

TA/TL/2006/0066

TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	5 Juli 2006
NO. JUDUL :	002006
NO. INV. :	5200002006001
NO. INDIK. :	

**PEMANFAATAN LIMBAH SLUDGE KROM PENYAMAKAN
KULIT SEBAGAI BAHAN PEWARNA GLASIR**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian
persyaratan memperoleh derajat sarjana Teknik Lingkungan



Disusun Oleh :

Nama : Ismail Hidayat
No. Mahasiswa : 00 513 003

**DIBACA DI TEMPAT
TIDAK DI BAWA PULANG**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2006


LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH *SLUDGE* KROM PENYAMAKAN KULIT SEBAGAI BAHAN PEWARNA GLASIR

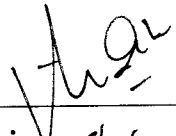
Nama : ISMAIL HIDAYAT
No. Mahasiswa : 00 513 003
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I
Ir H. Kasam, MT


Tanggal : 2 - 3 - 06

Dosen Pembimbing II
Andik Yulianto, ST


Tanggal : 4/3 '06

Persembahan

Dengan kerelaan Hati

Tugas Akhir ini Kupersembahkan Kepada :

1. Bapak dan ibuk
2. Mbak Anik. Tante nan, Om dayat, Si gembul,

yang selalu memberikan do'a dan dorongan materiil maupun spiritual

Moto

*“Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan
(kepada Allah) dengan sabar dan shalat,
sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”
(Qs.2 : 153)*

*“Dan sungguh akan Kami berikan cobaan kepadamu,
dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta,
jiwa dan buah-buahan.
Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar”
(Qs.2 : 155)*

*“Dan sesungguhnya Kami benar-benar akan menguji kamu agar Kami
mengetahui orang-orang yang berjihad dan bersabar diantara kamu; dan agar
Kami menyatakan (baik buruknya) hal ihwalmu”
(Qs 47 : 31)*

PEMANFAATAN LIMBAH *SLUDGE* KROM PENYAMAKAN KULIT SEBAGAI BAHAN PEWARNA GLASIR

Oleh
Ismail Hidayat

ABSTRAK

Pada Peraturan Pemerintah No 85 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Beracun (B3), limbah *sludge* Krom dari penyamakan kulit termasuk dalam kategori B3, sehingga perlu pengolahan secara khusus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat immobilisasi logam berat (Cr) dalam glasir dan juga untuk mengetahui keausan Glasir tersebut.

Metode penelitian yang digunakan adalah solidifikasi limbah *sludge* krom sebagai bahan pewarna Glasir. Dengan penambahan variasi limbah *sludge* krom 10%, 20%, 30%, dan 40% dalam bahan Glasir (pasir silika, Borax, kaolin) setelah itu, dikuaskan pada Biskuit/Keramik dengan ukuran 4 cm x 2 cm x 0.5 cm, dengan jumlah variasi 5 yang mana setiap variasi ada 15 sampel, kemudian dilakukan pembakaran pada suhu 1150 °C selama 6 jam. Setelah benda uji (glasir) jadi kemudian dilakukan uji keausan, yaitu selisih berat antara sebelum dan sesudah benda uji diauskan, serta uji lindi (*leachate*) dengan metode TCLP.

Dari hasil penelitian, dengan adanya penambahan Limbah *sludge* krom pada konsentrasi 40% menghasilkan keausan terendah sebesar 0.0299 gr/2 cm², sedangkan keausan terbesar didapat pada glasir tanpa limbah yaitu 0.0443 gr/2 cm². Hal ini masih dibawah keausan glasir keramik pasaran (Mulia 0.1204gr/2 cm², Diamond 0.0877 gr/2 cm², KIA 0.0515 gr/2 cm², Roman 0.6462, gr/2 cm² dan Milan 0.0417 gr/2 cm²) sebagai pembanding. Sedangkan nilai lindi dengan metode TCLP dari setiap variasi tidak terdeteksi (dibawah limit deteksi alat 0.1 ppm), hal ini nilai lindi/*leachate* dibawah baku mutu yang ditetapkan Peraturan Pemerintah No 85 tahun 1999 untuk logam berat (Cr) 5 ppm, sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah *sludge* krom dapat dimanfaatkan baik dari aspek teknis (keausan) maupun kesehatan dan lingkungan.

Kata kunci : limbah *sludge* krom, solidifikasi, keausan, *Leachate*

The use of Crom Sludge Waste in Leather Tanning As Colour Material Glasir

ABSTRACT

*By
Ismail Hidayat*

According to Government Rule (PP) No. 85 on 1999 about the handle of the hazardous waste (B3). Sludge crom waste that produced in leather tanning process included in B3 category, there fore it needs to be properly handled. The research was made to identify the level of heavy metal immobilization (cr) and also to know the wearing out level of the glasir.

Research methods used is solidification sludge crom waste is a colouring material. Glasir. With variation sludge crom waste 10 %, 20 %, 30 %, and 40% on glasir material (Silica, Borax, Kaolin), with member of variation is 5 that resulted on 15 samples for each variation. Next procedur is heating process on 1150 OC for six hours after the sample (Glasir) have been done well, then we have a wearing out tst, that is the difference of weight between before and after, the samples have been weared out, also the Lindi tst (leachate) by TCLP method.

Based on the research's result, with addition of chrom sludge waste on 40 % concentration, resulting in the lowest wearing out value that is 0.0299 gr/2 cm² and highgest wearing out can get from the glasir without waste is 0.0443 gr/2 cm². Wearing uot of this ceramic it still under from market (Mulia 0.1204 gr/2 cm², Diamond 0.0887 gr/2 cm², KIA 0.0515 gr/ 2 cm², Roman 0.06462 gr/ 2 cm² and Milan 0.0417 gr/ 2 cm²). While in lindi score with TCLP metod of earch various undetection (under the limits detections 0.1 ppm), the leachate score it is still under the standard quality by government Rule (PP) No.85 on 1999 for heavy metal (Cr) 5 ppm. We can get the conclusion that sludge crom waste can be used from technist aspect for healty and environmental

Keyword : Sludge crom waste, Solidification, Wearing out, Leachate

KATA PENGANTAR

Assalamu `alaikum Wr. Wb

Dengan memanjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, tidak lupa juga shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai suatu persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII. Adapun Tugas Akhir yang dilaksanakan penyusun mengambil judul **“PEMANFAATAN LIMBAH SLUDGE KROM PADA PENYAMAKAN KULIT SEBAGAI BAHAN PEWARNA PADA GLASIR”**

Dalam kesempatan ini, penyusun tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak H. Ir. Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan UII, sekaligus Dosen pembimbing I
2. Bapak Eko Siswoyo, ST sebagai Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan UII
3. Bapak Andik Yulianto, ST sebagai Dosen Pembimbing II
4. Bapak Hudori, ST, Bapak Luqman Hakim, ST, Msi, selaku dosen di jurusan Teknik Lingkungan UII
5. Bapak, Ibuk, Mbak Anik, Mbak Nan, Om Dayat, yang selalu memberikan doa dan dorongan materiil maupun spiritual, Si Gembul jangan Ngompol lagi ya.....!!!! kan dah Gede. Ana & Pin makasih doanya.
6. Ibu Sri Sutiasmi *maturnuwun sa-nget wejangane* tanpa ibu *kulo boten saget* Tugas Akhir
7. Pakde Yanto, makasih tentang info glasirnya
8. Lek Suhar, *“nuwun yo lek”* limbah-he.
9. Mbak Tien, Mas Juki, Mbak Re, Mas par, Mas Topik, Mas sigit temen-temen *“Burat Kriasta”* makasih dah dibantu bikin Glasir.
10. Mas Tasyono dan Pak sam yang dah bantu di lab

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Masalah.....	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Limbah Bahan Berbahaya Beracun.....	5
2.2. Solidifikasi	7
2.2.1. Pengertian solidifikasi	7
2.2.2. Prinsip Dasar Solidifikasi.....	9
2.3. Penyamakan Kulit.....	12
2.4. Bahan Penyamakan Kulit	13
2.4.1. Bahan Baku dan proses Penyamakan Kulit	14

2.4.2. Proses Penyamakan Kulit.....	14
2.4.3. Sumber dan Karakteristik Limbah Industri Penyamakan Kulit	17
2.5. Kromium	19
2.5.1. Sifat dan Penyebaran Kromium	19
2.5.2. Cr dalam Lingkungan	20
2.5.3. Keracunan Cr	20
2.6. Glasir	22
2.6.1. Berdasarkan Cara Penyiapannya, Glasir dapat dilakukan dengan 2 cara	22
2.6.2. Bahan yang digunakan Untuk membuat Glasir.....	22
2.6.3. Jenis jenis glasir.....	23
2.6.4. Teknik Pengglasiran.....	26
2.6.5. Komposisi Glasir dalam % berat untuk Glasir bakaran rendah dan tinggi	27
2.7. Pasir Kwarsa (silika).....	29
2.8. Borax ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).....	31
2.9. Kaolin.....	33
2.10. Keausan	35
2.11. Lindi/ <i>Leachete</i>	36
2.12. Hipotesa.....	36
 BAB III. Metodologi Penelitian.....	 38
3.1. Lokasi Penelitian.....	38
3.2. Variabel Penelitian.....	38
3.3. Bahan dan Alat Penelitian.....	39
3.4. Tahapan Pelaksanaan Penelitian	39
3.4.1. Persiapan Bahan.....	41
3.4.2. Analisa Karakteristik Limbah <i>sludge</i> Krom.....	41
3.4.3. Rancangan Campuran.....	41
3.4.4. Pembuatan Glasir	42

3.4.5. Pengujian Glasir	44
BAB IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan	45
4.1. Hasil Penelitian	45
4.1.1. Karakteristik Limbah <i>sludge</i> krom	45
4.1.2. Uji Keausan.....	46
4.1.3. Uji TCLP.....	48
4.1.4. Efisiensi Immobilisasi Logam Berat (Cr) dalam Glasir...	48
4.2. Pembahasan.....	49
4.2.1. Karakteristik Limbah <i>sludge</i> krom	49
4.2.2. Warna.....	50
4.2.3. Uji Keausan.....	50
4.2.4. Uji Statistik (Anova) untuk keausan.....	51
4.2.5. Uji Lindi/ <i>Leachate</i>	54
4.3. Biaya Produksi.....	56
BAB V. Kesimpulan dan Saran	58
5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sumber dan jenis buangan industri penyamakan kulit.....	18
Tabel 2.2 Komposisi Glasir berdasarkan suhu rendah dan tinggi.....	27
Tabel 3.1 Komposisi glasir dan limbah <i>sludge</i> krom.....	42
Tabel 4.1 Karakteristik Fisik limbah <i>Sludge</i> Krom.....	45
Tabel 4.2 Karakteristik Kimia limbah <i>Sludge</i> Krom.....	45
Tabel 4.3 Hasil pengujian keausan Glasir rata-rata.....	46
Tabel 4.4 Hasil Analisa TCLP Logam Berat (Cr) Rata-rata.....	48
Tabel 4.5 Biaya produksi Glasir.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Analisis kandungan Cr awal
- Lampiran 2 Pemeriksaan Berat Jenis
- Lampiran 3 Pemeriksaan Berat Volume
- Lampiran 4 Modulus Halus
- Lampiran 5 Uji keausan Glasir keramik Pasaran
- Lampiran 6 Uji keausan Glasir
- Lampiran 7 Analisis pH ekstraksi
- Lampiran 8 Hasil analisis Leachate dengan metode TCLP
- Lampiran 9 Tahapan Pengujian TCLP
- Lampiran 10 Biaya Produksi
- Lampiran 11 Uji Anova
- Lampiran 12 PP No. 85 Tahun 1999
- Lampiran 13 Gambar Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan adanya Industri selain menghasilkan produk yang dapat membantu manusia, juga dapat menghasilkan produk sampingan yaitu berupa limbah baik itu limbah padat, cair maupun gas apalagi kalau limbah tersebut tergolong dalam kategori B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang mana dapat membahayakan kesehatan manusia, jika limbah tersebut dibuang begitu saja tanpa perlakuan yang baik. Dari berbagai macam persoalan, limbah B3 merupakan salah satu permasalahan yang cukup serius dan perlu dicari permasalahannya.

Di Indonesia Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dari tahun ke tahun semakin meningkat, Hal ini dapat dilihat dengan *trend* peningkatan limbah B3 pada tahun 1990 sebesar 4.322.862 ton sedangkan pada tahun 1998 jumlah limbah B3 di Indonesia meningkat menjadi 8.772.696 ton. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat seiring dengan perkembangan industrialisasi di Indonesia. Hasil survei pihak Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) menyebutkan, limbah B3 yang masuk dari Singapura ke Pulau Galang Baru, Batam, Provinsi Kepulauan Riau itu pada 29 Juli 2004 berjumlah 1.762 kantung (1.149,4 ton). (Kompas, 17 Februari 2005). Dengan melihat kuantitas/jumlah B3 yang tiap tahunnya mengalami peningkatan yang cukup signifikan maka hal ini dapat diminimalisasi antara lain dengan teknologi solidifikasi yang bertujuan

mengubah limbah yang berbahaya dan beracun menjadi sesuatu yang tidak memiliki tingkat bahaya dan beracun..

Daerah Istimewa Yogyakarta banyak sekali terdapat Industri terutama industri Rumah Tangga yang bergerak di bidang pembuatan tempe, kerajinan perak, industri batik, penyamakan kulit dan lain sebagainya, yang mana dari kegiatan tersebut menimbulkan limbah yang masih terdapat unsur atau senyawa yang masih berbahaya bagi kesehatan manusia. Dalam penelitian kali ini Industri yang digunakan adalah industri penyamakan kulit yang banyak menimbulkan limbah yang merupakan salah satu bahan limbah berbahaya dan beracun (B3) yaitu limbah *sludge* krom oleh karena itu perlu diupayakan agar setiap kegiatan industri dapat meminimalkan limbah yang berbahaya dan beracun seminimal mungkin.

Meminimalkan limbah yang berbahaya dan beracun dimaksudkan agar limbah yang ditimbulkan paling tidak dapat memenuhi standar baku mutu limbah, dengan cara antara lain : mengurangi pada sumber dengan pengolahan bahan, substitusi bahan, pengaturan operasi kegiatan yang baik dan teknologi bersih

Teknologi Glasir keramik merupakan salah satu Teknologi atau metode yang dapat digunakan untuk menanggulangi limbah *sludge* krom dengan cara yaitu pemadatan menggunakan bahan pembentuk gelas yang direaksikan pada suhu tinggi, sehingga terbentuk gelas atau keramik. Dengan cara ini diharapkan limbah *sludge* krom dapat terikat dan tidak tersebar ke lingkungan sehingga pencemaran lingkungan dapat *diminimalisasi* atau ditiadakan.

3. Menciptakan produk yang ramah lingkungan

1.5 Batasan masalah

Untuk membatasi kajian yang akan dibahas, maka penelitian ini membahas mengenai :

1. Proses pengolahan limbah *sludge* krom dengan teknologi solidifikasi untuk limbah krom dengan Glasir sebagai campuran.
2. Parameter yang diuji adalah limbah *sludge* kromium (Cr), uji keausan, dan uji lindi.
3. Pemanasan suhu yang digunakan adalah 1150 °C
4. Benda uji berbentuk segi empat dengan ukuran panjang 4 cm, lebar 2 cm, serta ketebalan 0.5 cm
5. Variasi penambahan Limbah *Sludge* Krom 0%, 10%, 20%, 30%, 40% sebagai campuran pada Glasir
6. Komposisi Glasir (20%Pasir kwarsa, 75%Borax, 5%Kaolin)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya

Limbah yang ditimbulkan oleh industri dapat berupa bahan organik maupun anorganik. Sebagian dari limbah industri tersebut termasuk ke dalam kategori limbah B3. selain dari kegiatan industri, limbah B3 dapat ditimbulkan juga dari kegiatan-kegiatan kesehatan (seperti limbah infeksius), kegiatan pertanian (dalam penggunaan pestisida), atau dalam kegiatan pendayagunaan energi nuklir. Penanganan limbah B3 yang kurang baik dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan, seperti penyakit akut, keracunan, dan terakumulasinya unsur beracun.

Berdasarkan Peraturan pemerintah (PP) RI No.74 tahun 2001 yang mengatur tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan beracun (B3) menyebutkan bahwa pengertian B3 (pasal1), sebagai berikut:

“Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat dengan B3 adalah bahan yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan atau merusak lingkungan hidup, dan atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya”

Di samping itu disebutkan pula bahwa yang termasuk B3 adalah limbah yang memenuhi salah satu atau lebih klasifikasi (pasal 5 ayat 1) di bawah ini:

- a. mudah meledak (*explosive*)

- b. Pengoksidasi (*oxidizing*)
- c. Sangat mudah sekali menyala (*highly flammable*)
- d. Mudah menyala (*flammable*)
- e. Amat sangat beracun (*extremely toxic*)
- f. Sangat beracun (*highly toxic*)
- g. Beracun (*moderately toxic*)
- h. Berbahaya (*harmful*)
- i. Korosif (*corrosive*)
- j. Bersifat iritasi (*irritant*)
- k. Berbahaya bagi lingkungan (*dangerous to the environment*)
- l. Karsinogenik (*carcinogenic*)
- m. Teratogenik (*teratogenic*)
- n. Mutagenik (*mutagenic*)

Salah satu contoh dari bahan beracun dan berbahaya (B3) yaitu logam berat, misalnya Hg, Pb, Cu, Cr, dan Ni. Logam berat sebenarnya masih termasuk golongan logam dengan kriteria yang sama dengan logam lainnya. Perbedaannya terletak pada pengaruh yang dihasilkan apabila logam ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup, akan timbul pengaruh khusus. Kelompok logam berat memiliki ciri:

1. Spesifik gravity yang sangat besar (>4)
2. Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur lantanida dan aktinida.
3. Mempunyai respon biokimia spesifik pada organisme hidup

Dapat dikatakan bahwa semua logam berat yang bila masuk secara berlebihan ke dalam tubuh, akan berubah fungsi menjadi zat beracun bagi tubuh yang merusak tubuh makhluk hidup.

2.2 Solidifikasi

2.2.1 Pengertian Solidifikasi

Adalah suatu metode untuk mengubah limbah yang terbentuk padatan halus menjadi padat dengan menambahkan bahan pengikat kemudian dilanjutkan dengan penambahan bahan pematat (*Solidifying Agent*). Tujuannya adalah untuk mengubah limbah yang bersifat berbahaya menjadi tidak berbahaya dengan merubah karakteristik fisik dengan cara mengubah bentuk limbah cair atau Lumpur limbah menjadi bentuk padat monolit untuk mengurangi kemampuan atau penyebaran dari zat pencemar yang ada dalam limbah sehingga diperoleh produk dalam bentuk matrik padat sehingga mudah diangkut dan disimpan

Metode ini dilatarbelakangi dari suatu kenyataan bahwa bahan yang termasuk ke dalam golongan bahan berbahaya dan beracun tingkat bahaya yang paling tinggi bila dalam bentuk gas dan paling rendah bila dalam bentuk padat(Manahan,1994).

Bahan yang digunakan dalam proses *solidifikasi* adalah bahan non *radioaktif* untuk mengikat limbah menjadi satu kesatuan (*monolit*). Bahan yang digunakan disesuaikan dengan:

1. Kemampuan unsur pencemar dari limbah yang meliputi : jenis, sifat, dan tingkat bahaya dari bahan pencemar.
2. Sifat fisik dan kimia limbah : cairan, lumpur, resin penukar ion dan zat padat.

3. Sifat pengepakan dalam kaitannya dengan sistem pembuangan.

Tujuan dari proses *solidifikasi* antara lain :

1. Meningkatkan karakteristik fisik dan penanganan limbah
2. Mengurangi luas permukaan sehingga kontaminan yang lolos menjadi lebih sedikit
3. Membatasi kelarutan pencemar
4. Mereduksi *toksitas*.

Komponen utama dalam proses solidifikasi itu sendiri yaitu:

- Binder (pengikat) : Bahan yang akan menyebabkan produk solidifikasi menjadi lebih kuat seperti semen pada adukan beton.
- Sorben : Bahan yang berfungsi untuk menahan komponen pencemar dalam matrik yang stabil.
- Bahan lain, seperti agregat (pasir, kerikil) atau aditif lainnya.

Adapun beberapa proses dari solidifikasi antara lain:

1. Proses yang berbasis pada semen (sementasi)
Yaitu proses pemadatan limbah dengan menggunakan matrik semen, sehingga akan menjadi padatan (monolit blok)
2. Proses dengan pozzolan
Yaitu Proses pemadatan limbah menggunakan tanah pozzolan (silikat dan aluminat) dimana akan mengeras bila bercampur dengan kapur atau semen dan air.
3. Proses termoplastis

Setiap permukaan kontak bertindak sebagai batas antara dua kristal, sehingga dengan demikian tiap inti akan membentuk kristal atau butirnya sendiri yang oleh batas butir dipisahkan dari sesama butir yang lain. Batas butir pada hakikatnya adalah daerah transisi dengan lebar hanya beberapa diameter atom. Di sini atom-atom menyesuaikan diri terhadap orientasi kristal pada butir-butir yang mempengaruhinya. Jika hanya sedikit inti yang terbentuk selama pembekuan, maka ukuran butir kristalin akan besar. Demikian pula, bila hanya sebuah inti yang mendapat kesempatan tumbuh, maka kristal yang terbentuk adalah kristal tunggal (R.E.Smallman, 1991).

Secara umum proses pengolahan limbah industri dengan metode/teknologi yang ada pada saat ini tidak terlepas dari hukum termodinamika yang menyatakan bahwa suatu zat tidak dapat dihilangkan atau musnah, melainkan hanya berubah sifat/jenis dari satu bentuk menjadi bentuk lainnya. Oleh karena itu dari setiap kegiatan proses transformasi dari bahan baku menjadi produk akan mengeluarkan berupa hasil buangan/*waste*.(Fikri.R dikutip dari Breck,W.G.1997).

Dalam proses *solidifikasi* menggunakan mineral lokal yang mana mineral lokal merupakan mineral yang keberadaannya terdapat di Indonesia sehingga sumber daya alam terutama mineral dapat digunakan seoptimal mungkin guna mereduksi beban pencemaran khususnya limbah bahan berbahaya dan beracun. Mineral lokal yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Pasir silika dengan dilakukan proses pemanasan yang berfungsi untuk mengubah bentuk limbah menjadi bentuk glass.

Pemanasan yang dilakukan pada suhu 150°C terjadi reaksi air mekanis dan air yang terperangkap dalam mineral akan menguap, banyaknya air yang menguap tergantung pada ukuran mineral. Reaksi dehidrasi air kristal mulai terjadi pada suhu 450°C sampai 700°C yang mana akan terjadi dekomposisi mineral, yaitu lepasnya air terhidrat dalam mineral. Pada suhu 700°C terjadi reaksi dehidrasi air mekanis dan reaksi dehidrasi air kristal atau reaksi dekomposisi. Reaksi kristalisasi terjadi pada suhu 1000°C dan transformasi senyawa-senyawa oksida membentuk senyawa-senyawa kristalin. Pada pemanasan tahap ini mineral telah mengurai total menjadi *silik amorf* dan *alumina amorf* serta terjadi reaksi oksidasi dari senyawa pengotor yang mudah teroksidasi pada suhu tinggi yang mana adanya oksidasi ini berpengaruh terhadap pembentukan monolit.

Pemanasan sampai suhu 1300°C terjadi reaksi kristalisasi silika dari bentuk *amorf* menjadi *crystobalite*. Sampai tahap ini telah mulai terjadi *vitrifikasi* dari mineral yang dipanaskan dengan ruang-ruang kosong yang terjadi karena ditinggal oleh air dan senyawa organik yang terbakar (teroksidasi) akibat adanya reaksi dehidrasi dan oksidasi yang sudah mulai merapat. Untuk mendapatkan kualitas *solidifikasi* yang baik dengan pemerataan unsur yang akan *disolidifikasi* dengan bahan *Solidifying Agent*, maka homogenitas harus dijaga antara bahan yang digunakan dan unsur yang akan *disolidifikasi*. (Fikri.R dikutip dari Endro.2001).

Pasir silika mampu melakukan penyerapan, agar unsur yang telah terserap tidak terlepas baik karena adanya reaksi dari luar ataupun kerusakan struktur, maka harus dipadatkan menjadi satu kesatuan dengan memperhatikan komposisi

mg/l. Mengingat hal tersebut maka limbah harus diolah sebelum dibuang ke perairan umum (Anonim, 2001).

2.4 Bahan Penyamakan Kulit

Bahan untuk penyamakan industri kulit terbagi menjadi 4 golongan besar yaitu :

- 1) Bahan penyamakan nabati adalah bahan penyamakan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan baik kulit kayu, buah atau daun-daun seperti : kulit kayu, pinang, mahoni, dll.
- 2) Bahan penyamak sintesis adalah bahan penyamak yang terdiri dari bahan-bahan phenol yang telah dibesarkan molekulnya dengan melebihi kondensasi dan sulfinasi. Dalam perdagangan telah merupakan bahan penyamak yang siap dipakai dengan nama antara lain : irgantone, tanigan dll yang mana jenis ini banyak digunakan untuk penyamakan kulit reptil yang membutuhkan warna asli dari kulit tersebut.
- 3) Bahan penyamak minyak adalah bahan yang biasanya berasal dari minyak ikan hiu atau lainnya, yang dalam perdagangan disebut minyak ikan kasar.
- 4) Bahan penyamak khrom adalah bahan penyamak krom dengan dua valensi atom khrom yaitu valensi +3. Bahan ini digunakan untuk menyamak jaket, kulit bok dan sebagainya. Bahan penyamak krom dalam perdagangan dikenal dengan *chromium powder*, *chrom alunin* dan sebagainya.(Eddy, 1985).

2.4.1 Bahan Baku dan proses Penyamakan Kulit

Menurut Anonim (2001) bahan baku dari proses penyamakan kulit terdiri dari :

1. Bahan baku utama : kulit sapi, kulit domba, dan lain lain
2. Bahan pendukung :
 - a. Garam dapur (NaCl)
 - b. Asam sulfat (H_2SO_4)
 - c. Anti septic dan fungisida
 - d. Kapur ($Ca(OH)_2$)
 - e. Bahan pencuci (Hostapol)
 - f. Soda kue ($NaHCO_3$)
 - g. Ammonium sulfide (Na_2S)
 - h. Natrium format (HCOOH)
 - i. Khrom oksida (Cr_2O_3)
 - j. *Solvent* (pelarut)
 - k. Sodium asetat.

2.4.2 Proses Penyamakan Kulit

Kulit binatang terdiri dari sejumlah protein kompleks yang berbeda. Kulit binatang dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian : epidermis, derma/corium dan daging. Epidermis merupakan lapisan kulit terluar dan sebagian besar terdiri dari protein keratin. Derma atau Corium adalah bagian pembentuk kulit tersamak dan mengandung keratin. Daging merupakan lapisan tipis dan sebagian besar terdiri dari jaringan adipose.

Proses- proses yang terpenting dalam penyamakan kulit adalah :

1) Pemeliharaan Kulit

Kulit dapat membusuk dengan cepat. oleh karena itu beberapa metode pemeliharaan telah digunakan untuk menahan aksi bakteri dan disintegrasi bagian-bagian kulit. antara lain dengan menggunakan garam natrium sulfat. Metode ini memerlukan waktu 3-4 minggu pada suhu 13^o C. Kulit kehilangan kelembaban karena dehidrasi dan bertambah berat melalui adsorpsi garam.

Metode pemeliharaan yang lain adalah penyaringan udara dan kombinasi penggaraman dan pengeringan udara.

2) Preparasi Kulit untuk Penyamakan

Langkah pertama proses penyamakan adalah pemeriksaan kerusakan-kerusakan kulit karena kotoran, garam, pencucian dan perendaman.

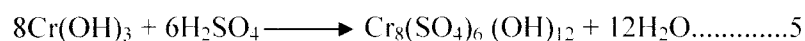
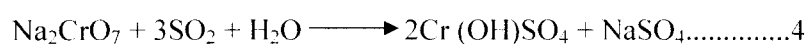
Pencucian dan perendaman kulit merupakan langkah yang cukup penting. Sejumlah natrium polisulfida dan zat aktif permukaan ditambahkan untuk mempercepat perendaman. perendaman kulit yang baik mengandung lebih kurang 65% air.

3) Pengapuran

Pengapuran berat pelepasan dan penghilangan jaringan epidermis dan rambut pada kulit. Kulit diamati dengan visual secara bersamaan dan diletakkan dalam wadah yang mengandung air dengan 10% berat kulit dalam kapur dan 2% berat kapur dalam natrium sulfida yang berperan sebagai zat pemercepat.

5) Penyamakan Kulit

Proses penyamakan kulit ada 2 macam yaitu penyamakan nabati dan khrom. Penyamakan khrom biasanya dibagi dalam 2 proses. Proses pertama menggunakan khrom, asam sulfat sulfat dan proses kedua menggunakan natrium bikarbonat. Larutan khrom untuk proses pertama biasanya diperoleh dari reduksi natrium bikarbonat dengan penambahan berlahan-lahan larutan glukosa atau SO₂ sampai reduksi berlangsung sempurna.



Proses selanjutnya adalah pengecetan dasar, perminyakan, pengeringan dan pengecetan akhir sampai akhirnya diperoleh produk kulit tersamak.

Limbah yang ditimbulkan dari penyamakan kulit terjadi dari hasil proses reduksi yang bahan-bahannya merupakan zat-zat kimia. Dengan demikian limbahnya merupakan limbah kimia yang harus diolah lebih dahulu sebelum dibuang ke perairan.

2.4.3 Sumber dan Karakteristik Limbah Industri Penyamakan Kulit

Limbah cair industri penyamakan kulit berasal dari larutan yang digunakan pada unit pemrosesan yaitu : perendaman air, penghilangan bulu, pemberian bubuk kapur, perendaman dengan ammonia, pengasaman, penyamak, pemucatan sampai pemberian warna. Penghilangan bulu menggunakan kapur dan sulfide merupakan penyumbang/kontributor terbesar beban pencemar pada industri penyamakan kulit.

Menurut Oetoyo (1981) sumber dan jenis buangan industri penyamakan kulit yang ada adalah :

Tabel 2.1 : Sumber dan jenis buangan industri penyamakan kulit

Proses	Jenis Buangan
Perendaman	Detergen, Antiseptik, NaCl
Pengapuran Bulu	Bulu, Protein, Ca(OH) ₂ , Sulfat
Pembuangan kapur	Asam format (HCOOH), NaCl
Pengasaman	H ₂ SO ₄ , NaCl, HCOOH
Penyamakan	Cr, HCOON, Natrium bikarbonat

(Sumber : Oetoyo, etal " Pola Penanganan Limbah Industri Penyamakan Kulit Karet dan Plastik ", Yogyakarta).

Bahan penyamak khrom merupakan bahan penyamak yang paling penting diantara bahan penyamak mineral seperti bahan penyamak alumunium dan bahan penyamak *zirconium*. Hal ini dikarenakan adanya sifat-sifat yang khusus yang dimiliki oleh bahan penyamak khrom yang berhubungan dengan struktur molekul atom khrom itu sendiri.

Bahan penyamak khrom yang digunakan adalah garam yang mengandung atom-atom yang bervalensi +3 (garam khrom trivalen) sebagai chromium oksida (Cr₂O₂) di pasaran kadarnya 25 %.

2.5 Kromium

Pada sub bab ini akan diuraikan mengenai kromium menyangkut sifat dan penyebarannya, keberadaannya dalam lingkungan, kegunaannya dalam kehidupan, serta akibat yang timbul bila keracunan Cr.

2.5.1 Sifat dan penyebaran kromium

Kromium berasal dari bahasa Yunani yaitu chroma yang berarti warna. Logam kromium ditemukan pertama kali oleh Vaqueline, seorang ahli kimia Perancis pada tahun 1797. Logam ini merupakan logam kristalin yang putih keabu-abuan dan tidak begitu liat (Shiling,1964).

Sebagai salah satu unsur logam berat, kromium mempunyai nomor atom 24 dan berat atom 51,996 (${}_{24}\text{Cr}^{51.996}$). Logam berat ini masuk ke dalam golongan VIB Sistem Periodik Unsur, dengan konfigurasi elektron $3d^5 4s^1$. Logam Cr mempunyai densitas 6.9 g/cm^3 pada 20°C , titik lebur (melting point) 1875°C dan titik didih (boiling point) 2665°C pada kondisi 760 Torr (760 mmHg) (kolb,1979).

Berdasarkan sifat-sifat kimianya, logam Cr dalam persenyawaannya mempunyai bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Logam ini tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab, dan bahkan pada proses pemanasan, cairan logam Cr teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit, akan tetapi dalam udara yang mengandung karbondioksida (CO_2) dalam konsentrasi tinggi, logam Cr dapat mengalami peristiwa oksidasi dan membentuk Cr_2O_3 . Kromium merupakan logam yang sangat mudah bereaksi. Logam ini secara langsung dapat bereaksi dengan nitrogen, karbon, silika dan boron (palar, 1994).

2.6 Glasir

Pengertian Glasir adalah suatu lapisan gelas tipis pada barang keramik yang proses pelapisannya melalui pembakaran pada suhu tinggi. (Susilowati 1999)

2.6.1 Berdasarkan cara Penyiapannya, Glasir dapat dilakukan dengan 2 cara

1. Glasir mentah adalah glasir dimana dalam pembuatannya yaitu tidak difrit yaitu dipakai dalam keadaan mentah.
2. Glasir matang atau Glasir frit adalah suatu proses dimana sebagian bahan baku yang digunakan dalam glasir dileburkan terlebih dahulu. Selanjutnya oksida-oksida logam dan pewarna juga dipakai untuk membuat glasir warna. (Susilowati, 1999)

2.6.2 Bahan yang digunakan untuk membuat glasir

1. Sebagai bahan pelebur

Bahan ini adalah bahan-bahan yang mengandung oksida basa yang berfungsi sebagai pengubah kerangka gelas yang menjadi matrik dalam badan keramik dalam jumlah 1 ekuivalen.

Contoh : $\text{Na}_2/\text{K}_2\text{O}$, Litium, Kalsium, MgO , Barium, Seng Oksida, PbO

2. Sebagai bahan Stabilizer

Bahan ini berfungsi sebagai pembentuk yang memperkuat kerangka gelas, dan dapat bereaksi asam dan basa.

Contoh : Alumina (kaoline), Barium, Antimon, Besi dan Kromium

3. Sebagai bahan pembentuk gelas yaitu bahan yang mengandung oksida asam

Contoh : Silika (Kuarsa), Timah, Titanium, ZnO_2 , B_2O_3 , V_2O_5 , PO_2 dan sebagainya.

4. Sebagai aditif

Contoh : Bahan pewarna langsung/spinel, sebagai bahan perekat, sebagai bahan pemberi warna.

2.6.3 Jenis-jenis glasir

Dalam pembuatan glasir pada keramik ada beberapa macam yang dapat digunakan agar keramik tersebut mempunyai nilai tambah yang tinggi

1. Sebagai aditif

Glasir kristal adalah suatu glasir yang mengandung kristal dengan ukuran besar (makro kristal) sehingga dapat dilihat oleh mata. bila glasir kristalin diaplikasikan pada benda keramik, maka akan muncul kristal-kristal dengan bentuk tertentu baik diatas maupun dibawah permukaan glasir. Bentuk-bentuk kristal tersebut merupakan ragam hias yang timbul dengan sendirinya dan mempunyai daya tarik tertentu dan mempunyai nilai jual yang cukup tinggi. Glasir kristalin digunakan untuk mempunyai efek dekorative khusus dalam keramik seni. glasir transparan mengandung kristal-kristal dengan bentuk dan variasi warna yang menarik.(Susilowati, 1999)

2. Glasir Transparan

Glasir transparan adalah glasir mengkilap yaitu penampilan glasir sesudah dibakar memantulkan cahaya jadi seolah-olah bersinar. Glasir transparan ini banyak digunakan untuk keramik hias, seperti guci-guci besar yang diberi dekorasi lalu permukaan guci tersebut diglasir dengan glasir transparan sehingga barang tersebut terlihat menarik dan indah. (Susilowati, 1999)

3. Glasir mat/kusam

Pengertian mat ini adalah berlawanan dengan mengkilap yaitu penampilan glasir sesudah dibakar, sekalipun didekatkan dengan sumber cahaya tetap tidak memantulkan sinar. Glasir mat biasanya berbentuk hablur-hablur yang halus. Manfaat penggunaan glasir mat ini adalah glasir tersebut mempunyai sifat tahan retak dibandingkan dengan glasir transparan, serta memberikan sifat mekanik pada barang teknik. Umur glasir mat ini digunakan juga sebagai lapisan pertama untuk glasir kristal, agar bentuk glasir kristal terlihat lebih indah dan menarik. Untuk membuat glasir mat kita bisa menambah oksida-oksida BaO, MgO, Zr silikat, titan, Alumina, hanya saja pada waktu pembakaran pendinginannya harus perlahan lahan. Pada keramik hias glasir mat ini diperlukan sekali bila kita membuat mural, novelties dan ubin yang dekorasi. (Susilowati, 1999)

		Kaolin	15
		Kuarsa	6
		Zinc ox	9
12	Glafir untuk elektrik porselen bakar 1280 ⁰ C-1320 ⁰ C	Pegnatit	41
		Kuarsa	20
		Dolomite	10.2
		Refractory Clay	5
		Kaolin	5
		Grog	18.8
13	Glafir 107 bakar 1250 ⁰ C-1300 ⁰ C	Felspar	68
		Kapur	17.5
		Kaolin	10
		Kuarsa	4.5

(Sumber : Susilowati, Dra, 1999 Teknologi Proses Pengglasiran)

2.7 Pasir Kuarsa (silika)

Pasir kuarsa mempunyai beberapa sifat cukup spesifik, sehingga untuk pemanfaatannya yang maksimal diperlukan pengetahuan yang cukup mengenai sifat-sifatnyatersebut antara lain:

- a) Bentuk butiran pasir. Bentuk butiran pasir dapat dibagi 4 (empat) macam yaitu: membulat (*rounded*), menyudut tanggung (*sub-angular*), menyudut (*angular*) dan gabungan (*coumpound*). Pasir yang terbentuk bundar memberikan kelolosan yang lebih tinggi daripada yang berbentuk menyudut.
- b) Ukuran buturan pasir. Butiran pasir yang berukuran besar/kasar memberikan kelolosan yang besar sedangkan yang berbutir halus memberikan kelolosan yang lebih rendah. Pasir yang berbutir halus mempunyai luas permukaan yang lebih luas.
- c) Sebaran butiran pasir, dapat dibagi menjadi 4 (empat) macam, yaitu:

1. sebaran ukuran butir sempit, yaitu susunan ukuran butir hanya terdiri dari kurang lebih 2(dua) macam saja.
 2. Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90% ukuran butir pasir terdiri dari 1(satu) macam saja.
 3. sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3(tiga) macam.
 4. sebaran ukuran butir sangat lebar, yaitu susunan ukuran butiran pasir terdiri dari 3(tiga) macam
- d) Susunan kimia, beberapa senyawa kimia yang perlu diperhatikan dalam pasir kuarsa adalah SiO_2 , Na_2O , CaO , dan Fe_2O_3 . kandungan SiO_2 dipilih setinggi mungkin dan kandungan senyawa yang lain serendah mungkin. Makin tinggi kandungan SiO_2 makin tinggi daya penyerapannya. Secara umum pasir kuarsa Indonesia mempunyai komposisi:

1. SiO_2 35.50-99.85 %
2. Fe_2O_3 0.01-9.14 %
3. Al_2O_3 0.01-18.00 %
4. CaO 0.01-0.29 %

5. Sebaran ukuran butir sangat sempit, yaitu 90% ukuran butir pasir terdiri dari 1(satu) macam saja.
6. Sebaran butir pasir lebar, yaitu susunan ukuran butir terdiri dari kurang lebih 3(tiga) macam.

Pasir Kuarsa (silika) merupakan bahan yang penting dalam keramik, termasuk dalam pembuatan keramik. Selain mudah didapat dan murah, pasir ini

pembuatan glass yang hanya ada silika (SiO_2), maka glass akan menjadi kaku. Silika lebur misalnya, sangat kental meskipun dipanasi didaerah suhu dimana ia merupakan benda cair. Satuan struktur bersifat ganda dan struktur jaringannya berikatan saling silang (silika lebur sangat berguna dalam pemakaian tertentu karena nilai muainya yang rendah). Maka dengan adanya flux maka akan mengubah jaringan tersebut. Sebelum diberikan flux maka atom-atom oksigen pada silika berfungsi sebagai atom penghubung yang mengakibatkan ikatan sangat kuat sehingga titik leburnya relative menjadi tinggi. Dengan adanya flux ini maka akan mengubah fungsi dari ion oksigen penghubung yang terikat pada silikon menjadi ion oksigen bukan penghubung. Adanya ion oksigen bukan penghubung ini akan mengurangi energi aktivasi yang diperlukan sebuah atom untuk bergerak.(Vlack 1984).

Dalam hal lain dapat diterangkan dengan menggunakan dasar energi bebas pembentukan oksida-oksida logam. Makin tinggi suhu yang digunakan untuk pembentukannya maka akan semakin besar energi yang dihasilkan. Maka pemberian flux akan menurunkan suhu peleburan, dengan ini energi yang dibutuhkan atom untuk bergerak makin kecil sehingga campuran bahan glasir dapat melebur jauh dibawah titik lebur dari komponen penyusunnya. (Guy,1960).

Pada proses pembakaran terjadi proses peleburan dimana bahan yang titik leburnya rendah (flux) akan meleleh lebih dahulu dan mengisi pori-pori yang ada. Flux yang meleleh ini lama kelamaan berupa cairan sehingga bahan-bahan yang masih berupa padatan akan mudah larut olehnya, sehingga cairan akan semakin banyak (Shand, 1958)

Untuk mendapatkan kekuatan pada bahan-bahan keramik biasanya dilakukan dengan cara firing (vitreous sintering), cara ini bertujuan untuk mengelompokkan butiran menjadi lebih besar, akhirnya mendapatkan kekuatan. Caranya bahan yang dipanaskan sampai suhu euterik.(Vlack.1984)

Melting adalah proses termal dimana phase padat berubah menjadi cairan dan temperature dimana phase padat dan cair terjadi keseimbangan disebut titik lebur. Jika semua senyawa yang terlibat didalam peristiwa melting sudah lebur maka akan terjadi proses lanjutan yang disebut fusion, yang merupakan hasil akhir dari rangkaian pembakaran. (Norton.1952)

Temperatur masak dari glasir terletak pada daerah sekitar titik lebur, maka dalam proses pengglasiran titik lebur merupakan suatu hal yang sangat penting . titik lebur dari bahan glasir relatif tinggi, maka perlu diturunkan. Untuk menurunkan titik lebur ini biasa dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan yang bias dipakai untuk menurunkan titik lebur glasir yang disebut flux, disini fluk yang dipakai adalah Borax (Norton.1952)

2.9 Kaolin

Nama kaolin berasal dari “Kaoling” bahasa Cina yang berarti pegunungan tinggi. Kaolin merupakan masa batuan yang tersusun dari mineral lempung dengan kandungan besi yang rendah. Kaolin mempunyai komposisi hidros aluminium silikat ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) dengan disertai beberapa mineral penyerta seperti Fe_2O_3 , MgO, Na_2O_3 dan lain-lain. Mineral yang termasuk dalam kelompok kaolin adalah *kaolinit*, *nakritm diskrit* dan *halosit* dengan kaolinit sebagai mineral

pada kehadiran kation antar lapis dan pada komposisi lempung antar lapis. Air antar lapis bereaksi dengan oksigen maupun dengan kation-kation yang ada dalam ruang antar misel.

Mineral silikat di antaranya kaolin mampu menjerap air yang disebabkan oleh gaya elektrik. Dengan penjerapan, terjadi orientasi air akibat adanya medan listrik pada permukaan lempung dan molekul-molekul air tersebut kehilangan sebagian dari keeluasaanannya untuk bergerak. Dalam istilah termodinamika dikatakan bahwa energi bebas air telah menurun akibat jerapan.

Kaolin sebagai salah satu bahan dasar pembuatan keramik merupakan salah satu jenis dari tipe mineral clay yang mempunyai sifat :

- 1 Plastis dan mudah dicetak pada waktu basah, sifat plastisnya dan *work ability* kebanyakan dipengaruhi oleh kondisi fisik
- 2 Kaku setelah dikeringkan
- 3 *Vitreous* (bersifat kaca) setelah dipanaskan pada temperatur yang sesuai

2.10 Keausan

Keausan adalah merupakan suatu uji karakteristik fisik yang mana dilakukan untuk mengetahui kekuatan benda (glasir) terhadap gesekan atau goresan. Uji keausan ini dilakukan dengan cara menselisihkan berat benda uji, dalam hal ini (glasir keramik) sebelum diauskan dan sesudah diauskan

Uji keausan = Berat sebelum diauskan-berat setelah diauskan7

2.11 Lindi/*Leachate*

Menurut EPA *Leachate* adalah suatu cairan yang mencakup semua komponen di dalamnya yang terkandung di dalam cairan tersebut sehingga cairan tersebut tersaring dari limbah yang berbahaya.

Leachate telah dihasilkan sejak manusia pertama kali melakukan penggalian timbunan limbah untuk menyelesaikan persampahan. Tentu saja pada tahap ini jumlah *leachate* yang dihasilkan sangat kecil dan bercampur dalam suatu tanah liat. Resiko yang didapat jika tidak adanya suatu drainase yang baik dan pengolahan limbah cair dapat menyebabkan suatu dampak yaitu penyakit bagi manusia akibat timbulnya *leachate* tersebut.

Pelindian merupakan parameter yang sangat menentukan terhadap kualitas hasil solidifikasi yang berkaitan dengan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu untuk menentukan kualitas lindi adalah dengan *Toxicology Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) adalah salah satu evaluasi toksisitas limbah untuk bahan-bahan yang dianggap berbahaya dan beracun dengan penekanan pada nilai *leachate*. Pada umumnya uji ini ditujukan terutama untuk melihat potensi toksisitas *leaching* dari logam berat pada penelitian ini yaitu logam kromium.

2.12 Hipotesa

Berdasarkan rumusan masalah dan tinjauan pustaka maka dapat dibuat hipotesa sebagai berikut:

1. Dengan memvariasikan komposisi Glasir dan limbah *Sludge* krom untuk mendapatkan efisiensi penurunan kadar krom yang optimal.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Secara keseluruhan, limbah *Sludge* krom didapat dari penyamakan kulit di Sitimulyo Piyungan Bantul Jogjakarta. Sedangkan untuk analisis laboratorium dilakukan di :

1. Laboratorium Bahan Teknik, Jurusan Teknik Mesin UGM Jogjakarta
2. “*Burat Kriasta*”, Sentanan Desa wisata Kasongan Jogjakarta.
3. Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, FMIPA, UGM Jogjakarta
4. Laboratorium Kualitas Air, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, UII Jogjakarta

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas
 - a. Pemberian limbah *sludge* krom sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, 40% pada campuran glasir (%b/b)
 - b. Pembakaran pada suhu 1150 °C
2. Variabel terikat : uji keausan, uji logam berat dengan metode TCLP

3.3 Bahan dan Alat penelitian

1. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

- a. Pasir silika
- b. Borax
- c. Kaolin
- d. Limbah *sludge* krom
- e. Air
- f. Bahan kimia untuk uji lindi

2. Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mesin Uji Keausan
- b. AAS (*Atomic Absorption Spent*)
- c. Oven
- d. Filter

3.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian eksperimen yang berada pada skala laboratorium dengan tahapan-tahapan yang sesuai literatur, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1

3.4.1 Persiapan Bahan

Dalam penelitian ini, Limbah *sludge* krom yang digunakan diambil dari penyamakan Krom Tanning, yang mana lokasi Industri Penyamakan kulit di Sitimulyo, Piyungan Bantul, Jogjakarta. Sedangkan untuk bahan Glasir (Pasir Kwarsa, Borax, Kaolin) didapat dari Toko “Ngasem Baru” Jogjakarta

3.4.2 Analisa Karakteristik Limbah *sludge* krom

Pada limbah *sludge* krom dilakukan pemeriksaan terhadap karakteristik fisika dan kimia.

a. Karakteristik fisika

1. Analisa berat jenis
2. Analisa berat volume
3. Analisa modulus kehalusan

b. Karakteristik Kimia

1. Analisa logam berat, yaitu : Cr

3.4.3 Rancangan Campuran

Rencana pembuatan glasir dibuat dengan ukuran (4×2×0.5)cm dan jumlah glasir yang dibuat berjumlah 15 glasir untuk setiap variasi campuran. Variasi perbandingan campuran dalam penelitian ini diambil proporsi limbah *sludge* krom sebanyak 0 %, 10 %, 20 %, 30 % dan 40 %, sehingga perbandingannya menjadi :

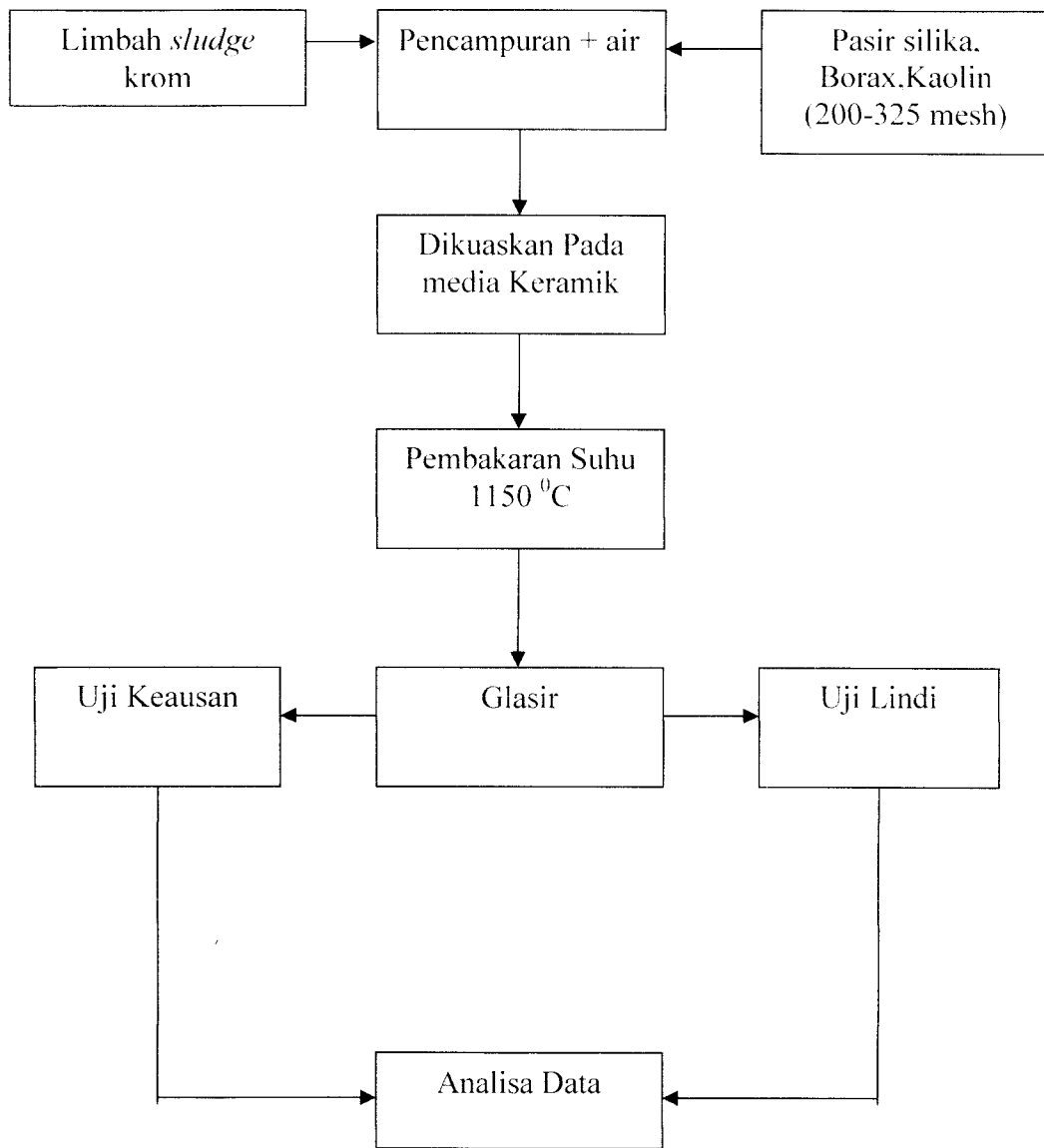
Tabel 3.1 Komposisi glasir dan limbah *sludge* krom

Variasi	Bahan Glasir Suhu Bakar 1150-1200 °C(Pasir silika, Borax, Kaolin) %	Limbah Sludge Krom %
A	100	0
B	90	10
C	80	20
D	70	30
E	60	40

3.4.4 Pembuatan Glasir

Cara kerja dalam penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Campurkan limbah *Sludge* krom dengan Glasir(Pasir silika, Borax, Kaolin) yang sudah dihaluskan dengan kehalusan butiran (200-325 mesh) sesuai dengan komposisi variasi.
2. Diaduk hingga homogen, ditambah air sebagai pengikat
3. Bahan No 2 dikuaskan pada keramik mentah sebagai media.
5. Dipanaskan pada Furnance dengan suhu 1150 °C selama 6 jam hingga melebur menjadi glasir.
6. Glasir siap untuk uji keausan dan lindi.



Gambar 3.2 Skematika kerja pembuatan glasir

3.4.5 Pengujian Glasir

Setelah sampel glasir dibuat, dilakukan pengujian terhadap sampel glasir.

Pengujian yang dilakukan meliputi :

1. Uji Keausan

Uji keausan merupakan salah cara pengujian yang digunakan untuk menentukan seberapa besar tingkat keausan benda terhadap gesekan atau goresan. Dalam pengujian keausan ini glasir yang digunakan sebanyak 15 glasir untuk setiap variasi.

Cara kerja uji keausan

1. Siapkan alat dan bahan
2. Timbang sampel sebelum diauskan
3. Letakkan ampelas dengan No. 220 di piringan yang berputar
4. Letakkan sampel di pemegang (pelipis)
5. Hidupkan mesin
6. Benda bergeser dengan tegak lurus ke tepi selama 30 detik
7. Matikan mesin
8. Timbang berat setelah diauskan

2. Uji Logam Berat/*Leachate*

Uji lindi merupakan suatu cara untuk mengetahui kadar zat pencemar yang terlindi dari sebuah glasir dalam suatu cairan. Pengujian lindi ini menggunakan alat AAS. Langkah-langkahnya mengacu pada ketentuan yang telah ditetapkan US EPA.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Karakteristik Limbah *Sludge* Krom

Pemeriksaan karakteristik limbah *sludge* krom meliputi sifat fisik dan kimia yang dapat disajikan pada tabel 4.1 dan 4.2 berikut ini :

Tabel 4.1 Karakteristik Fisik limbah *Sludge* Krom

No	Parameter	Data penelitian
1	Berat Jenis	2.094 gr/ml
2	Berat Volume	0.7566 gr/ml
3	Modulus Kehalusan	0.5425

(Sumber : Data primer 2005)

Tabel 4.2 Karakteristik Kimia limbah *Sludge* Krom

No	Sampel	Parameter	Hasil Pengukuran (ppm)			Metode	Rata-rata (ppm)
			I	II	III		
1	Sludge	Cr	35492.218	34322.513	34155.412	AAS	34656.71433

(Sumber : Data primer 2005)

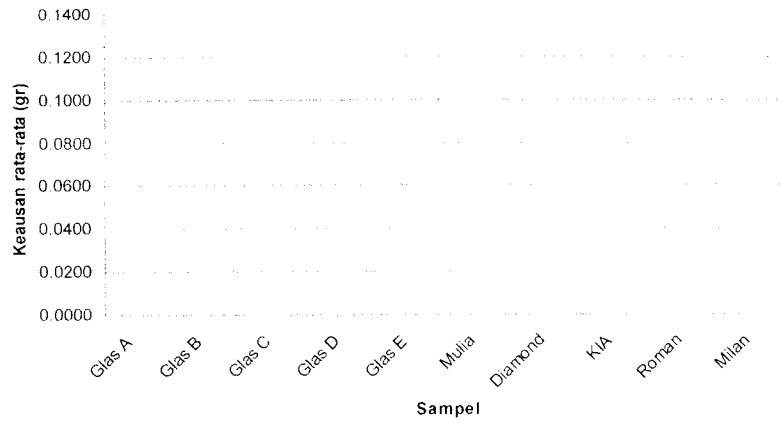
4.1.2 Uji Keausan

Uji Keausan Glasir dilakukan dengan cara menghitung selisih berat sebelum diauskan dengan setelah diauskan. Pada uji keausan Glasir sampel yang digunakan 5 sampel, setiap sampel 15 buah, sehingga jumlah keseluruhannya 75 buah. Untuk sebagai pembanding keausan Glasir dilakukan juga pengujian terhadap glasir pada keramik di pasaran. Data hasil pengujian dapat disajikan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.1

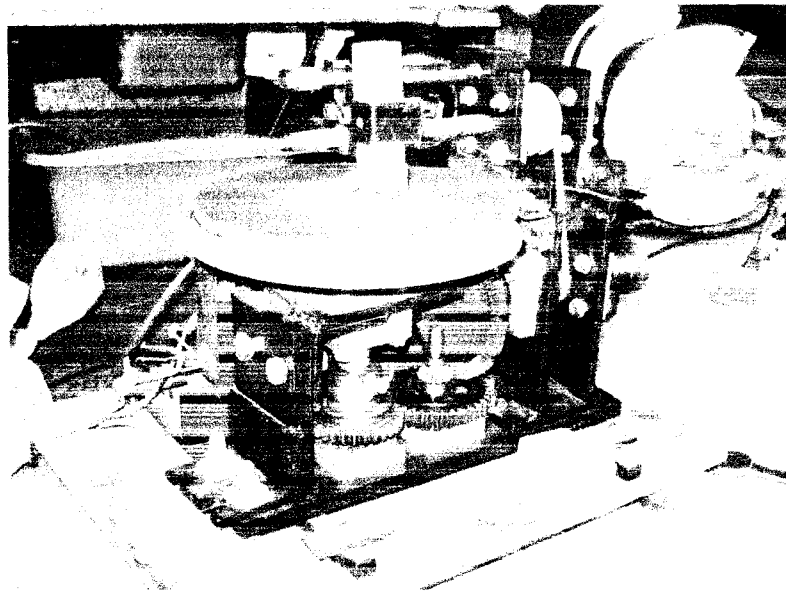
Tabel 4.3 Hasil pengujian keausan Glasir rata-rata

No	Sampel	Rata rata Uji Keausan (gr)	Pembanding Uji Keausan rata-rata (gr)				
			Mulia	Diamond	KIA	Roman	Milan
1	Glasir A	0.0443	0.1204	0.0877	0.0515	0.0462	0.0417
2	Glasir B	0.0420					
3	Glasir C	0.0399					
4	Glasir D	0.0351					
5	Glasir E	0.0299					

(Sumber : Data primer 2005)



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Uji Keausan Glasir rata-rata



Gambar 4.2 Alat uji keausan

4.1.3 Uji TCLP

Hasil pengujian lindi pada masing-masing variasi ditunjukkan pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Analisa TCLP Logam Berat (Cr) Rata-rata

No	Sampel	pH	Logam Berat (ppm)	Baku Mutu PP 85 Th 1999 (ppm)
1	Glisir A	1.18	<i>ttt</i>	5
2	Glisir B	1.32	<i>ttt</i>	5
3	Glisir C	1.30	<i>ttt</i>	5
4	Glisir D	1.19	<i>ttt</i>	5
5	Glisir E	1.04	<i>ttt</i>	5

(Sumber : Data primer 2005)

Ket :

ttt = tidak terdeteksi/dibawah limit deteksi alat(limit alat 0.1ppm)

4.1.4 Efisiensi immobilisasi Logam Berat (Cr) dalam Glasir

Efisiensi immobilisasi Logam Berat (Cr) pada Glasir dapat ditentukan dengan menggunakan humus :

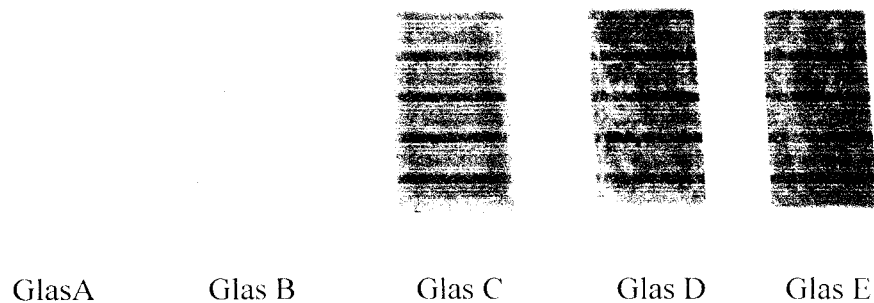
$$E = (A1 - A2) / A1 \times 100\% = \dots\dots\dots 8$$

dimana :

E = Efisiensi immobilisasi Logam Berat

4.2.2 Warna

Dari hasil penelitian dengan pembakaran 1150°C dan berbagai variasi komposisi limbah *sludge* krom ternyata muncul warna hijau pada glasir, yaitu semakin banyak adanya limbah *sludge* krom, warna glasir akan semakin hijau. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Warna Glasir

4.2.3 Uji Keausan

Dari data yang diperoleh seperti terlihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan limbah *sludge* Krom berpengaruh terhadap nilai keausan pada glasir. Nilai kuat keausan glasir tertinggi dicapai pada Glasir E dimana konsentrasi limbah 40% yaitu sebesar $0.0299 \text{ gr}/2 \text{ cm}^2$ dan nilai kuat keausan glasir terendah terjadi pada glasir A yaitu sebesar $0.0443 \text{ gr}/2 \text{ cm}^2$ dimana glasir tersebut tidak menggunakan limbah *sludge* krom. Sedangkan untuk perbandingan keausan Glasir keramik pasaran nilai keausannya lebih besar, yaitu Mulia $0.1204 \text{ gr}/2 \text{ cm}^2$, Diamond $0.0877 \text{ gr}/2 \text{ cm}^2$, KIA $0.0515 \text{ gr}/2 \text{ cm}^2$ Roman $0.0462 \text{ gr}/2 \text{ cm}^2$ dan Milan $0.0417 \text{ gr}/2 \text{ cm}^2$ yang nilai keausannya lebih bagus dari Glasir A

Dengan adanya penambahan limbah *sludge* krom berpengaruh terhadap nilai keausan yang dihasilkan, karena krom disini bisa sebagai bahan stabilizer yang mana bahan ini berfungsi sebagai pembentuk yang memperkuat kerangka gelas.

4.2.4 Uji Statistik (Anova) untuk keausan

Uji Kesamaan Variansi

Uji di atas berguna untuk mengetahui apakah ada pelanggaran salah satu asumsi dalam ANOVA (yaitu kesamaan variansi) atautah tidak. Langkah-langkah uji hipotesisnya :

- Hipotesis

$$H_0 : \sigma_A^2 = \sigma_B^2 = \sigma_C^2 = \sigma_D^2 = \sigma_E^2 = \sigma^2, \text{ atau :}$$

variansi kelima tipe glas homogen/identik/tidak berbeda scr. signifikan, atau

variansi kelima tipe glas konstan

$$H_A : \text{ada minimal satu } \sigma_i^2 \text{ yang tidak sama } (i = 1, 2, 3, 4, 5)$$

- α (probabilitas kesalahan tipe I) dipilih sebesar 5 % (0.05)
- Kriteria uji :

$$H_0 \text{ ditolak jika } F_{\text{hitung}} > F_{df1,df2}(0,05).$$

Uji Kesamaan Rata-rata (ANOVA 1 arah)

Tabel di atas merupakan hasil perhitungan ANOVA 1 arah untuk menguji kesamaan rata-rata antara kelima tipe glas yang ada. Langkah-langkah uji hipotesisnya adalah :

- Hipotesis

$$H_0 : \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu_E = \mu, \text{ atau :}$$

harga rata-rata kelima tipe gelas identik/tidak berbeda secara signifikan, atau :
 H_A : ada minimal satu μ_i yang tidak sama ($i = 1, 2, 3, 4, 5$), atau :
perlakuan (tipe gelas) berpengaruh terhadap besarnya selisih keausan

- α (probabilitas kesalahan tipe I) dipilih sebesar 5 % (0.05)
- Kriteria uji :
 H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{df1,df2}(0.05)$.

Uji Perbandingan Ganda (Multiple Comparison Tests)

Uji ANOVA 1 arah terdahulu telah menunjukkan adanya perbedaan harga rata-rata selisih keausan dari kelima tipe gelas yang diuji. Namun dari uji ANOVA tersebut masih belum bisa diketahui pasangan tipe gelas mana saja yang berbeda secara signifikan.

Uji perbandingan ganda pada tabel di atas berfungsi sebagai pelengkap uji ANOVA yang telah dilakukan. Dari uji perbandingan ganda, dapat diketahui pasangan perlakuan (dalam hal ini tipe gelas) mana saja yang berbeda secara signifikan dan mana saja yang tidak berbeda secara signifikan. Berikut keterangan dari tiap-tiap kolom :

- Kolom pertama berisi pasangan tipe perlakuan (dalam hal ini tipe gelas) yang diuji rata-ratanya. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu mencari harga selisih dari rata-rata tipe pertama dengan tipe kedua. Misalnya untuk baris pertama, terlihat tipe pertama (I) adalah Glas A sedangkan tipe keduanya (J) adalah Glas B, sehingga harga selisih yang akan diuji adalah hipotesis berikut :

$$H_0 : \mu_A - \mu_B = 0 \text{ lawan } H_A : \mu_A - \mu_B \neq 0$$

memiliki tanda aljabar (plus atau minus) yang sama, atau dengan kata lain “pendugaan selang (*interval estimation*) dari selisih rata-rata kedua tipe tidak melalui nol (0)”.

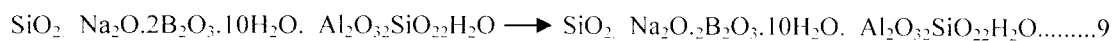
Untuk lebih Lengkapnya tentang uji statistik anova dapat dilihat pada lampiran 11

4.2.5 Uji lindi/*Leachate*

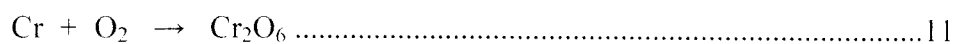
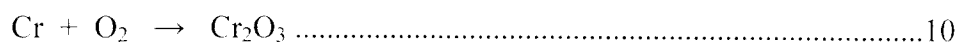
Uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk limbah padat suatu industri. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat pelepasan logam berat. Seperti diketahui dalam limbah padat Industri Penyamakan Kulit mengandung logam berat yang berasal dari penyamak yang digunakan yaitu krom. Untuk maksud tersebut dilakukan uji *leachate* dengan metode TCLP terhadap produk glasir yang dihasilkan. Pada penelitian ini, analisis logam berat yang dianalisa yaitu Cr.

Dari data hasil penelitian ini (Tabel 4.4) terlihat bahwa lindi (*leachate*) logam berat yaitu Cr yang lepas dari glasir keramik tidak ada(dibawah batas limit alat), berada dibawah ketentuan yang ditetapkan berdasarkan PP No 85 tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Hal ini disebabkan terjadi ikatan fisik dan kimia dalam sampel glasir.

Pada proses pembuatan Glasir digunakan Kuarsa, Borax, kaolin. terhadap limbah *Sludge* krom menyebabkan logam berat dalam limbah terikat sempurna oleh bahan Glasir. Pengikatan ini menyebabkan perubahan struktur bahan dari bentuk struktur antar partikel menjadi suatu bentuk yang homogenitas (ikatan fisik). Diikuti dengan proses pemanasan, yaitu pembakaran Glasir yang tinggi dengan suhu 1150°C, ikatan Glasir yang terjadi antara partikel-partikel dengan limbah *Sludge* krom akan semakin kuat, hal ini karena suhu pembakaran berpengaruh pada proses vitrifikasi, yaitu proses terjadinya peleburan bagian-bagian dari mineral tertentu dari bahan Glasir. Bagian-bagian mineral yang melebur terutama Silika (SiO₂), Borax (Na₂O.2B₂O₃.10H₂O), Kaolin (Al₂O₃.2SiO₂.2H₂O) pada suhu 1150°C menyebabkan limbah *Sludge* krom melekat satu dengan lain membentuk ikatan kuat. Ikatan yang terjadi pada proses ini adalah ikatan kimia.



Dalam proses pembakaran Glasir, limbah *sludge* krom juga terjadi reaksi kimia dan gas yang terdapat dalam tungku. Proses ini membentuk senyawa-senyawa oksida logam, sehingga pengikatan yang terjadi dalam proses pembakaran lebih sempurna.



Dengan pengujian lindi terlihat bahwa logam berat Cr dalam limbah *Sludge* krom setelah disolidifikasi sebagai Glasir menjadi stabil, ini terbukti dalam air lindi

(*leachate*), berada dibawah ketentuan yang ditetapkan berdasarkan PP No 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun (B3). Dengan demikian proses solidifikasi limbah *Sludge* Krom sebagai pewarna Glasir dengan pembakaran tinggi membentuk senyawa baru yang lebih stabil sehingga aman dilingkungan.

4.3 Biaya Produksi

Untuk mengetahui Perhitungan biaya produksi glasir akan dilakukan perhitungan seperti pada tabel 4.6 berikut ini :

Tabel 4.5 Biaya Produksi Glasir

No	Jenis	Harga Bahan (Rp)	Jml Sampel	Harga Jadi/buah (4x2x0.5) cm (Rp)				
				Glasir A	Glasir B	Glasir C	Glasir D	Glasir E
1	Biskuit/kera mik	30000	100	300	300	300	300	300
2	Pembakaran	45000	100	450	450	450	450	450
3	Glasir	670	20	33.5				
		603	20		30.15			
		536	20			26.8		
		496	20				23.45	
		402	20	783.5	780.5			20.1
Total/biji				783.5	780.5	776.8	773.45	770.1

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian solidifikasi limbah *Sludge* krom industri Penyamakan Kulit untuk Glasir yang bermutu serta aman bagi kesehatan dan lingkungan dapat disimpulkan :

1. Tingkat imobilisasi logam berat yang terdapat dalam Glasir dengan penambahan 10%, 20%, 30% dan 40% limbah *Sludge* krom sangat tinggi. Dapat dikatakan logam berat yang terlepas atau nilai lindi yang didapat jauh berada dibawah ketentuan PP No 85 Tahun 1999 yaitu Cr (5 mg/L).
2. Limbah *sludge* krom ternyata dapat memberikan warna pada glasir dengan pemanasan 1150 °C
3. Variasi komposisi dalam pembuatan Glasir terhadap sifat fisik (keausan) cukup baik dibandingkan dengan glasir keramik pasaran. Dengan demikian glasir dapat dikatakan cukup kuat digunakan.
4. Dari uji kesamaan variansi didapatkan statistik uji $F_{hitung} = 3.677 > F_{4,70}(0.05) = 2.5027$. artinya H_0 ditolak dan yang berlaku adalah H_A , yaitu yang menyatakan bahwa variansi dari keempat tipe glas adalah tidak homogen.
5. Dari uji kesamaan rata-rata didapatkan statistik uji $F_{hitung} = 6.507 > F_{4,70}(0.05) = 2.5027$, artinya H_0 ditolak dan yang berlaku adalah H_A . sehingga disimpulkan ada minimal satu tipe glas yang memiliki harga rata-rata keausan

yang berbeda di antara kelima tipe glas atau perbedaan tipe glas berpengaruh terhadap besarnya selisih keausan.

6. Dari Uji Perbandingan Ganda (Multiple Comparison Tests) didapat bahwa
 - Glas A memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan Glas D dan Glas E.
 - Glas B memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan Glas D dan Glas E.
 - Glas C memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan Glas E.
 - Glas D memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan Glas A dan Glas B.
 - Glas E memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan semua tipe kecuali Glas D.
7. Berdasarkan hasil penelitian biaya produksi glasir dengan ukuran 4x2x0.5 cm yang mencakup biskuit/keramik, bahan susun, dan pembakaran untuk glasir A Rp 783.5, Glasir B Rp 780.5, Glasir C Rp 776.8, Glasir D Rp 773.45, Glasir E Rp 770.1

5.2 Saran

1. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan memanfaatkan limbah *Sludge* krom untuk produk-produk yang lain

2. Penelitian ini menggunakan variasi limbah *sludge* krom 10%, 20%, 30% dan 40%. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dengan variasi limbah yang lebih tinggi
3. Sampel Penelitian dengan ukuran (4x2x0.5) cm, untuk penelitian selanjutnya digunakan ukuran yang lebih besar dan digunakan glasir suhu bakar yang berbeda.
4. Pada uji *leachate* sampel yang digunakan glasir dan keramik, untuk penelitian selanjutnya digunakan glasirnya saja.
5. Penelitian ini menggunakan Uji keausan dan *Leachate*, untuk penelitian selanjutnya dilakukan uji lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1999). "*Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun*", Jakarta
- Anonim. (2001). "*Industri Penyamakan Kulit*", PT.Budi Makmur Jaya Murni, Yogyakarta.
- Anonim. (2001) "*Peraturan Pemerintah No 74 tahun 2001, Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*", Sekretariat Bapedal, Jakarta.
- Anshari, S (1997). "*Pemanfaatan Kulit Telur dan Pasir Silika untuk pembuatan Glasir*", Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Chang, Luke. (2000). "*Industrial Mineralogy*", Prentice hall, New jersey
- Guy, A.G.. 1960. *Element of Physical Metallurgy*. Addison Wesley Publishing Co., Inc.. London.
- Manahan, SE. (1994) "*Environtmental Chemistry*, 6th ed lewis publisher, USA.
- Norton ,F.H.. (1952) "*Element Ceramics*", Addison Wesley Publishing Co., Massachussets.
- Oetoyo, et.all. (1981), "*Pola Penanganan Limbah Industri Penyamakan Kulit Karet dan Plastik*", yogyakarta.
- Pallar. H. (1994) "*Penecemaran dan Toksikologi Logam Berat*" Rineke Cipta, Jakarta.
- Purnomo, E (1985) "*Teknologi penyamakan kulit*", ATK, Yogyakarta.

- Ridani, F (2005) "*Final Project Solidifikasi Limbah Kromium Industri Penyamakan Kulit dengan teknologi keramik*" Teknik Lingkungan UII Jogjakarta
- Ruslie, R.H (1995) "*Dasar teori Solidifikasi Metal*" UI Press, Jakarta.
- Shand, E.B. (1958) "*Glass Engineering Handbook*" McGraw Hill Book Company, Inc., New York Toronto London
- Smallman, RE (1991) "*Metalurgi Fisik Modern*" PT Gramedia, Jakarta.
- Susilowati. (1999) "*Teknologi Proses Pengglasiran*" Balai Besar Industri Keramik, Bandung.
- Vlack, L.H.V.(1984) "*Ilmu dan Teknologi Bahan (ilmu Logam dan Bukan Logam)*". Erlangga, Jakarta

Lampiran



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042, Fak. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Nama benda uji : *Sludge Krom*
 Asal : Penyamakan Kulit
 Keperluan : Tugas Akhir
 Diperiksa Oleh : Ismail Hidayat
 Tanggal : 30 Nov 2005

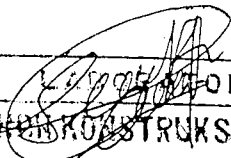
Alat-alat

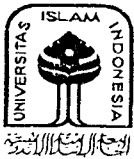
1. Gelas Ukur 250 ml
2. Timbangan
3. Piring, sendok, lap, Dll

	Benda Uji 1	Benda Uji 2
Berat Agregat(W) gr	100	100
Vol Air(V ₁) ml	100	100
Vol Air+Agregat(V ₂)	147.5	148
Berat Jenis(B _j) $W / (V_2 - V_1)$	$100 / (147.5 - 100) =$ 2.105 gr/ml	$100 / (148 - 100) =$ 2.083 gr/ml
Berat Jenis Rata-rata	2.094 gr/ml	

Catatan :

Yogyakarta, Nov 2005
 Mengetahui
 Laboratorium BKT FTSP UII


LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII



**DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR PASIR**

Nama benda uji : *Sludge Krom*
Asal : Penyamakan Kulit
Keperluan : Tugas Akhir
Diperiksa Oleh : Ismail Hidayat
Tanggal : 30 Nov 2005

Saringan		Berat tertinggal (gr)		Berat Tertinggal (%)		Berat komulatif	
No	Ø lubang (mm)	I	II	I	II	I	II
1	40	-	-	-	-	-	-
2	20	-	-	-	-	-	-
3	10	-	-	-	-	-	-
4	4.80	-	-	-	-	-	-
5	2.36	-	-	-	-	-	-
6	1.18	-	-	-	-	-	-
7	0.6	-	-	-	-	-	-
8	0.3	-	-	-	-	-	-
9	0.15	233	240	49.68	51.17	49.68	51.17
10	Pan	236	229	50.31	48.32	-	-
		469	469	Jumlah		49.68	51.17

KETERANGAN:

Jumlah rata-rata : $(49.6 + 51.17) / 2 = 50.425$ gr

Berat Tertinggal(%) : $233/469 \times 100\% = 49.68$

Modulus halus: $50.425 / (100) \times 100\% = 0.5425$

Yogyakarta, Nov 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Hasil Perbandingan Pengujian Keausan Glasir Keramik Pasaran

Janis Keramik	Type	Berat(gr)	I	II	III	IV	Rata-rata(gr)
Mulia	20x25 Regencia Tosca Kw 1	Awal	3.7388	3.5644	3.9131	4.2276	3.8610
		Akhir	3.6666	3.5143	3.8493	3.9325	3.7407
		Selisih	0.0722	0.0501	0.0638	0.2953	0.1204
Diamond	10x20 Light Green Kw 1	Awal	4.1604	4.6342	4.1688	4.3592	4.3432
		Akhir	4.0818	4.6474	4.0593	4.2333	4.2555
		Selisih	0.0786	0.0368	0.1095	0.1259	0.0877
KIA	20x25 White Flat Kw 1	Awal	3.5672	3.3158	3.3381	3.5411	3.4406
		Akhir	3.5263	3.2608	3.2746	3.4945	3.3891
		Selisih	0.0409	0.0550	0.0635	0.0466	0.0515
Roman	20x25 Lavenia light Blue Kw 1	Awal	2.9733	2.996	3.0279	3.2774	3.0687
		Akhir	2.9343	2.9377	2.9895	3.2283	3.0225
		Selisih	0.0390	0.0583	0.0384	0.0491	0.0462
Milan	30x30 Fuji Pink Kw 1	Awal	4.1571	4.0166	4.0153	4.3362	4.1313
		Akhir	4.1197	3.9746	3.9655	4.2985	4.0896
		Selisih	0.0374	0.0420	0.0498	0.0377	0.0417

Hasil Pengujian Keausan

Glas A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Rata-rata (gr)
Awal(gr)	10.4222	10.9164	11.0783	10.8965	10.3929	10.4969	10.0647	10.2143	10.7119	9.6226	9.3609	10.6137	10.7325	9.6757	10.9167	10.4077
Akhir(gr)	10.3592	10.8788	11.0259	10.8379	10.3535	10.4608	10.0203	10.154	10.6677	9.5823	9.3571	10.559	10.6974	9.627	10.8701	10.3634
Selishh(gr)	0.0630	0.0376	0.0524	0.0586	0.0394	0.0361	0.0444	0.0603	0.0442	0.0403	0.0038	0.0547	0.0351	0.0487	0.0466	0.0443

Glas B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Rata-rata (gr)
Awal(gr)	10.3717	10.4808	9.897	11.294	10.8248	9.9058	10.6782	9.3874	9.0841	9.3548	11.2122	11.0118	10.2337	10.0134	9.6184	10.2245
Akhir(gr)	10.3295	10.4363	9.8553	11.2674	10.7796	9.8626	10.6399	9.341	9.0499	9.3281	11.1717	10.9709	10.1848	9.9588	9.5622	10.1825
Selishh(gr)	0.0422	0.0445	0.0417	0.0266	0.0452	0.0432	0.0383	0.0464	0.0342	0.0267	0.0405	0.0409	0.0489	0.0546	0.0562	0.0420

Glas C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Rata-rata (gr)
Awal(gr)	10.2313	10.8936	10.6561	10.2529	9.4768	9.451	10.6445	8.9784	9.1744	9.7427	10.2831	10.0886	9.9373	10.6532	9.5377	10.0001
Akhir(gr)	10.201	10.8584	10.6171	10.2136	9.4188	9.4056	10.6113	8.9287	9.1421	9.7112	10.2502	10.0499	9.8954	10.6086	9.4916	9.9602
Selishh(gr)	0.0303	0.0352	0.0390	0.0393	0.0580	0.0454	0.0332	0.0497	0.0323	0.0315	0.0329	0.0387	0.0419	0.0446	0.0461	0.0399

Glas D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Rata-rata (gr)
Awal(gr)	9.752	9.562	10.9692	9.7243	10.5253	9.6095	9.9665	10.7562	10.5149	10.8403	10.0398	9.9574	10.9742	10.1525	11.3591	10.3135
Akhir(gr)	9.7043	9.5272	10.9324	9.6912	10.4923	9.5782	9.9553	10.7218	10.4762	10.808	10.0068	9.925	10.9392	10.1142	11.3248	10.2785
Selishh(gr)	0.0477	0.0348	0.0368	0.0331	0.0330	0.0313	0.0312	0.0344	0.0387	0.0323	0.0330	0.0324	0.0350	0.0383	0.0343	0.0351

Glas E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Rata-rata (gr)
Awal(gr)	9.4397	10.7924	11.0024	9.3442	9.2075	10.0372	10.1608	10.5264	9.2673	10.9012	10.3134	10.4528	10.1612	9.7412	10.1766	10.1016
Akhir(gr)	9.4197	10.7587	10.9707	9.3145	9.1752	10.0076	10.1314	10.4974	9.2377	10.8766	10.2778	10.4179	10.1322	9.7141	10.1437	10.0717
Selishh(gr)	0.0200	0.0337	0.0317	0.0297	0.0323	0.0296	0.0294	0.0290	0.0296	0.0246	0.0356	0.0349	0.0290	0.0271	0.0329	0.0299

S GADJAH MADA

LABORATORIUM KIMIA ANALITIK

MIA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAMSekip Utara PO Box BLS 21,
Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 902740, 545188 pes. 116
Faks. 0274-545188

No. : 1038/HA-KA/11/05

Pengirim : Ismail Hidayat, Teknik Lingkungan UII Yogyakarta.

Jumlah sampel : 15

Penentuan : Kadar Cr.

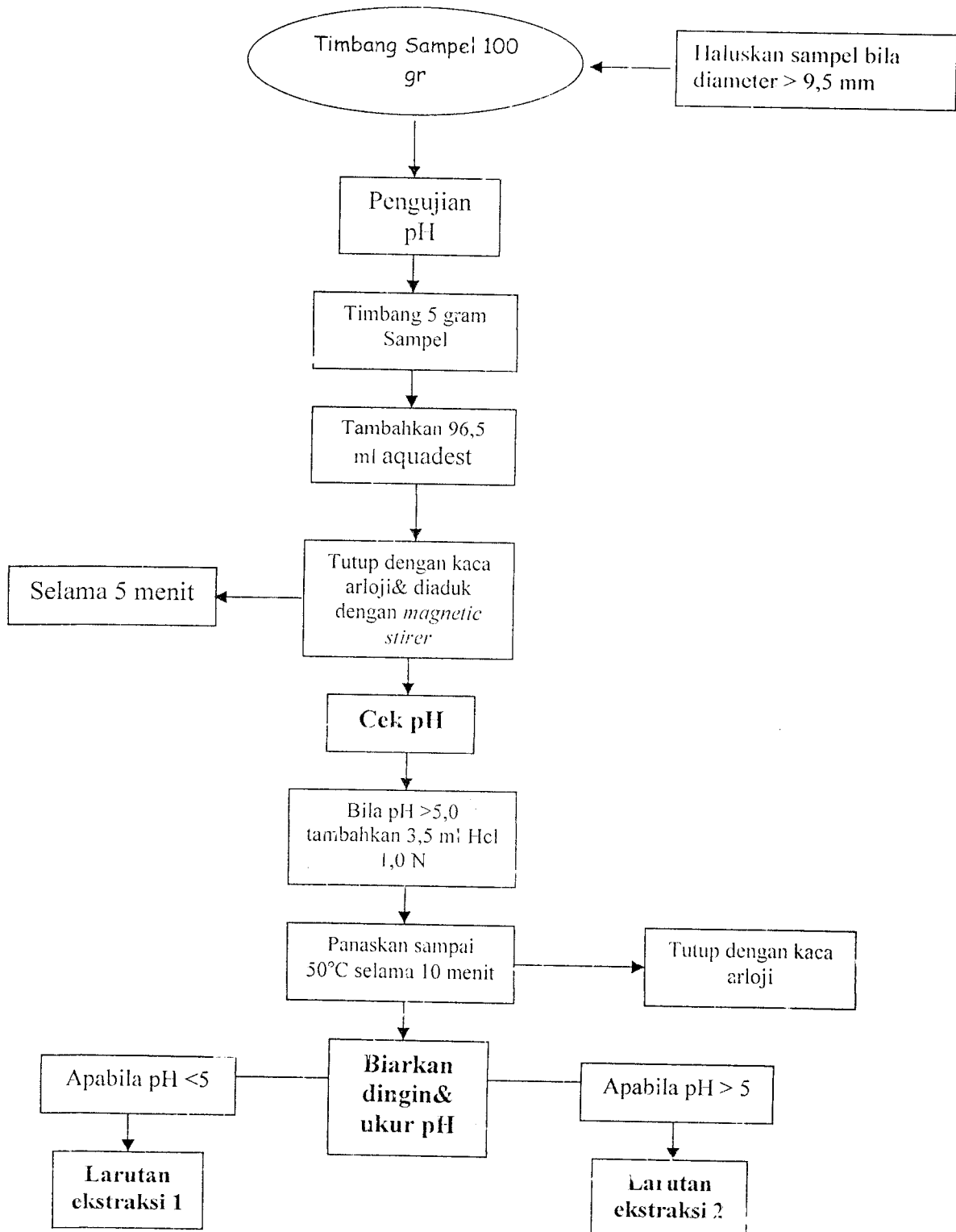
Tgl. Analisis : 30 November 2005

NO	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			I	II	III	
1.	A1	Cr	ttd	ttd	ttd	Atomic Absorption Spect.
2.	A2	"	ttd	ttd	ttd	
3.	A3	"	ttd	ttd	ttd	
4.	B1	"	ttd	ttd	ttd	"
5.	B2	"	ttd	ttd	ttd	"
6.	B3	"	ttd	ttd	ttd	"
7.	C1	"	ttd	ttd	ttd	"
8.	C2	"	ttd	ttd	ttd	"
9.	C3	"	ttd	ttd	ttd	"
10.	D1	"	ttd	ttd	ttd	"
11.	D2	"	ttd	ttd	ttd	"
12.	D3	"	ttd	ttd	ttd	"
13.	E1	"	ttd	ttd	ttd	"
14.	E2	"	ttd	ttd	ttd	"
15.	E3	"	ttd	ttd	ttd	"

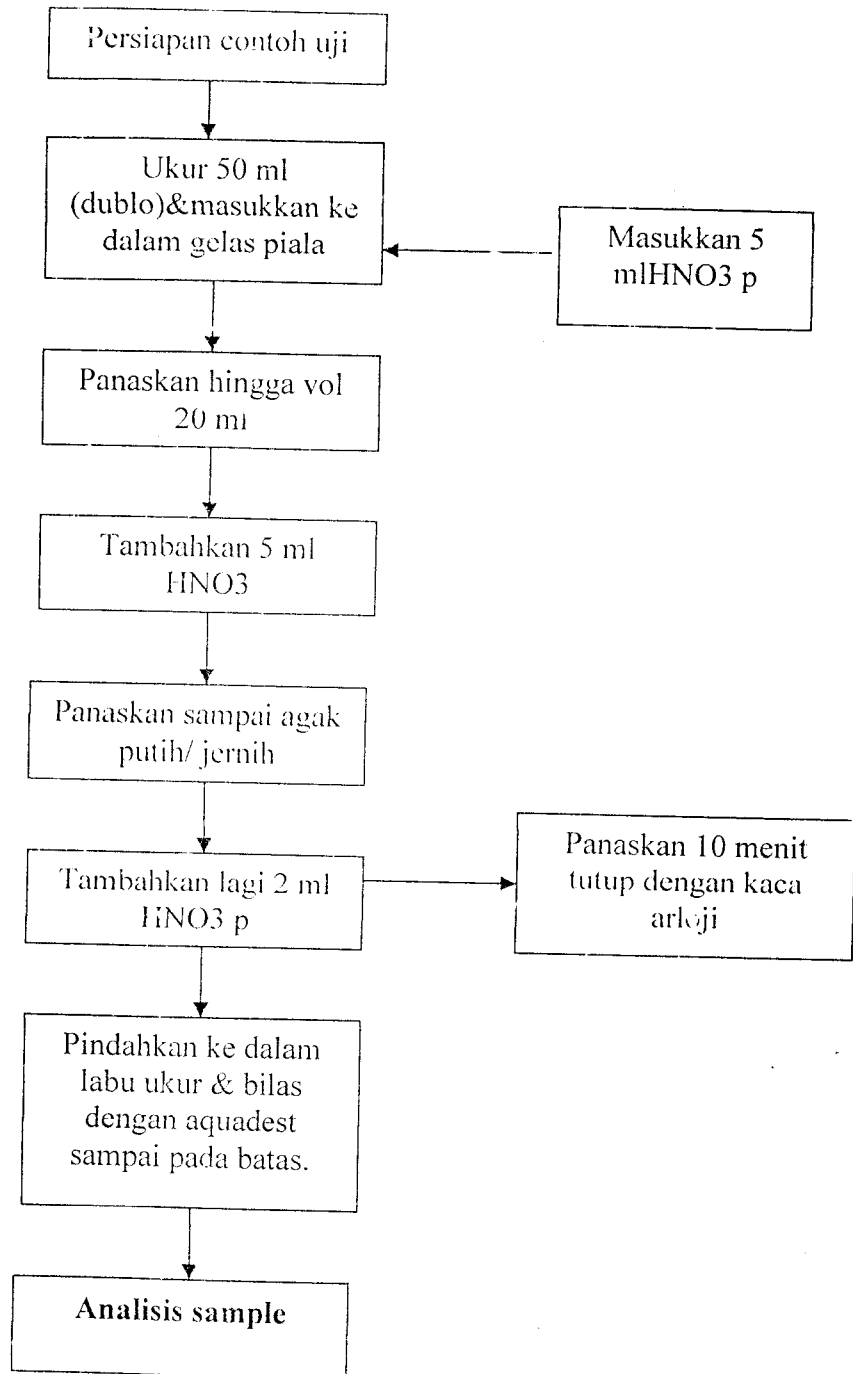
t: = tidak terdeteksi/di bawah limit deteksi alat.

Lampiran 9

Tahapan Pengujian TCLP Untuk Limbah Non Volatil



Prosedur Preparasi Sample



BIAYA PRODUKSI

1. Biskuit ukuran 4x2x0.5 cm 100 biji Rp 30000	= Rp 300/biji
2. Pasir Kwarsa 1kg Rp 2000	= Rp 2000/kg
3. Borax 1kg Rp 8000	= Rp 8000/kg
4. Kaolin 1kg Rp 6000	= Rp 6000/kg
5. Limbah <i>Sludge</i> Krom	= Rp 0
6. Pembakaran Rp 45000/100biji	= Rp 450/biji

Sehingga harga glasir dengan ukuran 4x2x 0.5 cm adalah sebagai berikut :

1. Glasir A Dengan jumlah bahan 0.1 kg Glasir

Kwarsa	: Rp 2000 x 0.02kg	= Rp 40
Borax	: Rp 8000 x 0.075 kg	= Rp 600
Kaolin	: Rp 6000 x 0.005 kg	= Rp 30
		<hr/>
	Total	= Rp 670

Total harga Glasir/biji : $670/20 = \text{Rp } 33.5$

Total biaya/biji : (Total harga glasir/biji + Biskuit/biji +
Pembakaran/biji)
: $(33.5 + 300 + 450) = \text{Rp } 783.5$

2. Glasir B Dengan jumlah bahan 0.09 kg Glasir + 0.01 kg *Sludge* Krom

Kwarsa	: Rp 2000 x 0.02kg	= Rp 40
Borax	: Rp 8000 x 0.075 kg	= Rp 600
Kaolin	: Rp 6000 x 0.005 kg	= Rp 30
		<hr/>

UJI ANOVA 1 ARAH GLASIR

Summarize

Case Summaries

data selisih keausan

tipe glas yg diuji	N	Mean	Minimum	Maximum	Std. Deviation	Variance
Glas A	15	.044347	.0038	.0630	.0143567	.000
Glas B	15	.042007	.0266	.0562	.0084290	.000
Glas C	15	.039873	.0303	.0580	.0078262	.000
Glas D	15	.034887	.0312	.0477	.0040778	.000
Glas E	15	.030207	.0200	.0377	.0043993	.000
Total	75	.038264	.0038	.0630	.0098573	.000

Oneway

Test of Homogeneity of Variances

data selisih keausan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.677	4	70	.009

Uji Kesamaan Variansi

Uji di atas berguna untuk mengetahui apakah ada pelanggaran salah satu asumsi dalam ANOVA (yaitu kesamaan variansi) ataukah tidak. Langkah-langkah uji hipotesisnya :

- Hipotesis

$$H_0 : \sigma_A^2 = \sigma_B^2 = \sigma_C^2 = \sigma_D^2 = \sigma_E^2 = \sigma^2, \text{ atau :}$$

variansi kelima tipe glas homogen/identik/tidak berbeda scr. signifikan. atau :

variansi kelima tipe glas konstan

$$H_A : \text{ada minimal satu } \sigma_i^2 \text{ yang tidak sama } (i = 1, 2, 3, 4, 5)$$

- α (probabilitas kesalahan tipe I) dipilih sebesar 5 % (0.05)
- Kriteria uji :

$$H_0 \text{ ditolak jika } F_{\text{hitung}} > F_{df1;df2}(0.05).$$

- Kesimpulan :

Dari uji di atas didapatkan statistik uji $F_{\text{hitung}} = 3.677 > F_{4;70}(0.05) = 2.5027$,

artinya H_0 ditolak dan yang berlaku adalah H_A , yaitu yang menyatakan bahwa variansi dari keempat tipe glas adalah tidak homogen.

ANOVA

data selisih keausan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.002	4	.000	6.507	.000
Within Groups	.005	70	.000		
Total	.007	74			

Uji Kesamaan Rata-rata (ANOVA 1 arah)

Tabel di atas merupakan hasil perhitungan ANOVA 1 arah untuk menguji kesamaan rata-rata antara kelima tipe gelas yang ada. Langkah-langkah uji hipotesisnya adalah :

- Hipotesis

$H_0 : \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D = \mu_E = \mu$, atau :

harga rata-rata kelima tipe gelas identik/tidak berbeda scr. signifikan, atau :

$H_A : \text{ada minimal satu } \mu_i \text{ yang tidak sama } (i = 1, 2, 3, 4, 5)$, atau :

perlakuan (tipe gelas) berpengaruh terhadap besarnya selisih keausan

- α (probabilitas kesalahan tipe I) dipilih sebesar 5 % (0.05)

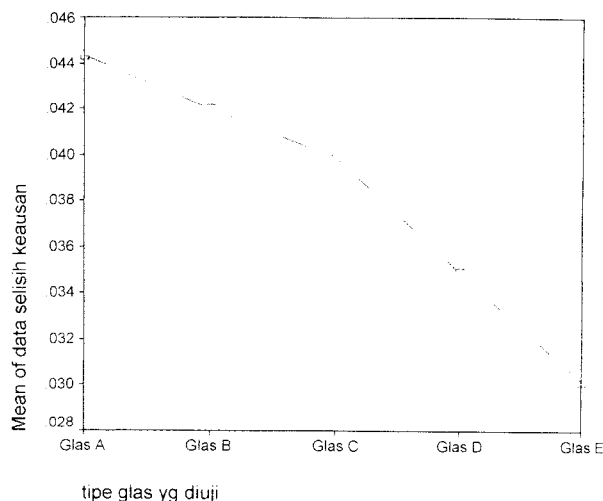
- Kriteria uji :

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{df1;df2}(0,05)$.

- Kesimpulan :

Dari uji di atas didapatkan statistik uji $F_{hitung} = 6.507 > F_{4;70}(0.05) = 2.5027$, artinya H_0 ditolak dan yang berlaku adalah H_A , sehingga disimpulkan ada minimal satu tipe gelas yang memiliki harga rata-rata keausan yang berbeda di antara kelima tipe gelas atau perbedaan tipe gelas berpengaruh terhadap besarnya selisih keausan.

Means Plots



NPar Tests

Kruskal-Wallis Test

Ranks

tipe glas yg diuji	N	Mean Rank
data selisih keausan Glas A	15	53.80
Glas B	15	48.00
Glas C	15	42.47
Glas D	15	29.97
Glas E	15	15.77
Total	75	

Test Statistics^{a,b}

	data selisih keausan
Chi-Square	29.323
df	4
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: tipe glas yg diuji

Post Hoc Tests (Uji Perbandingan Ganda)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: data selisih keausan

LSD

(I) tipe glas yg diuji	(J) tipe glas yg diuji	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Glas A	Glas B	.002340	.0031597	.461	-.003962	.008642
	Glas C	.004473	.0031597	.161	-.001829	.010775
	Glas D	.009460*	.0031597	.004	.003158	.015762
	Glas E	.014140*	.0031597	.000	.007838	.020442
Glas B	Glas A	-.002340	.0031597	.461	-.008642	.003962
	Glas C	.002133	.0031597	.502	-.004169	.008435
	Glas D	.007120*	.0031597	.027	.000818	.013422
	Glas E	.011800*	.0031597	.000	.005498	.018102
Glas C	Glas A	-.004473	.0031597	.161	-.010775	.001829
	Glas B	-.002133	.0031597	.502	-.008435	.004169
	Glas D	.004987	.0031597	.119	-.001315	.011289
	Glas E	.009667*	.0031597	.003	.003365	.015969
Glas D	Glas A	-.009460*	.0031597	.004	-.015762	-.003158
	Glas B	-.007120*	.0031597	.027	-.013422	-.000818
	Glas C	-.004987	.0031597	.119	-.011289	.001315
	Glas E	.004680	.0031597	.143	-.001622	.010982
Glas E	Glas A	-.014140*	.0031597	.000	-.020442	-.007838
	Glas B	-.011800*	.0031597	.000	-.018102	-.005498
	Glas C	-.009667*	.0031597	.003	-.015969	-.003365
	Glas D	-.004680	.0031597	.143	-.010982	.001622

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Uji Perbandingan Ganda (Multiple Comparison Tests)

Uji ANOVA 1 arah terdahulu telah menunjukkan adanya perbedaan harga rata-rata selisih keausan dari kelima tipe gelas yang diuji. Namun dari uji ANOVA tersebut masih belum bisa diketahui pasangan tipe gelas mana saja yang berbeda secara signifikan.

Uji perbandingan ganda pada tabel di atas berfungsi sebagai pelengkap uji ANOVA yang telah dilakukan. Dari uji perbandingan ganda, dapat diketahui pasangan perlakuan (dalam hal ini tipe gelas) mana saja yang berbeda secara signifikan dan mana saja yang tidak berbeda secara signifikan. Berikut keterangan dari tiap-tiap kolom :

- Kolom pertama berisi pasangan tipe perlakuan (dalam hal ini tipe gelas) yang diuji rata-ratanya. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu mencari harga selisih dari rata-rata tipe pertama dengan tipe kedua. Misalnya untuk baris pertama, terlihat tipe pertama (I) adalah Glas A sedangkan tipe keduanya (J) adalah Glas B, sehingga harga selisih yang akan diuji adalah hipotesis berikut :

$$H_0 : \mu_A - \mu_B = 0 \text{ lawan } H_A : \mu_A - \mu_B \neq 0$$

- Kolom kedua (*Mean Difference*) berisi selisih rata-rata antara pasangan tipe gelas yang dibandingkan (sesuai dengan pasangan pada kolom pertama). Misalnya, pada baris pertama, perhitungannya adalah :

$$\bar{x}_A - \bar{x}_B = 0,044347 - 0,042007 = 0,002340$$

- Kolom ketiga (*Std. Error*) berisi harga kesalahan baku estimasi selisih rata-rata yang telah dihitung pada kolom kedua. Harga ini
- Kolom keempat (*Sig.*) berisi *p-value* (nilai probabilitas untuk statistik uji yang didapatkan dari perhitungan) dari masing-masing uji kesamaan rata-rata yang bersesuaian.
- Kolom terakhir (*95% Confidence Interval*) berisi batas bawah (*Lower Bound*) dan batas atas (*Upper Bound*) dari estimasi/dugaan selisih rata-rata kedua tipe gelas yang diuji kesamaan rata-ratanya.

Untuk mengetahui pasangan manakah yang berbeda secara signifikan (pada tingkat $\alpha = 5\%$), dapat ditempuh dalam beberapa cara :

- (i) Melihat kolom *Mean Difference*. Kedua pasang tipe gelas memiliki rata-rata yang berbeda secara signifikan jika harga *mean difference* mengandung tanda asteriks (*).

(ii) Melihat kolom Sig. Kedua pasang tipe gelas memiliki rata-rata yang berbeda secara signifikan jika harga Sig kurang dari 0.05.

(iii)Melihat kolom *95% Confidence Interval*. Kedua pasang tipe gelas memiliki rata-rata yang berbeda secara signifikan jika harga *Lower Bound* dan *Upper Bound* memiliki tanda aljabar (plus atau minus) yang sama, atau dengan kata lain "pendugaan selang (*interval estimation*) dari selisih rata-rata kedua tipe tidak melalui nol (0)".

Berdasarkan ketentuan di atas, dapat disimpulkan bahwa :

- Gelas A memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan Gelas D dan Gelas E.
- Gelas B memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan Gelas D dan Gelas E.
- Gelas C memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan Gelas E.
- Gelas D memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan Gelas A dan Gelas B.
- Gelas E memiliki harga rata-rata yang berbeda secara signifikan dengan semua tipe kecuali Gelas D.

PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 85 TAHUN 1999

TENTANG

PERUBAHAN ATAS PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 18 TAHUN 1999
TENTANG PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

- Menimbang : a. bahwa lingkungan hidup perlu dijaga kelestariannya sehingga tetap mampu menunjang pelaksanaan pembangunan yang berkelanjutan;
- b. bahwa dengan meningkatnya pembangunan di segala bidang, khususnya pembangunan di bidang industri, semakin meningkat pula jumlah limbah yang dihasilkan termasuk yang berbahaya dan beracun yang dapat membahayakan lingkungan hidup dan kesehatan manusia;
- c. bahwa untuk mengenali limbah yang dihasilkan secara dini diperlukan identifikasi berdasarkan uji toksikologi dengan penentuan nilai akut dan atau kronik untuk menentukan limbah yang dihasilkan termasuk sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun;
- d. bahwa sehubungan dengan hal tersebut di atas, dipandang perlu mengubah dan menyempurnakan beberapa ketentuan Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun;

- Mengingat : 1. Pasal 5 ayat (2) Undang-Undang Dasar 1945;
2. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3699);
3. Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 31, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3815);

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN PEMERINTAH TENTANG PERUBAHAN ATAS PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 18 TAHUN 1999 TENTANG PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN.

Pasal I

Mengubah ketentuan Pasal 6, Pasal 7, dan Pasal 8 Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, sebagai berikut:

1. Ketentuan Pasal 6 diubah, sehingga keseluruhannya berbunyi sebagai berikut:

"Pasal 6

Limbah B3 dapat diidentifikasi menurut sumber dan atau uji karakteristik dan atau uji toksikologi."

"Pasal 8

- (1) Limbah yang dihasilkan dari kegiatan yang tidak termasuk dalam Lampiran I, Tabel 2 Peraturan Pemerintah ini, apabila terbukti memenuhi Pasal 7 ayat (3) dan atau ayat (4) maka limbah tersebut merupakan limbah B3.
- (2) Limbah B3 dari kegiatan yang tercantum dalam Lampiran I, Tabel 2 Peraturan Pemerintah ini dapat dikeluarkan dari daftar tersebut oleh instansi yang bertanggung jawab, apabila dapat dibuktikan secara ilmiah bahwa limbah tersebut bukan limbah B3 berdasarkan prosedur yang ditetapkan oleh instansi yang bertanggung jawab setelah berkoordinasi *28022 dengan instansi teknis, lembaga penelitian terkait dan penghasil limbah.
- (3) Pembuktian secara ilmiah sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilakukan berdasarkan: a. Uji karakteristik limbah B3; b. Uji toksikologi; dan atau c. Hasil studi yang menyimpulkan bahwa limbah yang dihasilkan tidak menimbulkan pencemaran dan gangguan kesehatan terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya.
- (4) Ketentuan lebih lanjut sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (3) akan ditetapkan oleh instansi yang bertanggung jawab setelah berkoordinasi dengan instansi teknis dan lembaga penelitian terkait.

Pasal II

Peraturan Pemerintah ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Pemerintah ini dengan penempatannya dalam Lembaran Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 7 Oktober 1999

LEMBARAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 1999

NOMOR 190

PENJELASAN

ATAS

PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 85 TAHUN 1999

**TENTANG PERUBAHAN ATAS PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 18 TAHUN
1999 TENTANG PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN**

UMUM

Kegiatan pembangunan bertujuan meningkatkan kesejahteraan hidup rakyat yang dilaksanakan melalui rencana pembangunan jangka panjang yang bertumpu pada pembangunan di bidang industri. Pembangunan di bidang industri tersebut di satu pihak akan menghasilkan barang yang bermanfaat bagi kesejahteraan hidup rakyat, dan di lain pihak industri itu juga akan menghasilkan limbah. Di antara limbah yang dihasilkan oleh kegiatan industri tersebut terdapat limbah bahan berbahaya beracun (limbah B3).

Untuk mengidentifikasi limbah sebagai limbah B3 diperlukan uji karakteristik dan uji toksikologi atas limbah tersebut. Pengujian ini meliputi karakterisasi limbah atas sifat-sifat mudah meledak dan atau mudah terbakar dan atau bersifat reaktif, dan atau beracun dan atau menyebabkan infeksi, dan atau bersifat korosif. Sedangkan uji toksikologi digunakan untuk mengetahui nilai akut dan atau kronik limbah. Penentuan sifat akut limbah dilakukan dengan uji hayati untuk mengetahui hubungan dosis-respon antara limbah dengan kematian hewan uji untuk menetapkan nilai LD50. Sedangkan sifat kronis limbah B3 ditentukan dengan cara mengevaluasi sifat zat pencemar yang terdapat dalam limbah dengan menggunakan metodologi tertentu. Apabila suatu limbah tidak tercantum dalam Lampiran I Peraturan Pemerintah ini, lolos uji karakteristik limbah B3, lolos uji LD50, dan tidak bersifat kronis maka limbah tersebut bukan limbah B3, namun pengelolaannya harus memenuhi ketentuan.

Limbah B3 yang dibuang langsung ke dalam lingkungan dapat menimbulkan bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya. Mengingat resiko tersebut, perlu diupayakan agar setiap kegiatan industri dapat meminimalkan limbah B3 yang dihasilkan dan mencegah masuknya limbah B3 dari luar Wilayah Indonesia. Pemerintah Indonesia dalam pengawasan perpindahan lintas batas limbah B3 telah meratifikasi Konvensi Basel pada tanggal 12 Juli 1993 dengan Keputusan Presiden Nomor 61 Tahun 1993. Untuk menghilangkan atau mengurangi resiko yang dapat ditimbulkan dari limbah B3 yang dihasilkan maka limbah B3 yang telah dihasilkan perlu dikelola secara khusus. Pengelolaan limbah B3 merupakan suatu rangkaian kegiatan yang mencakup penyimpanan, pengumpulan, pemanfaatan, pengangkutan, dan pengolahan limbah B3 termasuk penimbunan hasil pengolahan tersebut. Dalam rangkaian kegiatan tersebut terkait beberapa pihak yang masing-masing merupakan mata rantai dalam pengelolaan limbah B3, yaitu:

- a. Penghasil Limbah B3;
- b. Pengumpul Limbah B3;
- c. Pengangkut Limbah B3;
- d. Pemanfaat Limbah B3;
- e. Pengolah Limbah B3;
- f. Penimbun Limbah B3.

Dengan pengolahan limbah sebagaimana tersebut di atas, maka mata rantai siklus perjalanan limbah B3 sejak dihasilkan oleh penghasil limbah B3 sampai penimbunan akhir oleh pengolah limbah B3 dapat diawasi. Setiap mata rantai perlu diatur, sedangkan perjalanan limbah B3 dikendalikan dengan sistem manifest berupa dokumen limbah B3. Dengan sistem manifest dapat diketahui berapa jumlah B3 yang dihasilkan dan berapa yang telah dimasukkan ke dalam proses pengolahan dan penimbunan tahap akhir yang telah memiliki persyaratan lingkungan.

Dalam melakukan pengelolaan limbah B3 perlu diperhatikan hirarki pengelolaan limbah B3 antara lain dengan mengupayakan reduksi pada sumber, pengolahan bahan, substitusi bahan, pengaturan operasi kegiatan, dan diqunakannya teknologi

bersih. Bilamana masih dihasilkan limbah B3 maka diupayakan pemanfaatan limbah B3. Pemanfaatan limbah B3, yang mencakup kegiatan daur ulang (recycling) perolehan kembali (recovery) dan penggunaan kembali (reuse) merupakan satu mata rantai penting dalam pengelolaan limbah B3. Dengan teknologi pemanfaatan limbah B3 di satu pihak dapat dikurangi jumlah limbah B3 sehingga biaya pengolahan limbah B3 juga dapat ditekan dan di lain pihak akan dapat meningkatkan kemanfaatan bahan baku. Hal ini pada gilirannya akan mengurangi kecepatan pengurasan sumber daya alam.

PASAL DEMI PASAL

Pasal I

Angka 1

Pasal 6

Langkah pertama yang dilakukan dalam pengelolaan limbah B3 adalah mengidentifikasikan limbah dari penghasil tersebut apakah termasuk limbah B3 atau tidak. Mengidentifikasikan limbah ini akan memudahkan pihak penghasil, pengumpul, pengangkut, pemanfaat, pengolah, atau penimbun dalam mengenali limbah B3 tersebut sedini mungkin. Mengidentifikasi limbah sebagai limbah B3 dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

- a. Mencocokkan jenis limbah dengan daftar jenis limbah B3 sebagaimana pada Lampiran I Peraturan Pemerintah ini, dan apabila cocok dengan daftar jenis limbah B3 tersebut, maka limbah tersebut termasuk limbah B3;
- b. Apabila tidak cocok dengan daftar jenis limbah B3 sebagaimana pada Lampiran I Peraturan Pemerintah ini maka diperiksa apakah limbah tersebut memiliki karakteristik: mudah meledak, dan atau mudah terbakar, dan atau beracun, dan

lebih karakteristik limbah B3. Dalam ketentuan ini yang dimaksud dengan:

a. Limbah mudah meledak adalah limbah yang pada suhu dan tekanan, standar (25 derajat C, 760 mmHg) dapat meledak atau melalui reaksi kimia dan atau fisika dapat menghasilkan gas dengan suhu dan tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan sekitarnya.

b. Limbah mudah terbakar adalah limbah-limbah yang mempunyai salah satu sifat-sifat sebagai berikut:

1) Limbah yang berupa cairan yang mengandung alkohol kurang dari 24% volume dan atau pada titik nyala tidak lebih dari 600C (1400F) akan menyala apabila terjadi kontak dengan api, percikan api atau sumber nyala lain pada tekanan udara 760 mmHg.

2) Limbah yang bukan berupa cairan, yang pada temperatur dan tekanan standar (250C, 760 mmHg) dapat mudah menyebabkan kebakaran melalui gesekan, penyerapan uap air atau perubahan kimia secara spontan dan apabila terbakar dapat menyebabkan kebakaran yang terus menerus.

3) Merupakan limbah yang bertekanan yang mudah terbakar.

4) Merupakan limbah pengoksidasi.

c. Limbah yang bersifat reaktif adalah limbah-limbah yang mempunyai salah satu sifat-sifat sebagai berikut:

1) Limbah yang pada keadaan normal tidak stabil dan dapat menyebabkan perubahan tanpa peledakan.

- 3) Potensi bermigrasinya zat pencemar dari limbah ke lingkungan bilamana tidak dikelola dengan baik;
- 4) Sifat persisten zat pencemar atau produk degradasi racun pada zat pencemar;
- 5) Potensi dari zat pencemar atau turunan/degradasi produk senyawa toksik untuk berubah menjadi tidak berbahaya;
- 6) Tingkat dimana zat pencemar atau produk degradasi zat pencemar terbioakumulasi di ekosistem;
- 7) Jenis limbah yang tidak dikelola sesuai ketentuan yang ada yang berpotensi mencemari lingkungan;
- 8) Jumlah limbah yang dihasilkan pada satu tempat atau secara regional atau secara nasional berjumlah besar;
- 9) Dampak kesehatan dan pencemaran/kerusakan lingkungan akibat pembuangan limbah yang mengandung zat pencemar pada lokasi yang tidak memenuhi persyaratan;
- 10) Kebijakan yang diambil oleh instansi Pemerintah lainnya atau program peraturan perundang-undangan lainnya berdasarkan dampak pada kesehatan dan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah atau zat pencemarnya;
- 11) Faktor-faktor lain yang dapat dipertanggungjawabkan merupakan limbah B3. Metodologi untuk evaluasi Lampiran III Peraturan Pemerintah ini ditetapkan oleh instansi yang bertanggung jawab setelah berkoordinasi dengan instansi teknis dan lembaga penelitian terkait. Apabila setelah dilakukan uji penentuan toksisitas baik akut maupun kronis dan tidak memenuhi ketentuan di atas, maka

LAMPIRAN II
PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK
INDONESIA
NOMOR : 85 TAHUN 1999
TANGGAL : 7 oktober 1999

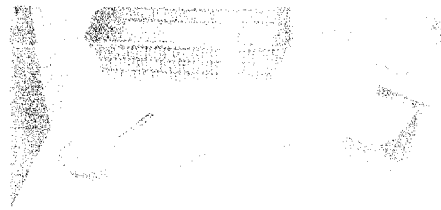
BAKU MUTU TCLP ZAT PENCEMAR DALAM LIMBAH UNTUK PENENTUAN
KARAKTERISTIK SIFAT RACUN

PARAMETER	KONSENTRASI DALAM EKSTRAKSI LIMBAH (mg/L) (TCLP)
Aldrin + Dieldrin	0,07
Arsen	5,0
Barium	100
Benzene	0,5
Boron	500
Cadmium	1,0
Carbon tetrachloride	0,5
Chlordane	0,03
Chlorobenzene	100
Chloroform	6,0
Chromium	5,0
Copper	10,0
o-Cresol	200
m-Cresol	200
Total Cresol	200

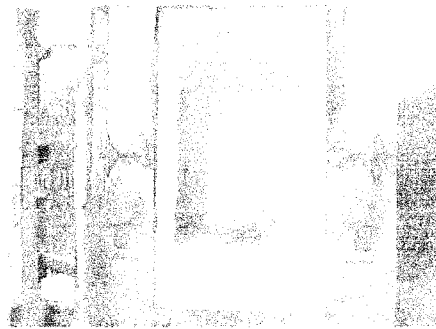
GAMBAR PENELITIAN



Limbah sludge krom



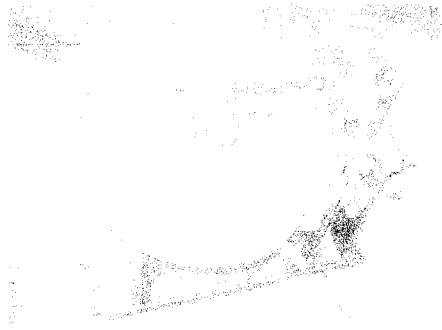
Proses pembuatan gelas



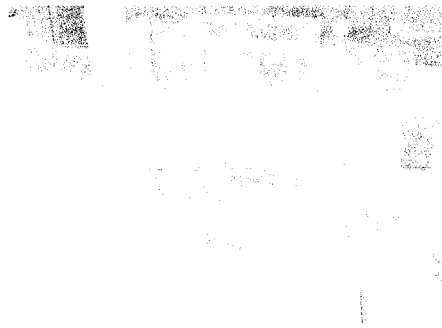
Tungku Pembakaran



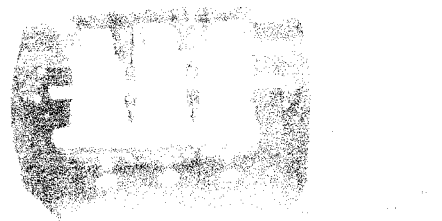
Glas A Glas B Glas C Glas D Glas E
Glas kontrol



Pengalihan Kemplam



Pemindahan ke



Proses Ekstraksi



Penyaringan setelah ekstraksi



Pengalaman 11

11/11/11