rendahnya nilai porositas sampel ini juga karena adanya substitusi pasir yang mempunyai ukuran butiran 0,2 – 0,5 mm dengan limbah lumpur yang mempunyai ukuran butiran < 0,2 mm.

Tabel 4. Hasil Pengujian Porositas

KODE	Porositas (%)			
	#1	#2	#3	Rerata
A-1	3.59	3.61	3.60	3.60
A-2	2.55	2.56	2.55	2.55
A-3	2.48	2.50	2.48	2.49
B-1	3.30	3.30	3.31	3.30
B-2	2.55	2.55	2.56	2.55
B-3	1.90	2.00	2.00	1.97
C-1	2.77	2.78	2.77	2.77
C-2	2.48	2.47	2.48	2.48
C-3	2.22	2.25	2.23	2.23
SNI	4.52	4.50	4.55	4.52
PS	5.25	5.25	5.23	5.24



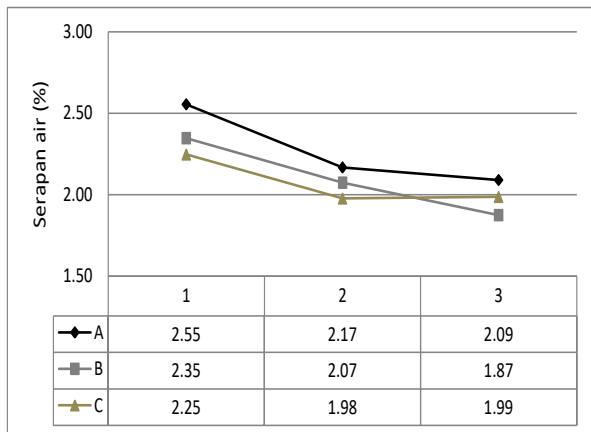
Gambar 2. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Porositas

Dari Tabel 5 dan Gambar 5 dapat diketahui bahwa seluruh sampel memiliki nilai serap air yang lebih rendah daripada batako standar SNI maupun standar pasaran. Nilai serap air rata-rata sampel berkisar antara 1,87% – 2,55%, sedangkan standar SNI 2,88%, dan PS 3,82%.

Tabel 5. Hasil Uji Serapan Air

KODE	Serapan Air (%)			
	#1	#2	#3	Rerata
A-1	2.55	2.56	2.55	2.55
A-2	2.15	2.17	2.18	2.17
A-3	2.09	2.10	2.08	2.09
B-1	2.35	2.35	2.34	2.35
B-2	2.08	2.07	2.07	2.07
B-3	1.88	1.87	1.87	1.87
C-1	2.25	2.25	2.24	2.25
C-2	1.97	1.97	1.99	1.98
C-3	1.98	1.99	1.99	1.99
SNI	2.87	2.88	2.88	2.88
PS	3.81	3.81	3.83	3.82

	#1	#2	#3	Rerata
A-1	1.37	1.38	1.38	1.38
A-2	1.17	1.19	1.17	1.18
A-3	1.12	1.14	1.16	1.14
B-1	1.29	1.27	1.29	1.28
B-2	1.19	1.15	1.17	1.17
B-3	1.09	1.11	1.13	1.11
C-1	1.17	1.17	1.19	1.18
C-2	1.14	1.16	1.17	1.16
C-3	1.14	1.13	1.13	1.13
SNI	1.55	1.56	1.58	1.56
PS	1.33	1.33	1.35	1.34

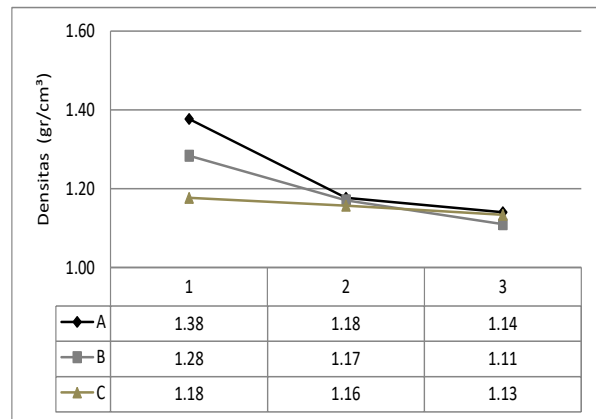


Gambar 3. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Serapan Air

Hal ini menunjukkan bahwa sampel mempunyai ketahanan/resistensi yang cukup baik terhadap air dan dinilai layak untuk menahan terjadinya pelindian logam berat. Gambar 6 menunjukkan perbandingan antara jumlah lumpur dengan nilai serapan air. Pada gambar tersebut terlihat nilai serap air pada bata beton berlubang semakin kecil seiring dengan peningkatan jumlah lumpur yang digunakan.

Tabel 6. Hasil Uji Densitas

KODE	Densitas (gr/cm ³)
------	--------------------------------



Gambar 4. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Densitas

Hasil pengukuran densitas seperti terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki nilai densitas yang lebih rendah daripada bata beton berlubang standar SNI maupun PS. Nilai densitas rata-rata sampel berkisar antara 1,11 – 1,38 gr/cm³, sedangkan standar PU 1,56 gr/cm³, dan PS 3,81 gr/cm³. Gambar 8 menunjukkan bahwa densitas sampel bata beton berlubang semakin kecil seiring dengan peningkatan jumlah limbah lumpur yang digunakan. Nilai densitas akan mempengaruhi berat total per-luasan pasangan dinding yang secara langsung akan mempengaruhi

konstruksi bangunan pada saat bata beton berlubang diaplikasikan di lapangan.

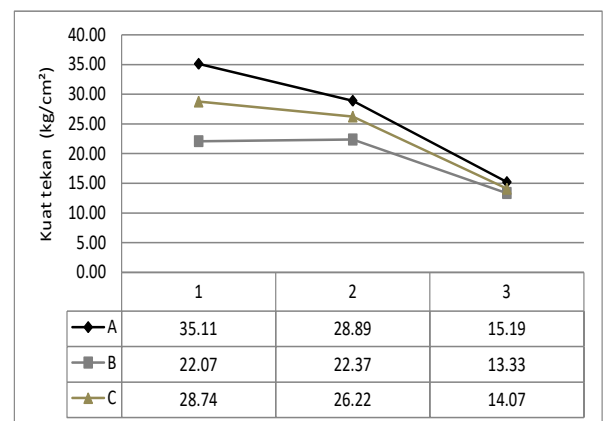
Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan

KODE	Kuat Tekan (kg/cm ²)			
	#1	#2	#3	Rerata
A-1	34.67	36.00	34.67	35.11
A-2	30.22	28.00	28.44	28.89
A-3	15.56	14.67	15.33	15.19
B-1	22.22	22.67	21.33	22.07
B-2	22.67	21.33	23.11	22.37
B-3	13.33	12.89	13.78	13.33
C-1	27.56	29.78	28.89	28.74
C-2	25.33	24.44	28.89	26.22
C-3	14.22	13.33	14.67	14.07
SNI	43.56	46.67	43.11	44.45
PS	26.22	25.33	26.22	25.92

Hasil uji kuat tekan sampel bata beton berlubang sebagaimana disajikan pada Tabel 7 dan Gambar 9 menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki kuat tekan yang lebih rendah daripada standar SNI. Kuat tekan sampel berkisar antara 13,33 – 35,11 kg/cm², sedangkan standar PU 44,45 kg/cm², dan PS 25,92 kg/cm². Mengacu pada SNI 03-0349-1989, maka sampel A-1 termasuk kategori bata beton berlubang mutu II (dapat digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar), sampel A-2, B-1, B-2, C-1, dan C-2 termasuk kategori III (digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, untuk dinding penyekat serta konstruksi lainnya dibawah atap), dan sampel A-3, B-3, dan C-3 tidak memenuhi standar SNI 03-0349-1989. Mulyono (2005), menjelaskan bahwa

pengerasan semen bukan berasal dari proses pengeringan, akan tetapi terjadi karena adanya proses hidrasi pada saat semen bersentuhan dengan air, sehingga kekuatan sampel akan bertambah sejalan dengan bertambahnya umur sampel sampai proses hidrasi sudah tidak berjalan lagi. Gambar 10 menunjukkan bahwa kuat tekan sampel bata beton berlubang semakin kecil seiring dengan peningkatan jumlah limbah lumpur yang digunakan.

Uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) dilakukan terhadap empat varian sampel yang memiliki kuat tekan tertinggi, yaitu A-1, A-2, C-1, dan C-2 dengan hasil seperti terlihat pada Tabel 8. Dari Tabel 8 dapat diketahui bahwa pada semua varian sampel memenuhi baku mutu TCLP berdasarkan PP No.85 tahun 1999. Hal tersebut menandakan bahwa stabilisasi/solidifikasi limbah lumpur berminyak sebagai bahan campuran dalam pembuatan bata beton berlubang memberikan hasil yang signifikan untuk mengimmobilisasi logam berat yang ada di dalam limbah lumpur berminyak.



Gambar 5. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Kuat Tekan

Parameter	Satuan	Hasil Analisis				Baku Mutu
		A-1	A-2	C-1	C-2	
Arsen (As)	mg/l	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	5
Barium (Ba)	mg/l	0.04	0.05	0.04	0.055	100
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	1
Chromium (Cr)	mg/l	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	5
Copper (Co)	mg/l	tt	tt	tt	tt	10
Lead (Pb)	mg/l	0.0089	0.0091	0.009	0.0091	5
Mercury (Hg)	mg/l	0.00031	0.00033	0.00028	0.00033	0.2
Selenium (Se)	mg/l	tt	tt	tt	tt	1
Silver (Ag)	mg/l	tt	tt	tt	tt	5
Zinc (Zn)	mg/l	0.083	0.085	0.079	0.09	50

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa; (1) bata beton berlubang yang dihasilkan memiliki berat, porositas, serapan air, dan densitas yang lebih rendah daripada bata beton berlubang standar SNI maupun pasaran, (2) semua bata beton berlubang yang dihasilkan memenuhi baku mutu TCLP berdasarkan PP No.85 tahun 1999, dan (3) kuat tekan bata beton berlubang dengan komposisi lumpur:pasir:semen sebesar 24%:56%:20% memenuhi kualifikasi mutu tingkat II SNI 03-0349-1989 sehingga dapat digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar.

DAFTAR PUSTAKA

Abbasa, Z.T.; Maqsooda; Alib M.F. (2010). **The Demetallization of Residual Fuel Oil and Petroleum Residue**. *Petroleum Science and Technology*. Vol 28. Issues 17. 1770 - 1777.

APHA; AWWA; WEF (1998). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th Edition. Editors; L.S. Clesceri; A.E. Greenberg; A.D.

Eaton. Washington: American Public Health Association.

BSN (1989). **SNI 03-0349-1989 : Bata Beton Untuk Pasangan Dinding**. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Budiarjo, M.A. (2007). **Studi Pengaruh Bulking Agents Pada Proses Bioremediasi Lumpur Minyak**. *Jurnal Purifikasi*. Vol 8. No 1. 55 - 60.

Damanhuri, E.; Adrismar (2001). **Beberapa Karakteristik Oil Sludge Serta Alternatif Pemanfaatannya**. *Journal of JTM*. Vol 8. No 3. 304 - 312.

Karamalidis, A.K.; Voudrias, E.A. (2007). **Cement-based stabilization/solidification of oil refinery sludge: Leaching behavior of alkanes and PAHs**. *Journal of Hazardous Materials*. Vol 148. Issues 1-2. 122 - 135.

Mizwar, A.; Rohman, T. (2010). **Studi Solidifikasi Limbah Lumpur Operasional Waste Pit PT. Pertamina UBEP Tanjung Tabalong**. Laporan Penelitian tidak diterbitkan. Banjarmasin: Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat.

Mulyono, T. (2005). **Teknologi Beton**, Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. 1999. Jakarta.

Prasetya, B.; Sudijono; Kasinoputro, P. (2006). **Pemanfaatan Lumpur Minyak untuk Pembuatan Komposit Berserat Lignoselulosa**. *Jurnal Tropical Wood Science & Technology*. Vol 4. No 1. 9 - 13.

PT. Pertamina (2001). **Pedoman Pengelolaan Limbah Sludge Minyak Pada Kegiatan Operasi Pertamina**. Jakarta: Pertamina.

PT. Pertamina EP (2012). **Company Profile**. (online). (<http://www.pertamina-ep.com>, diakses 20 Januari 2012).

Spence, R.; Shi, C. (2006). **Introduction, Stabilization and Solidification of Hazardous, Radioactive, and Mixed Wastes**. USA: CRC Press.

USEPA (1992). **Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) Method**. *Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods*. Washington: EPA Publication SW-846.