

PENGLOLAAN LUMPUR LIMBAH INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT DENGAN SANITARY LAND FILL

(THE TANNERY SLUDGE MANAGEMENT BY SANITARY LAND FILL)

Ign. Sunaryo dan Sri Sutiyasmi

Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik

Jl. Sokonandi 9, Yogyakarta

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap selama dua tahun. Penelitian selama tahun I dimaksudkan untuk mendapatkan prototip landfill yang sesuai dengan persyaratan yang berlaku. Penelitian selama tahun II dimaksudkan untuk mewujudkan prototip landfill hasil penelitian tahun I, yang siap untuk digunakan. Lumpur yang digunakan untuk penelitian ini diambil dari salah satu industri penyamakan kulit di Yogyakarta. Lumpur Industri Penyamakan Kulit bisa dibuang ke *land fill* asalkan memenuhi Ketentuan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Lumpur yang akan dimasukkan ke dalam *land fill* terlebih dahulu diperiksa karakteristiknya, diuji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) dan kandungan kromnya. Berdasarkan hasil uji karakteristik, uji TCLP, dan kandungan kromnya dapat diketahui bahwa lumpur dalam penelitian ini masuk dalam Kategori II, sehingga bisa menggunakan *land fill* Tipe 3. Lokasi untuk penelitian ini sudah memenuhi persyaratan yang berlaku. Dalam penelitian tahun I ini dapat diperoleh satu prototipe dari empat tipe *Land fill* yang dibuat, yakni prototip landfill tipe 3, dengan 2 lapis geomembran (1 lapis geomembran untuk lapisan dasar dan 1 lapis geomembran untuk lapisan penutup), berukuran panjang x lebar x dalam = 6 x 1 x 2 m. Penelitian selama tahun II mewujudkan landfill tipe 3 dengan ukuran 4,82 x 6,5 x 3,5 m³ yang akan penuh dalam waktu 5,8 tahun.

Kata kunci: lumpur, pengelolaan, prototip *land fill*

ABSTRACT

This research was carried out in two stages during two years. In the first year this research was aimed to gain one prototype that suit with the regulation. In the second year this research was aimed to built the selected prototype landfill, resulted in the first year, which was ready to be applied. The sludge used in this research was collected from one of leather tanning industries in Yogyakarta. This kind of sludge could be disposed into landfill when it could follow the technical hazardous limitation. The analysis of sludge characteristics and Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP), and chrome containing in the sludge were carried out prior disposed into the landfill. Based on the the result of sludge characteristics and TCLP, and chrome containing in the sludge was less than 2,500 ppm, it could be known that the sludge could be disposed into landfill category II or landfill tipe 3. The location where this research was carried out had fulfill the limitation. As a result of the first year research was that it could be selected one of four prototypes. That was prototype type 3 with two layers of geomembran (one r for basic laye and one other for covering layer), the measure of which was 6 x 1 x 2 m. In the second year it could been built one landfill of tipe 3, the measure of which was 6.5 x 4.82 x 3.5 m³, it hoped will full in 5.8 year.

Keywords: leather tanning sludge, management, *land fill* prototype.

I. PENDAHULUAN

Industri penyamakan kulit menghasilkan lumpur dari pengolahan air limbahnya yang mengandung krom sehingga dikategorikan dalam limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B₃). Pengelolaan dan pembuangan limbah ini harus mengacu pada Ketentuan Teknis Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun (B₃). Lumpur dari Industri Penyamakan Kulit ini menurut Valentine Post Tahun 2000 dapat dibedakan menjadi 2 sumber yaitu yang berasal dari pengolahan primer (150 – 200 kg) bahan kering/ton kulit bahan baku dan yang berasal dari pengolahan sekunder antara 70 – 150 kg bahan kering/ton kulit bahan baku. Sedangkan karakteristik lumpur tergantung dari bahan baku, teknologi proses penyamakan serta kinerja unit pengolahan air limbah.

Prinsip pengolahan limbah B₃ menurut Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 adalah meminimalisasi limbah, pengelolaan dekat dengan sumber, dilarang membuang langsung ke lingkungan, dilarang melakukan pengenceran, pengelolaan mulai dihasilkan sampai penimbunan. Penghasil limbah B₃ bertanggung jawab terhadap limbah yang dihasilkan. Pemanfaatan harus memenuhi prinsip-prinsip aman bagi lingkungan, data karakteristik dan komponen limbah, analisis terhadap produk (toksisitas, TCLP), mempunyai standar mutu produk yang sesuai, studi kelayakan (skala laboratorium dan skala lapangan).

Salah satu cara pengelolaan limbah B₃ adalah dengan Sanitary Land fill. Sanitary land fill adalah salah satu cara atau metode dalam pembuangan padat atau sampah pada tempat yang luas dan rendah dengan maksud meninggikan tanah atau menutup

genangan-genangan air, rawa-rawa dan lain-lain dengan system pendam urug berlapis.

Tujuan utama dari land fill yang aman adalah untuk mencegah/melindungi leached dan meminimalkan pengaruhnya terhadap tanah. Lapisan-lapisan akhir dan lapisan antara tidak boleh bisa ditembus air baik air dari luar land fill maupun air dari land fill.

Kriteria desain land fill meliputi pemilihan lokasi, pembuatan desain, layout, system leener, lapisan drainase, penutup, pengolahan dan pembuangan leachate serta monitoring.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi menurut Post, dkk. (2000) adalah :

1. Kebutuhan luas lahan.
2. Lokasi diusahakan dekat dengan sumber penghasil lumpur, jarak minimum dengan penduduk 200 m, jauh dari sumber air.
3. Jalan masuk ke lokasi lancar.
4. Kemiringan tanah 1 - 5 %, tanahnya stabil (tidak mudah goyah).
5. Jarak antara land fill dan permukaan air dalam tanah antara 1 – 2 m lebih, tidak melewati jalur saluran air/sungai.
6. Tanah direkomendasikan daerah tanah liat atau tersedia tanah liat untuk pelapisan dan untuk penutup serta merupakan struktur tanah yang stabil.
7. Curah hujan rendah, system drainase merupakan daerah kering.
8. Arah angin tidak ke pemukiman dan tidak mengganggu kesehatan penduduk.
9. Estetika disesuaikan dengan keadaan sekitar, jangan didaerah yang padat penduduk, tempat rekreasi, cagar budaya, cagar alam, taman margasatwa, dan daerah pantai yang dilindungi.

Pembuatan desain land fill umumnya untuk periode 20 – 30 tahun,

namun demikian land fill didesain selama 3 – 5 tahun. Selama mendesain land fill harap diperhitungkan juga volume penambahan lumpur. Lay out land fill sebaiknya dilengkapi dengan sarana perkantoran, perparkiran, penimbangan kendaraan pengangkut lumpur, fasilitas pencucian kendaraan pengangkut lumpur, jalan, bengkel dan sebagainya.

Untuk meminimalisasi pencemaran air tanah digunakan system pelapisan dalam land fill yaitu sebagai lapisan pembatas (leener) yang berupa tanah liat, atau bisa juga lapisan sintesis (geomembran).

Menurut Valentine post (1997), system lapisan ganda untuk Lumpur industri penyamakan kulit tidak diperlukan/diharuskan, kecuali diwajibkan oleh pemerintah.

- Pembuangan dalam land fill harus aman karena untuk mencegah/melindungi lindi ("leached") dan meminimalkan pengaruhnya terhadap tanah.
- Kategori land fill tergantung hasil analisis limbah.

Permasalahan yang ada pada kenapa lumpur industri penyamakan kulit harus dikelola dengan landfill adalah:

1. Produksi lumpur dari UPAL industri penyamakan kulit cukup besar (sekitar 250 kg/ton kulit yang diproses).
2. Lumpur industri penyamakan kulit dimasukkan dalam daftar limbah B3 (PP. 85 Th. 1999, atau Kep.Men.LH Tahun 1999, Tabel 2)
3. Pengelolaan limbah B3 ke PPLI di Cilengsi, Bogor biayanya mahal.
4. Unsur utama logam berat dalam lumpur industri penyamakan kulit adalah krom. Krom yang digunakan untuk proses penyamakan adalah krom valensi tiga yang sebenarnya tidak berbahaya. Tujuan dari Pene-

litian ini adalah mewujudkan prototipe landfill untuk pengelolaan lumpur limbah industri penyamakan kulit, sesuai persyaratan yang berlaku.

II. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Penelitian tahun I ini menggunakan lumpur yang diambil dari salah satu industri penyamakan kulit di Yogyakarta. Geomembran dibeli dari PT. Teknindo Geosistem Unggul di Surabaya. Bahan lain untuk system pelapisan meliputi tanah liat, semen, pasir, koral, ijuk, pralon, bis beton dan tanah urug.

Sedangkan peralatan yang digunakan meliputi gerobak, cangkul, sekop, dan lain-lain.

2.2 Metode

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap selama dua tahun.

- a. Dalam tahun I dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memperoleh suatu prototype landfill yang sesuai peraturan untuk pengelolaan lumpur industri penyamakan kulit. Kegiatan yang dilakukan diawali dengan studi pustaka serta pengumpulan data di lapangan dengan melakukan peninjauan ke industri, serta instansi terkait. Kondisi lokasi termasuk sifat fisik tanah, air dalam tanah diamati. Lobang untuk landfill digali serta dibuat lapisan-lapisan yang terdiri dari unsur tanah liat yang dipadatkan, lapisan geomembran, lapisan ijuk, kerikil, pasir serta tanah urug, sesuai persyaratan.

- Ada 4 (empat) buah tipe lobang yang masing-masing berukuran 1 m x 6 m, yakni: Tipe 1 (tanpa geomembran), Tipe 2 (dengan geomembran 1 lapis), Tipe 3 (dengan

geomembran 2 lapis) dan Tipe 4 (dengan geomembran 3 lapis). Sebelum lumpur dimasukkan, terlebih dahulu masing-masing lobang land fill diberi lapisan tanah sesuai dengan tipe landfill. Secara umum perbedaan lapisan untuk masing-masing lobang, terletak pada jumlah geomembran. Lapisan-lapisan yang dimaksud ialah: lapisan dasar, lapisan geomembran (untuk landfill tipe III), lapisan tanah urug 30 cm, lapisan sistem pendeteksi kebocoran, lapisan penghalang, lapisan pengumpul lindi, lapisan geomembran pertama, lapisan untuk lumpur, lapisan tanah penutup perantara, lapisan tanah tudung penghalang, lapisan geomembran, lapisan tudung drainase, lapisan tanah untuk tumbuhan, tanaman/tumbuhan yang ditanaman di atas tanah penutup landfill. Data hasil pengamatan/pengujian sifat fisik tanah mengikuti hasil penelitian yang dilakukan oleh Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL) Th. 2005, PU Yogyakarta.

- b. Dalam tahun II dilakukan pembuatan landfill berdasarkan hasil penelitian tahun I yakni prototip tipe III dengan dua lapis geomembran. Sebagai pelengkap dilakukan pengamatan/pengujian yang meliputi: pengamatan/pengujian air tanah, lumpur sebelum dimasukkan ke landfill, diuji karakteristiknya dan kandungan TCLP dengan 11 parameter logam.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan Lokasi.

Lokasi penelitian di daerah kawasan industri yang terletak di daerah Sitimulyo, Nganyang, Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Jarak dari pusat kota

Yogyakarta sekitar 10 km arah Tenggara. Berdasarkan pengamatan di lapangan dapat diketahui bahwa lokasi *land fill* adalah sebagai berikut :

- Berjarak ± 300 m dari perkampungan penduduk.
- Bebas banjir.
- Struktur tanah lempung, lempung lanau dan merupakan tanah kas desa yang kurang subur, bukan daerah cagar budaya.
- Bukan daerah resapan.
- Air permukaan tanah dalamnya 9 m.
- Fermiabelitas $9,71 \times 10^{-7}$ cm/det.

Hal tersebut sudah sesuai dengan Kep.-04/Bapedal/9/1995, tentang Tata cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah B3 yang menyebutkan :

- Bebas Banjir perseratus tahun
- Kedap air (permiabelitas $< 10^{-9}$ m/det
- Bukan daerah berpotensi bencana alam
- Bukan daerah resapan air dan bukan daerah genangan air
- Curah hujan kecil/daerah kering, kecepatan angin rendah, arah ke daerah tak berpenghuni.
- Bukan cagar budaya, cagar alam, tempat rekreasi dan lainnya
- Pada jarak paling dekat 150 meter dari jalan tol dan 50 m untuk jalan lainnya.
- Pada jarak paling dekat 300 m dari daerah perdagangan, rumah sakit, pelayanan kesehatan atau kegiatan sosial, hotel, restoran, fasilitas keagamaan dan pendidikan

3.2 Pembuatan Desain *Landfill*

Menurut Kep-04/Bapedal/09/1995 tentang Tata Cara dan Persyaratan Penimbunan Limbah B3, rancang bangun atau desain landfill untuk tempat penimbunan limbah B3 (landfill) dikelola sesuai dengan jenis dan karakteristik limbah yang akan ditimbun. Hal terse-

but untuk meentukan tempat penimbunan, desain serta kategori landfill yang akan dibangun. Menurut Ketentuan Teknis Pengelolaan Limbah B3 berkaitan dengan total kadar maksimum limbah B3 yang belum terolah dan tempat penimbunannya apabila kadar krom lebih kecil atau sama dengan 2.500 mg/kg, maka harus dibuang ke landfill Kategori II. Sebaliknya apabila lebih besar dari 2.500 mg/kg, maka harus dibuang ke landfill Kategori I.

a. Karakteristik lumpur

Dari hasil uji kharakteristik lumpur untuk penelitian (Tabel 1.), dapat diketahui bahwa nilai kadar air, sesuai dengan karakteristik lumpur yang dibuang ke land fill di Perancis yaitu antara 18 – 40 %, tetapi lebih tinggi dibanding persyaratan yang diberlakukan di India. Hal ini diduga berkaitan dengan sistem pengolahan lumpur serta cara pengeringannya. Kandungan air dalam lumpur bisa dikurangi dengan dua tahap yakni dimampatkan dahulu dengan kapur untuk mengurangi kandungan air, baru kemudian dipres dengan dengan filter press atau belt pres.

Secara praktis pengeringan lumpur dengan filter press atau belt pres lebih efektif bila dibanding dengan saringan pasir. Nilai COD jauh lebih rendah apabila dibandingkan dengan persyaratan yang diberlakukan di India. Untuk nilai pH serta parameter lainnya seperti Nitrogen, Krom, Chlorida, Fospor serta Kalsium juga dibawah persyaratan yang diberlakukan di India dan Perancis.

Dari Tabel 1 diketahui bahwa kadar krom dalam lumpur yang masuk kategori I adalah lebih besar atau sama dengan 2500 mg/kg sedangkan yang masuk kategori II adalah kurang dari 2500 mg/kg. Dalam penelitian ini kadar

krom dalam lumpur adalah 1874 (kurang dari 2500 mg/kg), sehingga penimbunan landfill ini masuk ke kategori II.

b. Sistem pelapisan

Lapisan land fill dari bawah ke atas (untuk Type 1 yaitu 3 lapis geomembran) terdiri dari

- a) Lapisan dasar berupa tanah liat yang dipadatkan.
- b) Lapisan geomembran (HDPE) 1,5 – 2 mm (minimum 1 mm menurut UNIDO).
- c) Lapisan sistem pendeteksi kebocoran terdiri dari geonet atau tanah butiran setebal 20 cm.
- d) Lapisan tanah penghalang berupa tanah liat yang dipadatkan, ketebalan minimum 30 cm.
- e) Lapisan geomembran I (HDPE) 1,5 – 2 mm (minimum 1 mm menurut UNIDO).
- f) Sistem pengumpulan dan pemindahan Lindi berupa tanah butiran tebal 30 cm.
- g) Lapisan penutup berupa tanah setempat yang tidak mengandung material tajam dengan sistem pelapisan dari bawah keatas sebagai berikut :
 - Tanah tudung penghalang: berupa lapisan lempung yang dipadatkan dengan ketebalan minimum 60 cm.
 - Tudung geomembran dengan ketebalan 1 mm.

Tabel 1. Perbandingan karakteristik lumpur untuk penelitian dibanding dengan baku mutu di Perancis dan India

No.	PARAMETER	Hasil Uji Rata-rata	Persyaratan di Indonesia	Persyaratan di Perancis	Persyaratan di India
1	Kadar air (%)	32,95	-	18-40	9-23
2	COD (mg/kg)	10305,87	-	-	268.000-600.000
3	pH	8	-	7-8	7,9-8,8
4	Nitrogen (mg/kg)	7840	-	10.000-50.000	-
5	Krom (mg/kg)	1874	2.500	8000-20.000	2.700-39.100
6	Chlorida (mg/kg)	6970	-	1.000-30.000	10.000-77.000
7	Fosfor (mg/kg)	1380,5	-	1.000-4.000	17-840
8	Kalsium (mg/kg)	1382,71	-	8.000-130.000	17.000-31.000

- Tudung drainase berupa geonet HDPE atau bahan butiran setebal 30 cm dengan permeabilitas minimum 1×10^{-4} m/det.
- Lapisan tanah untuk tumbuhan ketebalan minimum 60 cm.
- Tumbuh-tumbuhan untuk menutup timbunan agar tanah penutup tidak terkena erosi.

c. Spesifikasi geomembran

Menurut ketentuan teknis geomembran yang digunakan mempunyai ketebalan antara 1,5 – 2 mm sedangkan menurut Unido ketebalan geomembran minimum adalah 1 mm. Namun dikarenakan pada saat pengadaan geomembran dilaksanakan, yang tersedia adalah geomembran dengan ketebalan 0,75 mm maka geomembran inilah yang digunakan. Apabila dibandingkan dengan yang tebalnya 1,5 mm persamaannya adalah kepadatan yakni $0,94 \text{ g/cm}^3$, kemuluran awal = 13 %, kemuluran akhir = 700 %, kandungan karbon black = 2 %, waktu oksidasi 100 menit pada suhu 200°C .

Perbedaan antara HDPE 1,5 mm dengan HDPE 0,75 mm ialah bahwa HDPE 0,75 mm mempunyai nilai kekuatan tarik awal 11, akhir 21 kN/m lebar, kuat sobek 100 N, ketahanan bocor 264 N. Untuk HDPE 1,5 mm mempunyai nilai kekuatan tarik awal 25, akhir 43 kN/m lebar, kuat sobek 210 N, ketahanan bocor 480 N. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa makin tebal ukuran geomembran, kekuatan tarik, kekuatan sobek dan ketahanan bocor akan semakin tinggi.

3.3 Hasil Uji Toksisitas Karakteristik Leaching Procedure (TCLP)

Sebelum dibuang ke Land fill maka lumpur industri penyamakan kulit

harus diuji Toxicity Karakteristik Leaching Procedure (TCLP) sesuai dengan Keputusan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan No. Kep04/Bapedal/09/1995. Hasil uji TCLP lumpur penelitian tahun I dan tahun II dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil uji tersebut dapat diketahui bahwa seluruh parameter mempunyai nilai yang dibawah baku mutu yang dipersyaratkan, sehingga lumpur dengan karakteristik seperti tersebut diatas bisa dibuang ke land fill. Lumpur industri penyamakan kulit yang digunakan dalam penelitian ini merupakan lumpur padat hasil dari pengolahan air limbah. Hasil analisa lumpur penelitian tahun I mempunyai kandungan krom ($< 0,444 \text{ mg/l}$) dan zink ($< 0,313 \text{ mg/l}$) yang lebih tinggi dibanding tahun II yakni masing-masing ($< 0,076 \text{ mg/l}$) dan ($< 0,231 \text{ mg/l}$). Sedangkan kandungan arsen ($< 0,05 \text{ mg/l}$), boron ($< 1,601 \text{ mg/l}$) dan koper ($< 0,041 \text{ mg/l}$) dalam lumpur penelitian tahun II lebih tinggi dibanding tahun I yang berturut-turut mempunyai nilai ($< 0,01 \text{ mg/l}$), ($< 0,01 \text{ mg/l}$) dan ($< 0,005 \text{ mg/l}$).

Sebenarnya menurut syarat ketentuan teknis apabila limbah B3 telah memenuhi baku mutu uji TCLP, lolos uji paint filter test, dan uji kuat

Tabel 2. Hasil Uji TCLP lumpur untuk penelitian tahun I dan tahun II.

No	Parameter Logam berat (mg/l)	Hasil Analisa		Metode Analisa	Baku Mutu TCLP (pp 85 1999)
		Th.I	Th.II		
1.	Arsen (As)	$< 0,01$	$< 0,05$	USEPA SW-846/311 SM 3114 B	5
2.	Boron (Ba)	$< 0,1$	$< 0,1$	USEPA SW-846/311 SM 3114 D	100
3.	Boron (R)	$< 0,01$	$< 1,601$	USEPA SW-846/1311 SM 4500 BC	500
4.	Cadmium (Cd)	$< 0,009$	$< 0,009$	USEPA SW-846/1311 SM 3111 B	1
5.	Chromium (Cr)	$< 0,444$	$< 0,076$	USEPA SW-846/311 SM 3114 B	5
6.	Copper (Cu)	$< 0,005$	$< 0,041$	USEPA SW-846/311 SM 3114 B	10
7.	Lead (Pb)	$< 0,03$	$< 0,03$	USEPA SW-846/311 SM 3114 B	5
8.	Mercury (Hg)	$< 0,001$	$< 0,001$	USEPA SW-846/311 SM 3112 B	0,2
9.	Selenium (Se)	$< 0,01$	$< 0,01$	USEPA SW-846/311 SM 3114 C	1
10.	Silver (Ag)	$< 0,03$	$< 0,03$	USEPA SW-846/311 SM 3111 B	5
11.	Zink (Zn)	$< 0,313$	$< 0,231$	USEPA SW-846/311 SM 3111 B	50

tekan, dapat ditimbun langsung di landfill tanpa memerlukan pengolahan awal. Padahal sesuai hasil uji TCLP tersebut, seluruh parameter mempunyai nilai yang di bawah baku mutu. Jadi Lumpur limbah industri penyamakan kulit bisa langsung ditimbun di landfill tanpa pengolahan terlebih dahulu. Ketentuan lain yang dipersyaratkan antara lain : tidak mudah meledak, tidak mudah terbakar, tidak reaktif, dan tidak menyebabkan infeksi, tidak mengandung zat organik > 10 %, tidak mengandung PCB, tidak mengandung dioksin dan tidak mengandung radioaktif

3.4 Persyaratan Untuk Sistem Pengelolaan Lindi

Sistem pengelolaan lindi dalam penelitian ini dirancang sebagai berikut:

- 1) Bebas dari aliran air hujan.
- 2) Ada penampung lindi berupa ember plastik volume 20 l yang dilengkapi dengan bis beton diameter 30 cm yang bisa digunakan untuk pengambilan contoh lindi.. Posisi penampung lindi seperti pada Gambar 1.

3.5 Sifat Fisik Tanah Secara Umum di Daerah Sitimulyo

Sifat fisik tanah menurut Laporan Dari Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL) Th. 2005. disajikan dalam Tabel 3. Secara horisontal ada dua jenis tanah yakni: lempung lunak dengan warna abu-abu kecoklatan dan lempung kelanauan lunak berwarna coklat ke abu-abuan. Secara vertikal jenis tanah yang diselidiki dari hasil bor ada 4 lapis/jenis tanah, yakni:

- a. Lapis 1. Pada kedalaman 0 – 1,5 m adalah lempung/lempung kelanauan dengan warna coklat keabu-abuan.
- b. Lapis 2. Pada kedalaman 1,5 – 3 m = lempung plastik/lempung dengan warna abu-abu gelap.



Gambar 1 . Posisi penampung lindi terhadap landfill

- c. Lapis 3. Kedalaman 3 – 4,5 = jenis tanah mulai berubah dengan jenis lempung kelanauan warna coklat.
- d. Lapis 4. Kedalaman 4,5 – 6 m merupakan bahan-bahan vulkanik antara lain batu (pumice) yang sangat rapuh bercampur pasir, kerikil, dan berinteraksi dengan tuff.

Pada lapis ke 3 dan ke 4 mempunyai permeabilitas agak lebih baik dengan nilai berturut-turut adalah : $2,03 \times 10^{-5}$ dan $3,03 \times 10^{-5}$ cm/dt.

Bagian Barat saluran jenis tanahnya adalah lempung kelanauan, lunak, warna coklat ke abu-abuan. Jenis tanah ini juga masih tergolong

Tabel 3. Sifat-Sifat Fisik Tanah secara umum di daerah Sitimulya

No. Ciri/Urut	P1		P2		B1			
	0-1,5	1,5-3	0-1,5	1,5-3	3-4	4-4,5	4,5-6	6-6
Jenis/Urut	0-1,5 <td>1,5-3 <td>0-1,5 <td>1,5-3 <td>3-4 <td>4-4,5 <td>4,5-6 <td>6-6</td> </td></td></td></td></td></td>	1,5-3 <td>0-1,5 <td>1,5-3 <td>3-4 <td>4-4,5 <td>4,5-6 <td>6-6</td> </td></td></td></td></td>	0-1,5 <td>1,5-3 <td>3-4 <td>4-4,5 <td>4,5-6 <td>6-6</td> </td></td></td></td>	1,5-3 <td>3-4 <td>4-4,5 <td>4,5-6 <td>6-6</td> </td></td></td>	3-4 <td>4-4,5 <td>4,5-6 <td>6-6</td> </td></td>	4-4,5 <td>4,5-6 <td>6-6</td> </td>	4,5-6 <td>6-6</td>	6-6
1. Jenis tanah & Visual	Lempung lunak	Lempung kelanauan	Lempung lunak	Lempung plastik	Lempung kelanauan	Pumice, pasir, kerikil, lempung dan tuff	Pumice, pasir, kerikil, lempung dan tuff	
2. Plastisitas chart	Lempung kelanauan (MH)	Lempung kelanauan (CH)	-	Lempung (CH)	Lempung kelanauan (MH)			
3. Kelembaban (%)	75,11	57,31	23,71	40,36	55,08	44,94, 57	58,28	
4. Berat jenis	2,559	2,702	2,269	2,702	2,702	2,702	2,269	
5. Berat (a) basah (gr/cm ³)	1,551	1,873	-	-	-	-	-	
6. Berat (a) kering (gr/cm ³)	1,100	1,202	-	-	-	-	-	
7. Airsatiasi	1,286	1,281	-	-	-	-	-	
8. Porositas (%)	45,30	41,46	-	-	-	-	-	
9. Berat lempungan	54,30	57,29	-	-	-	-	-	
10. Saringan lolos No. 200 (%)	62,11	71,27	-	96,24	58,75	58,75	22,20	
11. Kandungan zat organik (%)	0,27	0,30	0	0	0	0	0	
12. Permeabilitas (cm/dt)	$6,7 \times 10^{-6}$	$1,01 \times 10^{-6}$	-	$1,28 \times 10^{-6}$	$2,03 \times 10^{-6}$	-	$3,03 \times 10^{-6}$	

Sumber: Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL) 2004

kedap air dengan nilai permeabilitas $10,07 \times 10^{-6}$ cm/dt. Kepadatan ringan Yd maksimum : $1,314 \text{ t/m}^3$ pada kadar air 29,68%. Berat jenis : 2.332 dan CBR Laboratorium sebesar 2,80%.

Sifat fisik tanah di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4. Menurut Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL) jenis tanah tersebut tidak baik sebagai lapis dasar untuk fondasi jalan, karena nilai CBR kurang dari 6% dan tanah tersebut tidak dapat meresapkan air secara baik, sehingga air hujan akan menjadi mengalir, tidak meresap.

Bagian Barat saluran jenis tanahnya adalah lempung kelanauan, lunak, warna coklat ke abu-abuan. Jenis tanah ini juga masih tergolong kedap air dengan nilai permeabilitas $10,07 \times 10^{-6}$ cm/dt. Kepadatan ringan Yd maksimum : $1,314 \text{ t/m}^3$ pada kadar air 29,68%. Berat jenis : 2.332 dan CBR Laboratorium sebesar 2,80%.

Sifat fisik tanah di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4. Menurut Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan (BPKL) jenis tanah tersebut tidak baik sebagai lapis dasar untuk fondasi jalan, karena nilai CBR kurang dari 6% dan tanah tersebut tidak dapat meresapkan air secara baik, sehingga air hujan akan menjadi mengalir, tidak meresap.

3.6 Hasil Uji Air Sumur di Lokasi Penelitian

Hasil uji air sumur di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 5. Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa kondisi air sumur tersebut masih baik, karena semua parameter uji mempunyai nilai yang lebih rendah dibanding Baku Mutu. Bakteri Coli, Cr III dan Cr VI tidak ditemukan. Kondisi air sumur demikian dapat dengan mudah

Tabel 4. Sifat fisik tanah di lokasi penelitian

Kadar air	: 37,51%
Berat isi basah	: 1.673 gr/Cm
Berat isi kering	: 1.202 gr/Cm
Angka pori	: 1111,281
Isi pori	: 41,46 Cm
Derajat kejenuhan	: 97,09 %
Kandungan bahan organik	: 0,30 %
Saringan lolos no. 200 (0,074 mm)	: 71,27 %

Tabel 5. Hasil Analisa air sumur di lokasi landfill, Sitimulyo, Piyungan, Bantul

No.	PARAMETER	SATUAN	LOKASI Desa Srimulyo	SK GUB. NO. 214/KPTS/1991	PP No. 82/2001
1.	Ph		6,7	5-9	6-9
2.	Bakteri E. coli		0	0	0
3.	TDS	mg/L	580	1.000	1.000
4.	Suhu	°C	28	Temp. air normal	Deviasi 3
5.	Klorida	mg/L Cl	35	500	-
6.	Cr III	Mg/L	Tak terdeteksi		
7.	Cr VI	Mg/L	Tak terdeteksi		
8.	COO	Mg/L	32		

digunakan sebagai barometer pada waktu melaksanakan monitoring air sumur di kemudian hari

3.7 Pengujian LD50 dan LC50

Penentuan LD₅₀ adalah penentuan toksisitas limbah padatan. Namun apabila pengelolaan limbah padat pada akhirnya akan terpapar sampai habitat akuatik maka perlu uji kelarutan sampel dalam air untuk memberikan informasi secara lengkap terhadap pengelolaan limbah agar tidak terjadi pengalihan pencemar, meskipun secara tidak sengaja, ke ekosistem perairan. Sampel uji diambil dari Unit Proses Penyamakan dan Pengolahan Limbah Kulit, di dusun Nganyang, Siti Mulyo, Piyungan, Bantul, tanggal 30 Juli 2007, oleh tim.

Selanjutnya pada uji LD₅₀ (Tabel 6), untuk limbah lumpur dan ternyata tidak terjadi kematian yang mencapai 50 %, maka limbah lumpur inipun dapat dinyatakan tidak toksik untuk dipapar dilingkungan padat. Tidak dilakukan

Tabel 6. Pengamatan Uji LD₅₀ 96 jam

Konsentrasi	Substansi				pH				BRT CCG			
	Hari				Hari				Hari			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Kontrol	1	24	28	28	6,8	6,8	6,8	6,8	6,4	4,47	5,18	
	2	24	28	28	6,9	6,8	6,8	6,8	6,5	4,85	5,44	
	3	24	28	28	7	6	6	6	6,5	5,43	5,88	
Rata-rata		24,7	27,3	25,7	6,9	6,5	6,5	6,5	6,5	4,9	5,5	
Konsentrasi 5%	1	25	28	25	6,8	6,8	6,8	6,8	6,5	4,51	5,24	
	2	23	29	25	6,8	6,4	6,8	6,8	6,6	5,27	6,2	
	3	24	29	25	6,9	6	6	6	6,4	4,11	5,35	
Rata-rata		24,0	29,7	25,0	6,9	6,4	6,5	6,6	6,5	4,6	5,6	
Konsentrasi 10%	1	25	28	25	7	6,8	6,8	6,8	6,6	4,55	5,42	
	2	25	27	25	6,8	6,4	6,8	6,8	6,6	5,27	6,7	
	3	25	29	25	6,8	6	6	6	6,6	4,11	5,38	
Rata-rata		25	29,7	25	6,9	6,4	6,6	6,6	6,6	4,6	5,7	
Konsentrasi 20%	1	24	28	25	6,8	6,8	6,8	6,4	4,49	5,42		
	2	25	28	25	6,8	6,7	6,8	6,3	4,76	5,7		
	3	24,5	28	25,5	6,8	5,8	6,4	5,77	5,36			
Rata-rata		24,5	28,7	25,2	6,8	6,4	6,4	6,4	5,0	5,7		
Konsentrasi 40%	1	25	28	25	6,8	6,8	6,8	6,4	4,77	4,81		
	2	25	28	25,5	6,8	6,8	6,8	6,5	5,5	6,58		
	3	24,5	28	25	6,8	5,8	6,4	5,79	6,04			
Rata-rata		24,8	28,7	25,2	6,8	6,5	6,4	6,2	5,51	4,62		
Konsentrasi 60%	1	25	30	25	6,8	5,8	6,3	4,75	4,03			
	2	25	29	25	6,8	5,4	6,3	4,72	3,71			
	3	25	30	25	6,8	5,4	6,2	5,51	4,62			
Rata-rata		25,0	29,7	25,0	6,8	5,5	6,3	5,0	4,1			

pengujian ED₅₀ karena sampai batas dosis pengujian 80 % tidak terdapat kematian hewan uji, tetapi ada kecenderungan menurunkan berat cacing sebagai hewan uji. Oleh sebab itu dapat dikatakan bahwa limbah lumpur ini aman

3.8 Uji Kelarutan dalam Air dan Uji LC₅₀.

Uji Kelarutan cuplikan dilaksanakan dengan cara melarutkan sampel dengan simulasi air hujan dan perendaman. Mengacu metode dalam panduan OECD untuk testing limbah, maka larutan sampel hasil tumpang dilakukan uji LC₅₀. Dari hasil pengujian didapatkan nilai LC₅₀ 96 jam sebesar 0,4 % dengan sifat toksisitas yang akut. Efek perlakuan awal terhadap limbah diduga mengakibatkan reaksi yang akut jika bersinggungan dengan perairan.

Hasil pengujian LC₅₀ untuk lumpur limbah kulit dapat dilihat pada Tabel 7 dan ini berkecenderungan tidak bersifat toksik.

Tabel 7 menunjukkan bahwa tidak dijumpai adanya kematian hewan uji yang mencapai 50%. Pada konsentrasi hingga 0,5% hanya dijumpai adanya kematian hewan uji sebesar 10%, yakni pada konsentrasi 0,4%. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa lumpur ini juga aman bagi hewan air.

3.9 Pembuatan Landfill

a. Penggalian lubang landfill dan sistem pelapisannya

Produksi Lumpur kering setelah diolah disaringan pasir ialah sebesar ± 20 karung = 300 kg per minggu = 14.400 kg dalam satu tahun. Landfill didesain untuk dioperasikan selama 5 – 6 tahun yang dapat menampung lumpur sebanyak 84.000 kg. Sehingga volume landfill yang dibuat minimal 56 m³ dengan ukuran 4,82 x 6,5 x 3,5 m³.

Tanah yang sudah dialokasikan untuk pembuatan landfill, terlebih dahulu dibersihkan dari tanaman, sampah maupun bebatuan yang tidak digunakan (Gambar 4)

Selanjutnya landfill dibuat dengan menggali lobang seluas 4,82 x 6,5 x 3,50 m.

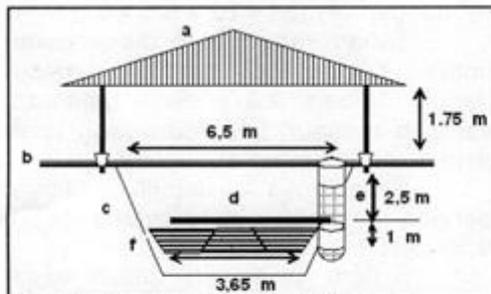
Sistem pelapisan dasar terdiri dari: lapisan dasar tebal 25 cm terdiri dari tanah liat yang telah dimampatkan; lapisan pelindung terdiri dari tanah

Tabel 7. Pengamatan Uji sebenarnya LC₅₀ 96

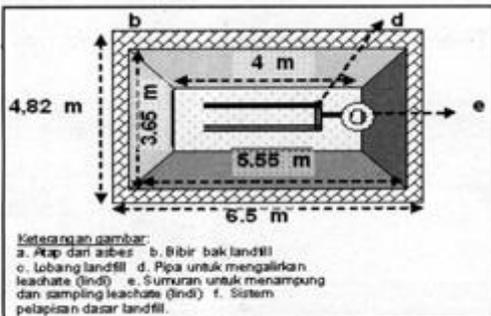
KONSENTRASI		SUHU °C				pH				LETHAL				
		H0	H1	H2	H3	H4	H0	H1	H2	H3	H4	H1	H2	H3
Kontrol	1	27	27	26	27	26	7	7,4	5,9	7,1	7,2	1	0	0
	2	27	27	26	26,5	26	7	7,4	5,7	7,1	7,2	0	1	0
Konsen 0,1%	1	27	26,5	26	27	26,5	7,1	7,4	5,8	7,2	6,9	1	1	1
	2	27	27	26	27	26	7,1	7,4	5,8	7,1	7,1	2	0	1
Konsen 0,2%	1	27	26,5	26	27	26,5	7,1	7,4	5,8	6,5	6,9	1	2	1
	2	27	27	26	27	26	7,1	7,4	5,8	6,9	6,9	2	2	1
Konsen 0,3%	1	27	26,5	26	27	26,5	7,1	7,4	5,8	6,4	6,4	1	0	1
	2	27	27	26	27	26	7,2	7,4	5,8	6,4	6,4	0	0	0
Konsen 0,4%	1	27	27	27	27	26,5	7,2	7,4	5,8	6,5	6,4	0	0	0
	2	27	27	26,5	27	26,5	7,2	7,4	5,8	6,4	6,4	0	1	1
Konsen 0,5%	1	27	26,5	26,5	27	26,5	7,3	7,4	5,8	6,9	6,4	0	0	0
	2	27	27	26,5	27	26,5	7,2	7,4	5,8	6,7	6,4	0	0	0

biasa setebal 20 cm; lapisan pendeteksi tebal 30 cm terdiri dari batu kerikil diameter 2 – 3 cm; ijuk – batu kerikil; lapisan tanah penghalang tebal 25 cm terdiri dari tanah liat yang telah dimampatkan; lapisan geomembran tebal 0,75 cm; berupa lembaran utuh dengan ukuran 7 x 8 m. Seluruh bagian bak landfill (dasar dan dinding) tertutup oleh geo membran); Sistem penyaluran lindi berupa pralon pvc diameter 2 inc, yang dipasang berbentuk U (lihat Gambar 3). dari bak landfill ke bak penampung lindi.

Kemiringan galian ini sekitar 60. Sehingga luas dasar 3,65 x 4 m dan tinggi 2,5 m, selain bagian dasar yang dilapisi tanah liat, bagian dinding juga dilapisi tanah liat seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 2 . Potongan landfill tampak samping



Gambar 3 . Potongan lobang landfill tampak dari atas

b. Pemasangan bis beton penampung *leachate* (lindi)

Bis beton yang digunakan untuk menampung *leachate* mempunyai ukuran diameter 60 cm yang dilengkapi dengan 2 penutup, atas dan bawah yang terbuat dari beton juga. Bis beton penampung *leachate* ini diletakkan disisi galian landfill, seperti yang terlihat pada Gambar 2 dan 6.

c. Pemberian Tanah Urug dan Pelapisan selanjutnya (ijuk, kerikil, ijuk)

Sesudah pemberian lapisan dasar yang berupa tanah liat (20 cm), maka pelapisan selanjutnya adalah pemberian tanah urug (15 cm), kerikil, ijuk, kerikil (30 Cm), tanah urug (15 cm), pemberian tanah liat lagi (20 cm).



Gambar 4 . Pembersihan lahan dan pengukuran



Gambar 5 . Sistem pelapisan dan kemiringan landfill

d. Pemasangan geomembran

Pemasangan geomembran sesuai dengan kebutuhan yakni seluas 340 m², dengan lebar 7 m dan dengan panjang hampir 50 m.. Geomembran ini dibagi dalam 2 potong, satu untuk lapis tempat lumpur, seperti yang terlihat dalam gambar, dan potongan satu lagi untuk penutup sesudah landfill penuh. Sedangkan Gambar 8 menunjukkan proses pemasangan geomembran dan pralon PVC untuk mengalirkan lindi (*leachate*) dari bak landfill ke bak penampung *leachate* (lindi) telah



Gambar 6 . Landfill sebelum dipasang geomembran



Gambar 7 . Geomembran sudah dipasang



Gambar 8 : Bak penampung lindi



Gambar 9 . Landfill siap untuk digunakan

selesai. Gambar 8. menunjukkan sumur penampung lindi (*leachate*) yang terbuat dari bis beton dengan diameter 60 cm dengan kedalaman 2,5 m.

Landfill yang sudah selesai tersebut (Gambar 9), mempunyai volume 56 m³. Produksi Lumpur kering setelah diolah disaring pasir ialah sebesar ± 20 karung per minggu, dengan berat ± 15 kg per karung. Dalam satu bulan akan menghasilkan 1.200 kg atau 14.400 kg satu tahun.

Diasumsikan 1 karung menggunakan ruang 0,01 m³. Untuk 1 m³ akan terisi lumpur sebanyak 100 karung. Sehingga untuk volume 56 m³ akan terpenuhi oleh lumpur sebanyak 5600 karung, atau sebanyak 84.000 kilogram. Sehingga landfill tersebut akan penuh dalam waktu 5,8 tahun.

IV. KESIMPULAN

1. Selama kegiatan penelitian tahun I telah dapat diperoleh suatu prototip
2. landfill tipe 3 yakni dengan dua lapis geomembran dengan ukuran panjang x lebar x dalam = 6 x 1 x 2 m, dari empat prototip yang dibuat.
3. Selama kegiatan penelitian tahun II telah dapat buat sebuah landfill tipe III yakni dengan dua lapis geomembran dengan ukuran 4,82 x 6,5 x 3,5 m³ yang akan penuh dalam waktu 5,8 tahun.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Balai Pengujian Konstruksi dan Lingkungan, Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah, Propinsi DIY, 2004. Pengujian Struktur Tanah dan Batuan di Kawasan Industri Piyungan. Lokasi Desa Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta.
2. BAPEDALDA Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, 2005. Ketentuan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).
3. Bosnic, M, Jakov Buljan, R.P. Daniels, 1997. *Pollutants in Tannery Effluents Definitions and Environmental Impact limits for Discharge into Water Bodies and Sewers*, Effluent Treatment Technologies, BLC. – The Leather Technology Centre
4. Costle, DM, et al, 1979, *Leather Tanning and Finishing Point Source Category of Effluent Guidelines Division Office of Water and Waste Water Management*, US Environmental Protection Agency Wasington, DC.
5. Davis, M>L and David a. Cornwell, 1991. *Introduction to Environmental Engineering*, McGraw-Hill, Inc, New York.
6. Langais, R.j. and Shivas, S.A.J, 1989, *A Method to Convert Tannery Sludge Into A Soil Extender*, Jalca, Volume 84.
7. Post,V & Swaminathan, M, Aloy, T. Poncet, CTC, France, 2000, *Manual on Landfill for tannery sludge*, Regional Programme for Pollution Control in the Tanning Industry in South-East Asia, UNIDO
4. Salvato, JR.1972, *Environmental Engineering and Sanitation*, Wiley, invercience, New York.