

BATA BETON BERLUBANG BERBAHAN LIMBAH LUMPUR BERMINYAK

Andy Mizwar

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jalan Brigjen H. Hasan Basry, Banjarmasin 70123
e-mail: andy.mizwar@gmail.com

Abstrak

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. Data penelitian diambil berdasarkan eksperimen skala laboratorium dengan menerapkan teknik stabilisasi/solidifikasi terhadap 9 variasi campuran antara lumpur, pasir dan semen yang setiap variasi masing-masing dibuat 3 buah sampel. Sebagai pembandingan juga dibuat masing-masing 3 buah sampel bata beton berlubang standar SNI dan standar pasaran dengan komposisi campuran semen dan pasir tanpa lumpur. Juga dilakukan uji TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) untuk mengetahui kandungan logam berat dalam sampel bata beton berlubang. Seluruh hasil uji dan analisa dibandingkan dengan standar SNI dan pasaran. 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 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

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 $\pm 2,33$ m³/hari (Mizwar dan Rohman, 2010) yang hanya ditimbun dalam kolam penampungan 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, dkk., 2006; Budiarto, 2007) yang dapat diolah melalui proses stabilisasi/solidifikasi berbasis semen (Karamalidis and Voudrias, 2007). Stabilisasi/solidifikasi diyakini dapat membatasi pergerakan unsur dan senyawa B-3 dengan membentuk ikatan massa monolit dengan struktur yang kekar (Spence and 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, dkk., 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.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam empat tahapan. (1) 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). (2) 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. (3) pengujian sampel bata beton berlubang, meliputi: uji fisik/mekanik (porositas, serapan air, densitas dan kuat tekan) dan TCLP. Uji fisik/mekanik mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), sedangkan analisis TCLP dilakukan dengan metode USEPA (1992).

Tabel 1. Komposisi Campuran Bahan Sampel Bata Beton Berlubang

Kode	Komposisi (%)		
	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
Standar SNI	-	80	20
Standar Pasaran (PS)	-	90	10

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Limbah Lumpur Berminyak (*Oily Sludge*)

Hasil analisis kadar air dan pH menunjukkan bahwa limbah lumpur berminyak didominasi oleh air (55,53%) dengan nilai pH rata-rata 7,80. Hal ini menunjukkan bahwa limbah lumpur berminyak bersifat netral (pH 6 – 9), sehingga tidak diperlukan proses *pre-treatment*/stabilisasi pH sebelum dimanfaatkan. Sedangkan kandungan air yang cukup tinggi (55,53%) harus direduksi sedemikian rupa agar dapat memenuhi rasio perbandingan antara semen dan air sebesar 10 : 4 (Mulyono, 2005).

Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat, diketahui bahwa limbah lumpur berminyak yang dianalisis tidak termasuk dalam kategori limbah B3, karena semua parameter ujinya memenuhi baku mutu limbah B3 menurut PP No. 85 Tahun 1999 seperti terlihat pada Tabel 2.

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

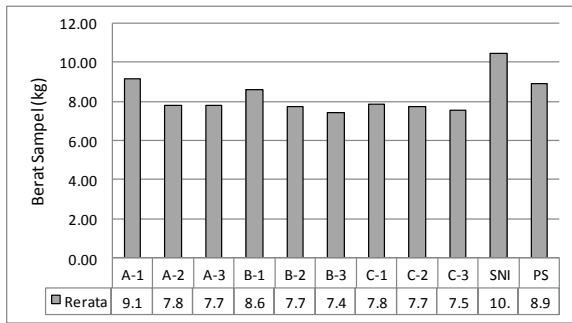
No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu
1	Arsen (As)	mg/l	1	5
2	Barium (Ba)	mg/l	1	100
3	Cadmium (Cd)	mg/l	0.5	1
4	Chromium (Cr)	mg/l	1	5
5	Copper (Co)	mg/l	1	10
6	Lead (Pb)	mg/l	1	5
7	Mercury (Hg)	mg/l	0.05	0.2
8	Selenium (Se)	mg/l	1	1
9	Silver (Ag)	mg/l	1	5
10	Zinc (Zn)	mg/l	1	50

Keterangan : Baku Mutu berdasarkan PP No. 85 Tahun 1999

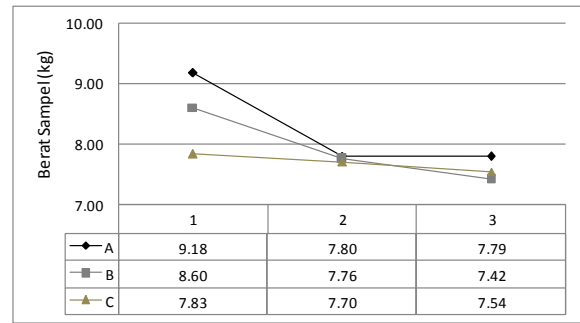
Karakteristik Bata Beton Berlubang (*Hollow Block*) yang Dihasilkan

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 Gambar 1). 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 juga ini terlihat pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa berat sampel semakin berkurang seiring dengan peningkatan jumlah limbah lumpur yang digunakan.

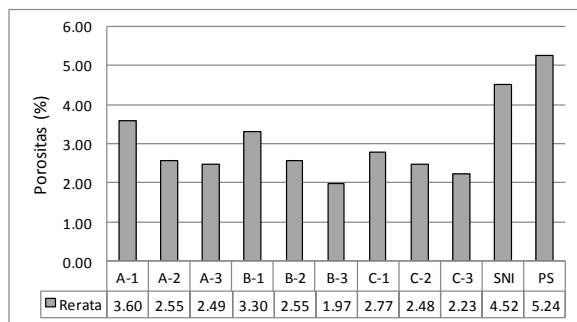


Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Berat

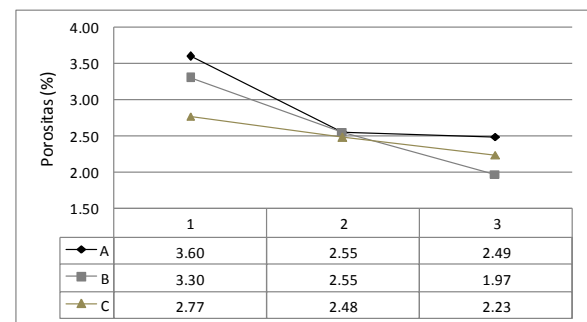


Gambar 2. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Berat

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 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.

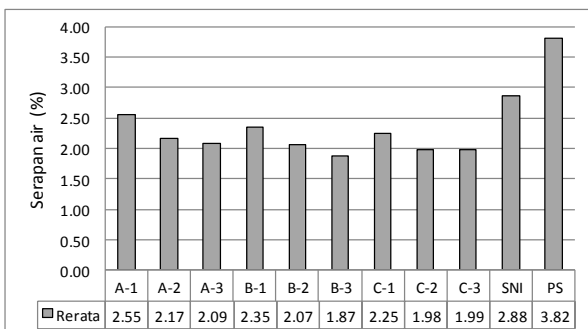


Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Porositas

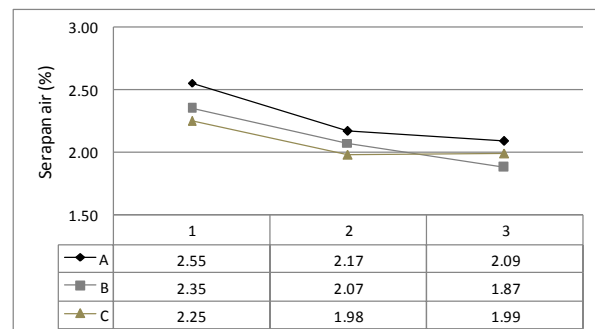


Gambar 4. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Porositas

Selanjutnya dari 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%. 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.



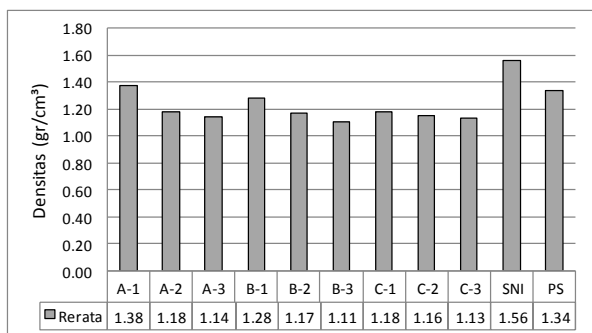
Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Serapan Air



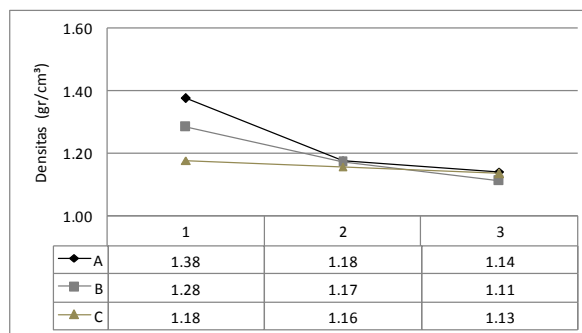
Gambar 6. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Serapan Air

Hasil pengukuran densitas seperti terlihat pada 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.

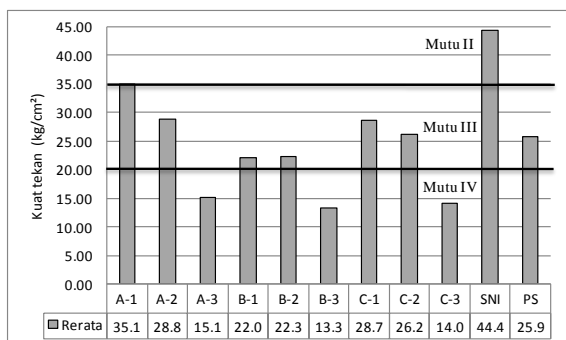


Gambar 7. Grafik Hasil Uji Densitas

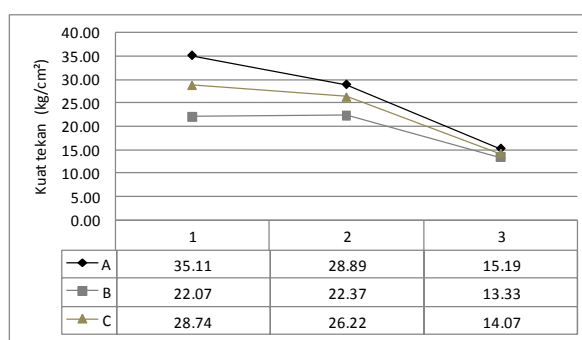


Gambar 8. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Densitas

Hasil uji kuat tekan sampel bata beton berlubang sebagaimana disajikan pada 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 berkurang seiring dengan peningkatan jumlah limbah lumpur yang digunakan.



Gambar 9. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan



Gambar 10. Perbandingan Jumlah Lumpur Dengan Kuat Tekan

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 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Uji TCLP

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis				Baku Mutu (PP 85/1999)
			A-1	A-2	C-1	C-2	
1	Arsen (As)	mg/l	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	5
2	Barium (Ba)	mg/l	0.04	0.05	0.04	0.055	100
3	Cadmium (Cd)	mg/l	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	1
4	Chromium (Cr)	mg/l	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	5
5	Copper (Co)	mg/l	tt	tt	tt	tt	10
6	Lead (Pb)	mg/l	0.0089	0.0091	0.009	0.0091	5
7	Mercury (Hg)	mg/l	0.00031	0.00033	0.00028	0.00033	0.2
8	Selenium (Se)	mg/l	tt	tt	tt	tt	1
9	Silver (Ag)	mg/l	tt	tt	tt	tt	5
10	Zinc (Zn)	mg/l	0.083	0.085	0.079	0.09	50

Dari Tabel 3 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.

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, and Alib M.F. (2010). "The Demetallization of Residual Fuel Oil and Petroleum Residue". *Petroleum Science and Technology*. Vol 28 (17) pp. 1770 - 1777.
- APHA, AWWA, and 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 (1) pp. 55 - 60.
- Damanhuri, E. dan Adrismar (2001). "Beberapa Karakteristik Oil Sludge Serta Alternatif Pemanfaatannya". *Journal of JTM*. Vol 8 (3) pp. 304 - 312.
- Karamalidis, A.K. and Voudrias, E.A. (2007). "Cement-based stabilization/solidification of oil refinery sludge: Leaching behavior of alkanes and PAHs". *Journal of Hazardous Materials*. Vol 148 (1-2) pp. 122 - 135.
- Mizwar, A. dan Rohman, T. (2010). "*Studi Solidifikasi Limbah Lumpur Operasional Waste Pit PT. Pertamina UBEP Tanjung Tabalong*". Laporan Penelitian. 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, dan Kasinoputro, P. (2006). "Pemanfaatan Lumpur Minyak untuk Pembuatan Komposit Berserat Lignoselulosa". *Jurnal Tropical Wood Science & Technology*. Vol 4 (1) pp. 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. and 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.