

No.TA/TL/2005/0047

PERPUSTAKAAN FESP 112  
HADIAN/BELE  
TGL TERIMA : 28 Jun 2006  
NO. JUDUL : 0047  
51200048702

## TUGAS AKHIR

### PEMANFAATAN LIMBAH *SPENT CATALYST* RCC 15 UP VI PERTAMINA BALONGAN SEBAGAI PAPAN GIPSUM (*GYP SUM BOARD*)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian  
persyaratan memperoleh derajat Sarjana Teknik Lingkungan



Disusun Oleh :

Nama : Dian Susanti

No.Mhs : 00.513.002

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2005




**HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**“PEMANFAATAN LIMBAH SPENT CATALYST RCC 15 UP VI  
PERTAMINA BALONGAN SEBAGAI PAPAN GIPSUM”**

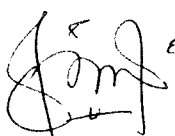
Nama : Dian Susanti  
No. Mahasiswa : 00 513 002  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I  
Ir. H. Kasam, MT

  
Tanggal : 14-11-05

Dosen Pembimbing II  
Eko Siswoyo, ST

  
Tanggal : 14-11-2005

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah swt, yang telah memberikan berkat dan rahmat-NYA sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai suatu persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Adapun Tugas Akhir yang dilaksanakan penyusun mengambil judul “ ***PEMANFAATAN LIMBAH SPENT CATALYST RCC 15 UP VI PERTAMINAN BALONGAN SEBAGAI PAPAN GIPSUM***”.

Tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak, Tugas Akhir dan Laporan ini tidak akan berjalan dengan baik dan lancar. Oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankanlah penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. H Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.sekaligus Dosen pembimbing I.
2. Bapak Eko Siswoyo, ST sebagai Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. sekaligus Dosen pembimbing II

3. Bapak Hudori, ST, Bapak Andik Yulianto, ST, bapak Luqman Hakim, ST, Msi, selaku dosen-dosen di jurusan Teknik Lingkungan UII
4. Pimpinan PERTAMINA UP VI BALONGAN, selaku pihak yang memberikan ijin pengambilan sampel limbah katalis.
5. Papah dan Mamah yang dari jauh selalu mendoakan dan memberikan dorongan baik materiil maupun spiritual.”*Thank’s pah, mah tanpa doa kalian mbak tidak akan bisa kayak gini*”
6. Kakak dan Adikku (mas Sigit n Eet) “*kalian penyemangat hidupku*”
7. Spesial buat Amri Cahyono, ST “*thank’s with your Attention and your spirit, itu berarti banget buatku*”
8. Teman-teman seperjuanganku dalam tim solidifikasi (emzita, Iman (wak), Umi Eva, dek Aan and Harum), “*makasih...makasih banget udah bantuin aku beberapa bulan ini, kalo gak ada kalian mungkin skripsiku gak jalan, sukses ya friends..*”
9. Mas Tasyono dan Pak Syam yang udah Bantu di Lab Kualitas air.
10. Sahabat-sahabatku tersayang: Endut noni, peggy, mbak asti, ika, ririn...”*kalian selalu dihatiku selamanya*”
11. Anak-anak kost, Datik, selly, Tuti, “*makasih ya udah nemenin aku bergadang.*”.
12. *Arief Budianto, Thanks banget..pinjaman printernya ya!!!*
13. Seluruh teman-teman di Jurusan Teknik Lingkungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu. “*Thanks banget supportnya.*”

14. Para pihak manapun juga yang telah membantu penyusun dalam memberikan data-data yang sangat diperlukan dalam laporan ini.

Telah disadari bahwa penyusunan laporan ini jauh dari kesempurnaan dan jauh dari ketepatan, untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik-kritik dan saran-saran yang sekiranya dapat membangun. Dengan harapan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya, bagi mahasiswa Teknik Lingkungan dan bagi kita semua

Yogyakarta, Oktober 2005

Penyusun,

Dian Susanti

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### MOTO HIDUP

*“ Dengan ridha akan datang ketenangan dan keteduhan di dalam hati. Dengan ridha juga akan datang rasa damai dan aman, kesejahteraan dan kemudahan hidup, kegembiraan, dan kesenangan ”*

**Kupersembahkan skripsi ini untuk :**

- 1. Papah dan Mamah**
- 2. Orang-orang yang aku sayangi dan kasihi**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
ABSTRAKSI.....	xiv
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	4
1.3    Tujuan Penelitian .....	4
1.4    Manfaat Penelitian .....	4
1.5    Batasan Masalah.....	5
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1    Solidifikasi.....	6
2.1.1    Pengertian Solidifikasi.....	6
2.1.2    Prinsip Dasar Solidifikasi.....	8
2.2    Definisi Limbah.....	12

2.5.1	Asal usul Gypsum.....	34
2.5.2	Papan Gypsum ( <i>Gypsum board</i> ).....	34
2.6	Senyawa Kapur (CaO).....	37
2.7	Asbestos.....	39
2.8	Kuat Lentur.....	41
2.9	Lindi ( <i>Leachate</i> ).....	42
2.10	Hipotesa.....	43
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>44</b>
3.1	Lokasi Penelitian.....	44
3.2	Jenis Penelitian.....	44
3.3	Waktu Penelitian.....	44
3.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	44
3.5	Tahapan Penelitian.....	45
3.5.1	Analisa Karakteristik Bahan.....	45
3.5.2	Penentuan Komposisi Sampel.....	45
3.5.3	Pengamatan Penelitian.....	46
3.5.4	Cara Kerja.....	46
	3.5.4.1 Cara Pembuatan dan perawatan Benda Uji.....	46
	3.5.4.2 Uji Kuat Lentur.....	47
	3.5.4.3 Uji TCLP.....	47
3.6	Analisa Hasil Penelitian.....	47
3.6.1	Analisa Sampel.....	47



	3.6.1.1 Uji Kuat Lentur.....	47
	3.6.1.2 Analisa TCLP.....	47
	3.6.2 Analisa data.....	48
	3.7 Sistematika Tugas Akhir.....	51
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>52</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	52
4.1.1	Karakteristik Limbah Katalis.....	52
4.1.2	Uji Kuat lentur.....	53
4.1.3	Uji TCLP.....	54
	4.1.3.1 Efisiensi Logam-logam Berat(Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni) dalam Papan Gypsum.....	55
4.2	Pembahasan.....	56
4.2.1	Karakteristik Limbah Katalis.....	56
4.2.2	Uji Kuat Lentur.....	57
4.2.3	Uji Lindi dengan Metode TCLP.....	59
4.2.4	Nilai Produksi Papan Gypsum.....	61
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>62</b>
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran.....	63
	DAFTAR PUSTAKA.....	xvi
	LAMPIRAN.....	xvii

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beberapa sifat fisik logam seng.....	18
Tabel 2.2	Hasil pengukuran komposisi kimia <i>spent</i> dan <i>fresh catalyst</i> .....	33
Tabel 3.1	Komposisi bahan pembuat papan gipsum.....	46
Tabel 4.1	Karakteristik fisik limbah katalis.....	52
Tabel 4.2	Karakteristik kimia limbah katalis.....	52
Tabel 4.3	Hasil pengujian kuat lentur rata-rata.....	53
Tabel 4.4	Hasil rata-rata pengujian logam berat dalam papan gipsum.....	54
Tabel 4.6	Efisiensi logam berat.....	55
Tabel 4.7	Rincian biaya produksi tiap biji.....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram alir pembuatan benda uji.....	49
Gambar 3.2	Diagram alir pelaksanaan penelitian.....	50
Gambar 4.1	Grafik kuat lentur rata-rata.....	53
Gambar 4.2	Grafik uji TCLP logam berat.....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data pemeriksaan berat jenis agregat halus
Lampiran 2.	Hasil uji berat volume
Lampiran 3.	Data pemeriksaan modulus halus
Lampiran 4 & 5	Hasil analisis katalis awal
Lampiran 6.	Hasil pengujian kuat lentur
Lampiran 7.	Surat keterangan pengujian kuat lentur
Lampiran 8.	Lampiran cara kerja TCLP
Lampiran 9.	Hasil pengujian pH
Lampiran 10.	Hasil uji TCLP logam Cr
Lampiran 11.	Hasil uji TCLP logam Cu
Lampiran 12.	Hasil uji TCLP logam Zn
Lampiran 13.	Hasil uji TCLP logam Pb
Lampiran 14.	Hasil uji TCLP logam Ni
Lampiran 15.	Lampiran efisiensi logam berat
Lampiran 16.	Peraturan Pemerintah No 85 tahun 1999
Lampiran 17.	Lampiran Perhitungan biaya produksi
Lampiran 18.	Lampiran foto-foto

**PEMANFAATAN LIMBAH *SPENT CATALYST* RCC 15 UP VI PERTAMINA  
BALONGAN SEBAGAI PAPAN GIPSUM (*GYP SUM BOARD*)**

**Oleh :  
Dian Susanti**

**ABSTRAK**

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), limbah *spent catalyst* yang dihasilkan oleh RCC 15 Pertamina UP VI Balongan termasuk ke dalam daftar limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sehingga perlu pengolahan secara khusus. Salah satunya adalah metode pengolahan dengan solidifikasi limbah katalis sebagai papan gipsum. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat imobilisasi logam berat dalam papan gipsum yang telah ditambahkan limbah katalis dan bahan-bahan aditif (gipsum, kapur dan asbestos) yang dapat membantu pengikatan limbah katalis tersebut. Dan juga untuk mengetahui kualitas kuat lentur dari papan gipsum tersebut.

Dalam proses solidifikasi ini, digunakan penambahan variasi konsentrasi berat 5%, 10%, 15% dan 20% limbah katalis dalam bahan-bahan papan gipsum, selanjutnya diberi air secukupnya dan dicetak dengan ukuran 30cmx13cmx1cm. Papan gipsum yang sudah dicetak diawetkan selama 28 hari, masing-masing variasi dibuat 30 sampel. Kemudian dilakukan uji kuat lentur dan Uji lindi (*leachate*) dengan metode TCLP.

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai kuat lentur tertinggi adalah pada konsentrasi katalis 5% yaitu sebesar 54,011 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kuat lentur terendah pada konsentrasi tanpa katalis yaitu sebesar 26,684 kg/cm<sup>2</sup>, masih memberikan mutu kualitas papan gipsum yang baik karena masih berada di atas nilai kuat lentur pembanding yang dijual dipasaran. Sedangkan untuk uji lindi pada logam-logam berat Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni dengan metode TCLP diperoleh nilai lindi terbesar sebesar 0,1147 mg/l, 0,03415 mg/l, 0,23086 mg/l, 0,53656 mg/l, dan 0,49 mg/l masih berada di bawah baku mutu yang ditentukan yaitu Cr 5 mg/l, Cu 10 mg/l, Zn 50 mg/l, Pb 5 mg/l, dan Ni 11 mg/l. Jadi, dapat disimpulkan bahwa Limbah *spent catalyst* RCC 15 Pertamina UP VI Balongan layak dipandang dari aspek teknis (kuat lentur) maupun aspek kesehatan lingkungan.

Kata kunci : Limbah *spent catalyst*, Solidifikasi, Uji kuat lentur, Uji TCLP

## **THE USE OF SPENT CATALYST WASTE OF RCC 15 UP VI PERTAMINA BALONGAN AS GYPSUM BOARD MATERIAL**

**By:  
Dian Susanti**

### **ABSTRACT**

According to Government Rule (PP) number 85 on 1999 about the handle of the hazardous waste, the spent catalyst waste resulted from RCC 15 Pertamina UP VI Balongan belongs to the list of the hazardous waste; therefore it needs to be properly handled. One of them is processing method with catalyst waste solidification as gypsum board. The objective of this research is to find out the level of metal's immobilisation in the gypsum board which is added by catalyst wastes and aditive substances (gypsum, lime, and asbestos) which is helpful in the chain of catalyst waste. As well as to know the bending strength quality from the gypsum board.

In the solidification process, uses various of weight concentration 5%, 10%, 15%, and 20% of catalyst waste in the gypsum board composition, then it is added by water and shaped in 30 cm x 13 cm x 1 cm. The gypsum board is stored in 28 days, in which each variation is made 30 samples. Then the bending strength test and leachate test with TCLP method.

After that , the highest bending strength score is at the 5% concentration is 54.011 kg/cm<sup>2</sup> and the lowest bending strength score at the concentration without catalyst is 26.684 kg/ cm<sup>2</sup>, it still gives good qualities to the gypsum board because it is above the counter bending strength score which is common in the market. While in the leachate test for the metals Cr, Cu, Zn, Pb and Ni with the TCLP method, the highest leachate score is 0.1147 mg/l; 0.03415 mg/l; 0.23086 mg/l; 0.53656 mg/land 0.49 and it is still under the standard quality is. 5 mg/l Cr, 10 mg/l Cu, 50 mg/l Zn, 5 mg/l Pb, and 11 mg/l Ni. Therefore, it can be concluded that spent catalyst waste at RCC 15 Pertamina UP IV Balongan deserves to be seen from either technique aspect (bending strength) or the environmental health aspect.

**Keyword** : Spent catalyst waste, Solidification, Bending strength test, TCLP test

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Umumnya industri migas dalam bentuk eksploitasi – produksi, pengolahan minyak dan gas bumi serta pemasaran hasil migas berpotensi memberikan dampak terhadap lingkungan, baik positif maupun negatif, yang apabila tidak ditangani dengan tepat, maka dampak negatif yang timbul akan sulit dikendalikan. Oleh karena itu perlu diusahakan penanganan sebaik mungkin sejak awal kegiatan. Tindakan penanganan ini merupakan suatu upaya untuk mencegah, mengurangi dan mengendalikan beban pencemaran terhadap lingkungan yang diakibatkan oleh pembuangan hasil sisa produksi secara langsung kedalam lingkungan. Salah satu usahanya, ialah penanganan limbah akibat kegiatan pengolahan migas menjadi produk antara maupun produk akhir, dimana limbah yang dihasilkan ini dapat berupa limbah padat, cair dan gas ataupun bentuk campurannya. Tahap penanganan limbah secara garis besar dimulai dengan mengetahui sumber limbah itu sendiri sehingga dapat dianalisis secara laboratorium komponen-komponen apa saja yang terkandung dalam limbah dari hasil analisis tersebut akan diketahui karakteristik (sifat fisik, biologi dan kimia) limbah, sehingga tipe pengolahan awal dan metode pembuangan akhir dapat ditentukan secara tepat. (Suhardi, 1993)

Di kilang minyak, limbah setengah padat akan menjadi berbahaya bagi lingkungan jika tidak ditangani dengan cara yang tepat. *Sludge* dari alat pemisahan dan apungan berminyak yang tidak dapat direklamasi kembali, lumpur dari proses penghilangan garam dan lumpur dari pengolahan biologis, tidak boleh ditempatkan di tempat penimbunan karena degradasi anaerobik akan mengakibatkan mobilisasi produk sampingan yang tidak diinginkan. *Sludge* merupakan kotoran minyak yang tersusun dari campuran air, minyak dan padatan lunak yang bersifat sangat stabil sukar dipecah-pecah menjadi unsur-unsurnya. (Mustakim, 1994)

*Sludge* merupakan masalah yang cukup kompleks yang harus ditangani oleh pihak industri perminyakan. Hal ini dikarenakan *sludge* memberikan banyak dampak negatif, baik bagi lingkungan maupun bagi pihak industri migas itu sendiri. *Sludge* tidak dapat dibuang ke lingkungan begitu saja dengan *incenerator* karena adanya kandungan air dalam *sludge* akan menimbulkan letupan-letupan api sehingga tidak dapat dibakar secara sempurna.

*Sludge* yang mengandung logam-logam berat termasuk limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yakni limbah yang karena sifat dan konsentrasinya serta jumlahnya, baik secara langsung maupun tak langsung dapat merusak, mencemarkan lingkungan hidup dan membahayakan kesehatan manusia.

Oleh karena itu *sludge* jenis ini sebelum dibuang ke lingkungan harus dilakukan upaya penanganan, sehingga dampak yang akan ditimbulkan dapat dicegah.. Pada Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999 tentang pengelolaan limbah B3. Dalam peraturan tersebut pemanfaatan limbah B3 merupakan salah



satu rangkaian kegiatan pengelolaan limbah B3, proses pemanfaatan dapat dilakukan dengan cara perolehan kembali (*recovery*), Pemanfaatan kembali (*reuse*), dan daur ulang (*recycle*). Pemanfaatan ini di samping akan mengurangi limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, baik dari segi kuantitas maupun kualitas juga akan mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam.

Dalam penelitian kali ini menggunakan prinsip *reuse* (pemanfaatan kembali) limbah *spent catalyst* untuk bahan bangunan (*Gypsum board*) dengan prinsip solidifikasi. Limbah katalis yang digunakan adalah limbah padat (*sludge*) hasil proses dari RCC 15 UP VI Pertamina Balongan.

Sejalan dengan bertambahnya kebutuhan perumahan murah, maka kebutuhan terhadap papan penyekat ruangan akan bertambah juga. Pada umumnya papan penyekat dibuat dari campuran asbes serat dan semen portland ditambah dengan air sehingga terjadi proses yang menghasilkan srtuktur padat yang kuat. Berdasarkan analogi pada proses pembuatan papan dari komponen semen dan asbestos, maka komponen semen ini yang berfungsi sebagai pengikat, dapat digantikan oleh gipsum dan kapur. Gipsum ini jika ditambah air juga akan mengalami proses hidrasi sehingga diperoleh struktur massa padat padat yang kuat.

Asbestos terdiri dari serat silikat mineral dengan komposisi kimiawi yang berbeda. Jika terhisap, serat asbes mengendap di dalam dalam paru-paru, menyebabkan parut. Menghirup asbes juga dapat menyebabkan penebalan pleura (selaput yang melapisi paru-paru). Mengingat akan bahaya yang ditimbulkan oleh debu asbes tersebut untuk kesehatan manusia, maka perlu adanya pencegahan

yang lebih dini dalam proses pembuatannya sehingga debu asbestos tidak terhirup. Selain itu perlu juga dipikirkan juga kemungkinan menghirup debu asbestos pada waktu pemasangannya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Untuk memberikan uraian yang jelas, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah dengan solidifikasi terhadap limbah katalis ini mampu meminimalisasikan logam-logam berat yang terlepas pada lingkungan?
2. Seberapa besar pengaruh variasi komposisi dalam pembuatan papan gipsum (*Gypsum board*) terhadap sifat-sifat fisik (kuat lentur)?
3. Apakah solidifikasi limbah katalis sebagai papan gipsum ini akan memberikan nilai produksi yang ekonomis?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Pada kegiatan penelitian ini, maka tujuan penelitian yang diinginkan adalah sebagai berikut :

1. Untuk menentukan tingkat imobilisasi logam-logam berat yang terdapat dalam limbah *spent catalyst* dari RCC 15 UP VI Pertamina Balongan.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi dalam pembuatan papan gipsum (*Gypsum board*) terhadap sifat-sifat fisik yaitu kuat lentur
3. Untuk mengetahui nilai produksi dalam pembuatan papan gipsum (*Gypsum board*)

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Diharapkan dengan kegiatan penelitian ini, diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan salah satu alternatif pengolahan limbah padat *spent catalyst* dari RCC Pertamina secara solidifikasi.
2. Meminimalisasi terjadinya pencemaran di lingkungan akibat kandungan logam berat dari RCC Pertamina.
3. Menciptakan produk alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk membatasi kajian dan batasannya, maka penelitian ini dikhususkan membahas mengenai :

1. Proses pengelolaan limbah dengan teknologi solidifikasi untuk limbah katalis dengan campuran gipsum, kapur dan asbestos.
2. Lumpur padat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah Katalis RCC 15 Pertamina UP VI Balongan
3. Parameter yang diuji adalah uji kuat lentur dan uji lindi untuk kandungan logam berat seperti kromium (Cr), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Nikel (Ni), dan Timbal (Pb)
4. Benda uji berbentuk papan gipsum (*Gypsum board*)

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Solidifikasi

##### 2.1.1 Pengertian Solidifikasi

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 (Wentz,A,Charles,1995).

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 *toksistas*.

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

Yaitu proses pemadatan limbah dengan menggunakan binder seperti aspal atau polyethylene yang dipanaskan terlebih dahulu sebelum dicampur dengan limbah.

4. Proses polimerisasi organik

Yaitu pencampuran limbah dengan matrik polimer yang berupa thermosetting maupun thermoplastik. Temperatur pada proses ini berkisar  $60^{\circ}\text{C}$ . Proses ini tergolong baru, belum digunakan secara luas karena bahan polimer tidak tahan terhadap radiasi tinggi.

5. Proses vitrifikasi (glasifikasi)

Yaitu pemadatan limbah dengan bahan pembentuk gelas yang direaksikan pada suhu tinggi sehingga terbentuk gelas atau keramik. Temperatur yang digunakan pada proses ini adalah  $1000^{\circ}\text{C}$ - $1500^{\circ}\text{C}$ .

### **2.1.2 Prinsip Dasar solidifikasi**

Proses pembekuan terjadi melalui mekanisme nukleasi dan pertumbuhan. Di sini nukleus-nukleus kecil atau kristal-kristal benih terbentuk secara merata di seluruh cairan logam, kemudian tumbuh sampai akhirnya seluruh volume menjadi padatan. Selama proses pembekuan, nukleus-nukleus (inti) tumbuh dengan cepat menurut arah kristalogi tertentu, dan ini menyebabkan terbentuknya kristal-kristal bercabang panjang yang disebut dendrit. Pertumbuhan dendrit terhenti begitu terjadi kontak dengan dendrit bersebelahan yang juga tumbuh, lalu cairan yang tersisa membeku pada rongga-rongga diantara cabang-cabang dendrit. (R.E.Smallman, 1991).

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*. 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.. (Breck, W.G,1997).

## **2.2 Definisi Limbah**

### **2.2.1 Limbah Padat**

Limbah padat adalah hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari sisa proses pengolahan. Limbah ini dapat dikategorikan menjadi dua bagian, yaitu limbah padat yang dapat didaur ulang dan limbah padat yang tidak punya nilai ekonomis.

Bagi limbah padat yang tidak punya nilai ekonomis dapat ditangani dengan berbagai cara antara lain ditimbun pada suatu tempat, diolah kembali kemudian dibuang dan dibakar. Perlakuan limbah padat yang tidak mempunyai nilai ekonomis sebagian besar dilakukan sebagai berikut (Ir. Perdana Ginting, 1992) :

a. Ditumpuk pada area tertentu

Penimbunan limbah padat pada areal tertentu membutuhkan areal yang luas dan merusakkan pemandangan di sekeliling penimbunan. Penimbunan ini mengakibatkan pembusukkan yang menimbulkan bau di sekitarnya, karena adanya reaksi kimia yang menghasilkan gas tertentu.

b. Pembakaran

Limbah padat yang dibakar menimbulkan asap, bau dan debu. Pembakaran ini menjadi sumber pencemaran melalui udara dengan timbulnya bahan pencemar baru seperti Nox, hidrokarbon, karbonmonoksida, bau, partikel dan sulfur dioksida.



c. Pembuangan

Pembuangan tanpa rencana sangat membahayakan lingkungan. Diantara beberapa pabrik membuang limbah padatnya ke sungai karena diperkirakan larut ataupun membusuk dalam air. Ini adalah keliru, sebab setiap pembuangan bahan padatan apakah namanya lumpur atau buburan, akan menambah total sodid dalam air sungai.

Secara garis besar limbah padat dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Limbah padat yang mudah terbakar
2. Limbah padat yang sukar terbakar
3. Limbah padat yang mudah membusuk
4. Limbah berupa debu
5. Lumpur
6. Limbah yang dapat didaur ulang
7. Limbah radioaktif
8. Limbah yang menimbulkan penyakit

Berdasarkan klasifikasi limbah padat serta akibat-akibat yang ditimbulkannya sistem pengelolaan dilakukan menurut :

1. Limbah padat yang dapat ditimbun tanpa membahayakan
2. Limbah padat yang dapat ditimbun tetapi berbahaya
3. Limbah padat yang tidak dapat ditimbun

Di dalam pengolahannya dilakukan melalui tiga cara yaitu pemisahan, penyusutan ukuran dan pengomposan. Dimaksud dengan

pemisahan adalah pengambilan bahan tertentu kemudian diolah kembali sehingga mempunyai nilai ekonomis. Penyusutan ukuran bertujuan untuk memudahkan pengolahan limbah selanjutnya, misalnya pembakaran. Dengan ukuran lebih kecil akan lebih mudah membawa atau membakar pada tungku pembakaran. Jadi tujuannya adalah pengurangan volume maupun berat. Pengomposan adalah proses melalui biokimia yaitu zat organik dalam limbah dipecah sehingga menghasilkan humus yang berguna untuk memperbaiki struktur tanah.

### **2.2.2 Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)**

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.85 tahun 1999 yang mengatur tentang pengelolaan limbah B3 menyebutkan bahwa pengertian B3 (pasal1), sebagai berikut:

“Bahan Beracun dan Berbahaya (B)3 adalah bahan yang karena sifat dan konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung,

dapat mencemarkan 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 4) 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 criteria 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 (Palar, 1994):

1. Specific gravity yang sangat besar ( $>4$ )
2. Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur laktanida 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.

#### **2.2.2.1 Kromium (Cr)**

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.

##### **2.2.2.1.1 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).

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 ( $\text{CO}_2$ ) dalam konsentrasi tinggi, logam Cr dapat mengalami peristiwa oksidasi dan membentuk  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Kromium merupakan logam

yang sangat mudah bereaksi. Logam ini secara langsung dapat bereaksi dengan nitrogen, karbon, silica dan boron (Palar, 1994).

#### ***2.2.2.1.2 Cr dalam Lingkungan***

Logam Cr dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, baik pada strata perairan, tanah maupun udara (lapisan atmosfer). Logam Cr yang masuk ke dalam strata lingkungan datang dari berbagai sumber, tetapi yang paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan perindustrian, rumah tangga dan pembakaran serta mobilisasi bahan bakar.

Masuknya Cr ke lapisan udara berasal dari pembakaran, mobilisasi batubara dan minyak bumi. Pada pembakaran batubara akan terlepas Cr sebesar 10 ppm ke udara, sedangkan dari pembakaran minyak bumi akan terlepas Cr sebesar 0,3 ppm. Keadaan ini dapat diartikan bahwa setiap tahunnya akan dilepas sebanyak 1400 ton Cr ke udara dari proses pembakaran batubara dan 50 ton Cr dari proses pembakaran minyak bumi.

Logam Cr dapat masuk ke dalam badan perairan melalui dua cara yaitu secara alamiah dan non alamiah. Masuknya Cr secara alamiah disebabkan oleh faktor fisika, seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan atau mineral. Di samping itu, debu dan partikel Cr di udara akan dibawa turun oleh air hujan. Secara non alamiah masuknya Cr lebih merupakan dampak dari aktivitas manusia, yang dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga.

### **2.2.2.1.3 Keracunan Cr**

Sebagai logam berat, Cr termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Logam Cr (VI) merupakan bentuk yang paling banyak dipelajari sifat racunnya, dibandingkan ion-ion Cr(II) dan Cr(III). Sifat racun yang dibawa logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis.

Keracunan akut yang disebabkan oleh senyawa  $K_3Cr_2O_7$  pada manusia ditandai dengan kecenderungan terjadinya pembengkakan pada hati. Tingkat keracunan Cr pada manusia diukur melalui kadar atau kandungan Cr dalam urine, kristal asam kromat yang sering digunakan sebagai obat untuk kulit, akan tetapi penggunaan senyawa tersebut seringkali mengakibatkan keracunan yang fatal.

Kromium merupakan salah satu logam berat yang sangat beracun dan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, karena dapat dengan cepat merusak protein. Kontaminasi logam Kromium dapat terjadi melalui :

1. Penghisapan udara tercemar
2. Kontak langsung
3. Makanan dan minuman

Dampak kelebihan Cr pada tubuh akan terjadi pada kulit, saluran pernafasan, ginjal dan hati. Efek pada kulit disebabkan karena asam kromit, dikromat dan Cr(VI) lain di samping iritan yang kuat juga.

Pengaruh terhadap pernapasan yaitu iritasi paru-paru akibat menghirup debu Cr dalam jangka panjang dan mempunyai efek juga terhadap iritasi

kronis, polyp kronis. Gejala lain dari keracunan akut Cr(VI) adalah vertigo, haus, muntah, shock, koma dan mati.

#### 2.2.2.2 Seng (Zn)

Nama seng berasal dari bahasa Jerman yaitu *Zin* (*meaning tin*). Ditemukan oleh Andreas Marggraf pada tahun 1746. Logam *zinc* berwarna *bluish pale grey* dan di golongan dalam *transition metal*. Seng ada dalam banyak bentuk yang mencakup *foil, granules, powder, pieces, nanosize activated powder, shot, and a mossy*

Seng adalah suatu *bluish-white*, metal berkilauan. Rapuh pada suhu lingkungan tetapi lunak pada suhu 100-150°C. Merupakan suatu konduktur listrik dan terbakar tinggi di dalam udara pada panas merah-pijar.

Logam seng (Zn) tersedia secara *commercially* jadi tidak secara normal untuk membuatnya di dalam laboratorium. Kebanyakan produksi seng didasarkan bijih sulfid. Zn dipanggang didalam pabrik industri untuk membentuk oksida seng, ZnO. Ini dikurangi dengan karbon untuk membentuk seng metal, tetapi diperlukan *practice ingenious technology* untuk memastikan bahwa seng yang dihasilkan tidak mengandung oksida tak murni.



Tipe lain dari ekstraksi adalah *electrolytic*. Penguraian dari *zinc oxide* mentah, ZnO, di dalam *sulphuric acid* menjadi *zinc sulfate*, ZnSO<sub>4</sub>. Solusi dari

elektrolisis  $\text{ZnSO}_4$  menggunakan katoda aluminium dan dicampur timah dengan anoda perak membentuk logam seng murni yang dilapisi aluminium. Gas oksigen dibebaskan pada anoda.

#### **2.2.2.2.1 Efek Seng bagi Kesehatan**

Seng adalah suatu unsur yang umum terjadi secara alami. Banyak bahan makanan berisi konsentrasi seng tertentu. Air minum juga berisi sejumlah seng tertentu, yang mana lebih tinggi ketika disimpan di dalam tangki logam. Sumber industri atau *toxic waste* tempat menyebabkan sejumlah seng di dalam air minum mencapai tingkatan yang dapat menyebabkan permasalahan kesehatan.

Seng adalah suatu unsur yang penting bagi kesehatan manusia. Bilamana orang-orang menyerap terlalu kecil seng mereka dapat mengalami hilangnya nafsu makan, indera rasa dan penciuman berkurang, penyembuhan luka lamban dan sakit kulit. Kekurangan *zinc* dapat menyebabkan kelahiran cacat.

Walaupun manusia mampu menangani konsentrasi seng yang besar, *zinc* terlalu banyak dapat menyebabkan permasalahan kesehatan utama, seperti kram perut, iritasi kulit dan kekurangan darah merah. Tingkatan seng yang sangat tinggi dapat merusakkan pankreas dan mengganggu metabolisme protein dan menyebabkan pengapuran pembuluh darah.

Seng bisa merupakan suatu bahaya bagi anak-anak belum lahir dan baru lahir. Ketika para ibu mereka sudah menyerap konsentrasi seng yang besar, anak-anak dapat kena melalui darah atau susu dari para ibu mereka .  
([www.lenntech.com/Periodic-chart-elements/Zn-en.html](http://www.lenntech.com/Periodic-chart-elements/Zn-en.html))



#### **2.2.2.2.2 Efek Seng Pada Lingkungan**

Seng terjadi secara alami di dalam udara, tanah dan air, tetapi konsentrasi seng naik secara tak wajar, kaitannya dengan penambahan seng melalui aktivitas manusia. Seng bertambah banyak saat aktivitas industri, seperti pekerjaan tambang, batubara dan pembakaran limbah dan proses baja.

Air dikotori dengan seng, kaitannya dengan kehadiran dari jumlah seng yang besar di dalam *wastewater* suatu industri. Salah satu konsekwensi adalah sungai mengandung *zinc-polluted sludge* ditepi sungai. Seng juga meningkatkan kadar keasaman perairan.

Beberapa ikan dapat mengumpulkan seng di dalam badan mereka, ketika mereka tinggal di terusan *zinc-contaminated*. Ketika seng masuk ke badan dari ikan tersebut bisa memperbesar bio rantai makanan.

Jumlah seng yang besar dapat ditemukan di dalam tanah. Ketika lahan tanah pertanian dikotori dengan seng, binatang akan menyerap konsentrasi tersebut yang akan merusak kesehatan mereka. Seng tidak hanya suatu ancaman bagi lembu, tetapi juga untuk jenis tanaman.

#### **2.2.2.3 Tembaga (Cu)**

Tembaga biasanya diambil dari bijih dasar pada *copperpyrites* (tanah tambang dimana tembaga bereaksi secara kimiawi dengan besi dan belerang ( $\text{CuFeS}_2$ )). Proses pengolahan logam agak rumit, akan tetapi yang penting sebagai berikut (Drs. Hari Amanto dan Drs. Daryanto, 1999) :

1. Bijih-bijih logam dikonsentrasikan, yaitu dilakukan proses basah untuk menghilangkan lumpur sebanyak mungkin.
2. Konsentrasi ini lalu dipanaskan pada arus udara, sehingga banyak menghilangkan belerang. Lalu dioksidasikan menjadi terak yang mengapung di atas cairan murni tembaga sulfid ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ).
3. Tembaga sulfid cair dipisahkan dari terak. Sejumlah tembaga sulfid dioksidasikan, lalu membentuk reaksi kimia dengan sisa sulfid menghasilkan tembaga kasar. Tembaga kasar lalu diolah dengan dua cara, yaitu sebagai berikut :
  - a. Dicairkan lagi dalam dapur, sehingga kotoran dioksidasikan dan lepas sebagai terak,
  - b. Elektrolisis yang menggunakan sebatang tembaga kasar sebagai anode dan lempengan tipis tembaga murni sebagai katode. Selama elektrolisis, tembaga anode berkurang perlahan-lahan dan tembaga dengan kemurnian tinggi termuat pada katode. Tembaga katode yang terbentuk adalah 99,97% murni.

#### ***2.2.2.3.1 Sifat-sifat Tembaga***

Sifat fisik terpenting pada tembaga adalah daya penghantar listrik yang sangat tinggi. Oleh karena itu, sebagian besar hasil dari tembaga digunakan pada industri listrik. Kandungan kotoran akan mengurangi konduktivitasnya. Hanya dengan kandungan fosfor 0,04% akan mengurangi daya penghantar listrik sebanyak 25%. Daya hantar panas dan tahan karat pada tembaga juga tinggi. Hal tersebut membuat tembaga digunakan sebagai bahan dalam pembuatan radiator,

ketel, dan perlengkapan pemanasan yang lain. Tembaga juga bersifat dapat ditempa (*malleable*) dan dapat diregangkan (*ductile*). Pada akhir-akhir ini biaya produksi tembaga makin meningkat, sehingga untuk beberapa kebutuhan (pelistrikan dan lainnya) telah digantikan oleh alumunium. Walaupun konduktivitas listrik dan panas pada alumunium ternyata lebih rendah daripada tembaga. Tegangan tarik dari tembaga dirol berat mencapai kira-kira  $375 \text{ N/mm}^2$ . Sehingga untuk kebutuhan permesinan yang kekuatannya lebih besar, tembaga haris dalam bentuk paduan. (. Hari Amanto dan. Daryanto, 1999)

#### **2.2.2.3.2 Paduan Tembaga**

Paduan tembaga telah berkurang penggunaannya daripada waktu yang lampau. Harga tembaga yang telah meningkat dengan cepat, ditambah lagi dengan kenyataan bahwa kualitas bahan murah yang lain telah meningkat akhir-akhir ini, telah mengurangi penggunaan paduan tembaga untuk beberapa kebutuhan..

(Hari Amanto dan. Daryanto, 1999)

#### **2.2.2.4 Nikel (Ni)**

Nikel berupa logam berwarna perak dalam bentuk berbagai mineral. Ni diproduksi dari biji Nikel, peleburan/ daur ulang besi, terutama digunakan dalam berbagai macam baja dan suasa serta elektroplating. Salah satu sumber terbesar Ni terbesar di atmosphere berasal dari hasil pembakaran, BBM, pertambangan, penyulingan minyak, incenerator.

Nikel mempunyai pengaruh yang sama seperti mangan, yaitu menurunkan suhu kritis dan kecepatan pendinginan kritis, memperbaiki kakutan tarik, tahan

korosi, sifat tahan panas dan sifat magnetnya. Nikel tahan korosi berkat lapisan kuat oksida nikel maka nikel digunakan untuk penutup logam-logam lain. Hal ini dapat dilaksanakan dengan cara galvanisasi dan distempel.

Dari paduan nikel kita sebut monel dan nikrom, monel adalah paduan nikel dengan tembaga yang sedikit digunakan dalam mesin.

Nikrom adalah paduan nikel dan krom yang digunakan dalam teknik listrik sebagai bahan hambatan. Nikel sebagai unsur paduan digunakan dalam banyak paduan baja sebagai unsur paduan dalam baja konstruksi dan baja mesin.

(Hari Amanto dan. Daryanto, 1999)

Nikel juga ditemukan dalam sayur-sayuran, kacang-kacangan dan biji-bijian. Jika unsur nikel terdapat dalam tubuh manusia jumlahnya melebihi 10 mg sudah cukup mengganggu tubuh. Bila terkena/keracunan nikel akibat yang timbul kebanyakan adalah dematitis, terutama bila langsung kontak dengan nikel misalnya memegang uang logam atau perhiasan dari nikel. Diperkirakan 5% dari aksem disebabkan oleh nikel.

Senyawa nikel yang paling toksit adalah Nikel Karbonil, ini merupakan hasil reaksi nikel atau senyawanya dengan karbon monoksida. Gejala yang timbul adalah pusing dan muntah-muntah. Gejala ini akan hilang jika kita bernapas pada udara yang bersih dan segar. Nikel Karbonil yang serius akan mengakibatkan kanker paru-paru dan hidung. Diperkirakan bila menghirup nikel 30 ppm dari udara selama 20 menit terus menerus orang akan mati. Asap rokok banyak mengandung Nikel Karbonil. Keracunan nikel dapat terjadi dalam tiga bentuk, yaitu (A.J Hartomo dan T.Kaneko, 1995) :

1. Kontak langsung dengan larutan garam nikel, ini terjadi pada daerah pengolahan/peleburan biji besi atau galvanisasi, dapat menyebabkan dermatitis.
2. Menghirup persenyawaan Ni-karbonil yang merupakan gas yang beracun, menimbulkan *Bronchopneumonia, hermorragika* hingga kematian.
3. Menghirup debu nikel, ini akan menimbulkan tumor ganas (kanker) pada paru-paru.

Keracunan serius indikator yang jelas adalah munculnya nikel di urin lebih dari 0,5 mg/l. Keracunan nikel adalah akut dan penawar yang baik adalah *dietilditiokarbonat* (pengeluaran nikel sebagian besar melalui *faces*)

#### **2.2.2.5 Timbal (Pb)**

##### **2.2.2.5.1 Sifat-sifat Timbal**

Polusi timbal (Pb) dapat terjadi di udara, air maupun tanah. Kandungan timbal di dalam tanah rata-rata adalah 16 ppm, tetapi pada daerah-daerah tertentu mungkin dapat mencapai beberapa ribu ppm. Kandungan timbal di dalam udara seharusnya rendah karena nilai tekanan uapnya rendah. Untuk mencapai tekanan uap 1 torr, timbal atau komponen-komponen timbal membutuhkan suhu lebih dari 800°C, berbeda dengan merkuri di mana tekanan uap 1 torr dapat dicapai pada suhu yang jauh lebih rendah yaitu 126°C (Srikandi Fardiaz, 1992).

Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya sebagai berikut :

- 1) Timbal mempunyai titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
- 2) Timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
- 3) Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan, pelindung jika kontak dengan udara lembab.
- 4) Timbal dapat membentuk alloy dengan logam lainnya, dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat berbeda dengan timbal yang murni.
- 5) Densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri.

#### **2.2.2.5.2 Kegunaan Timbal**

Penggunaan timbal terbesar adalah dalam produksi baterai penyimpan untuk mobil, di mana digunakan timbal metalik dan komponen-komponennya. Elektrode dari beberapa baterai mengandung struktur inaktif yang disebut *grid* yang dibuat dari alloy timbal yang mengandung 93% timbal dan 7% antimony. Struktur ini merupakan penyangga mekanik dari komponen baterai yang aktif dan merupakan jalur aliran listrik. Bagian yang aktif dari baterai terdiri dari timbal dioksida ( $PbO_2$ ) dan logam timbal yang terikat pada grid (Srikandi Fardiaz, 1992).

Penggunaan lainnya dari timbal adalah untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa dan solder, bahan kimia, pewarna dan lain-lainnya. Beberapa produk logam dibuat dari timbal murni yang diubah menjadi berbagai bentuk, dan sebagian besar terbuat dari alloy timbal.

Penggunaan timbal yang bukan alloy terutama terbatas pada produk-produk yang harus tahan karat. Sebagai contoh, pipa timbal digunakan untuk pipa-pipa yang akan mengalirkan bahan-bahan kimia yang korosif, lapisan timbal digunakan untuk melapisi tempat-tempat cucian yang sering mengalami kontak dengan bahan-bahan korosif, dan timbal juga digunakan sebagai pelapis kabel listrik yang akan digunakan di dalam tanah atau di bawah permukaan air.

#### ***2.2.2.5.3 Sumber Polusi Timbal***

Konsentrasi timbal di udara di daerah perkotaan kemungkinan mencapai 5 sampai 50 kali daripada di daerah-daerah pedesaan. Semakin jauh dari daerah perkotaan, semakin rendah konsentrasi Pb di udara. Timbal yang mencemari udara terdapat dalam dua bentuk, yaitu berbentuk gas dan partikel-partikel. Gas timbal terutama berasal dari pembakaran bahan aditif bensin dari kendaraan bermotor yang terdiri dari tetraetil Pb dan tetrametil Pb. Partikel-partikel Pb di udara berasal dari sumber-sumber lain seperti pabrik-pabrik alkil Pb dan Pb oksida, pembakaran arang, dan sebagainya. Polusi Pb yang terbesar berasal dari pembakaran bensin, di mana dihasilkan berbagai komponen Pb, terutama  $PbBrCl$  dan  $PbBrCl \cdot 2PbO$  (Srikandi Fardiaz, 1992).

#### ***2.2.2.5.4 Keracunan Pb***

Bentuk kimia Pb merupakan faktor penting yang mempengaruhi sifat-sifat Pb di dalam tubuh. Komponen Pb organik, misalnya tetraetil Pb, segera dapat terabsorpsi oleh tubuh melalui kulit atau membran mukosa. Hal ini merupakan masalah bagi pekerja-pekerja yang bekerja di pabrik-pabrik yang memproduksi komponen tersebut. Komponen Pb di dalam bensin, meskipun berbentuk

komponen organik, tidak merupakan bahaya polusi dalam bentuk organik karena selama pembakaran akan diubah menjadi bentuk anorganik. Komponen ini dilepaskan di udara dan sifatnya kurang berbahaya dibandingkan dengan Pb organik. Pb anorganik diabsorpsi terutama melalui saluran pencernaan dan pernafasan, dan merupakan sumber Pb utama di dalam tubuh.

Tidak semua Pb yang terisap atau tertelan ke dalam tubuh akan tertinggal di dalam tubuh. Kira-kira 5 sampai 10% dari jumlah yang tertelan akan diabsorpsi melalui saluran pencernaan, dan sekitar 30% dari jumlah yang terisap melalui hidung akan diabsorpsi melalui saluran pernafasan akan tertinggal di dalam tubuh karena dipengaruhi oleh ukuran partikel-partikelnya.

### **2.3 Minyak Bumi**

Minyak bumi adalah zat unit yang terdapat dalam kerak bumi yang sebetulnya serba padat di samping air, keunikan minyak bumi adalah sebagai berikut (Supriani, 2003) :

1. Sifatnya yang cair membedakannya dengan zat lain di sekitarnya, kecuali air.
2. Sifatnya yang cair menyebabkan geologi sejarah minyak bumi berlainan dengan kerak bumi.
3. Minyak bumi dibentuk di tempat tertentu, tetapi karena sifatnya yang cair dapat berpisah dan berkumpul di tempat lain.
4. Susunan kimi minyak bumi berbeda dengan kerak bumi.
5. Secara kimia minyak bumi mempunyai hubungan erat dengan zat organik sehingga batuan sedimen merupakan habitat minyak dalam kerak bumi.



### 2.3.1 Karakteristik Minyak Bumi

Yang dimaksud dengan karakteristik minyak bumi adalah besarnya komponen hidrokarbon dan non hidrokarbon yang terkandung dalam minyak bumi yang akan berpengaruh terhadap sifat fisika dan sifat kimia suatu minyak bumi dalam sifat produk-produk yang dihasilkan (Anonim, 2003) karakteristik minyak bumi meliputi :

- a. Berat jenis (*Specific Gravity*) adalah perbandingan massa sejumlah volume zat pada temperatur tertentu massa air murni dengan volume yang sama pada temperatur yang sama atau temperatur berbeda. Umumnya temperatur acuan meliputi 60/60°F, 20/20°C atau 20/4°C.
- b. Kerapatan ( *density* ) adalah massa zat cair persatuan volume pada 15°C dan 101,325 kpa dengan satuan standar pengukuran dalam kilogram per meter kubik.
- c. Viskositas dinamik ( *dynamic viscosity* ) adalah perbandingan antara tegangan geser yang diberikan dengan kecepatan geser suatu cairan. Viskositas dinamik kadang-kadang disebut koefisien dinamik atau lebih sederhana disebut viskositas ( kemudahan menguap ). Suatu minyak dan produknya mempunyai viskositas tinggi berarti minyak tersebut mengandung hidrokarbon besar (berat molekulnya besar) sebaliknya viskositas rendah berarti banyak mengandung fraksi ringan.
- d. Tegangan permukaan adalah ukuran gaya pada sebuah batas antara dua fasa, yaitu antara cairan dan cairan, cairan dengan padatan atau antara cairan yang saling melarut disebut tegangan antarmuka (*interfacial tension*) tegangan

permukaan dipengaruhi oleh temperatur dan berat molekul, makin besar molekulnya maka makin besar pula tegangan permukaan, makin tinggi temperaturnya maka makin menurun tegangan permukaannya.

- e. Titik tuang ( *pour point* ) adalah temperatur rendah pada saat minyak dapat dituang atau mengalir dalam kondisi seperti diisyaratkan bila minyak bumi didinginkan tanpa gangguan dalam metode uji tertentu.
- f. Titik nyala ( *flash point* ) adalah temperatur pada saat produk minyak bumi dipanaskan berubah bentuk dari cair menjadi uap untuk membentuk sebuah campuran uap dengan udara yang dapat menyala oleh api khusus dalam kondisi yang diisyaratkan dalam metode uji tertentu.
- g. Titik api ( *fire point* ) adalah temperatur pada saat produk minyak bumi dipanaskan berubah bentuk dari cair menjadi uap untuk membentuk sebuah campuran uap dengan udara yang dapat terbakar terus menerus ( berlanjut ) oleh api khusus dalam kondisi seperti diisyaratkan dalam metode uji tertentu.

### **2.3.2 Pengertian Sludge**

Dalam industri perminyakan sangat dikenal limbah berupa *sludge* yang merupakan kotoran minyak yang terkumpul dan terbentuk dari proses pengumpulan dan pengendapan kontaminan minyak , baik yang terdiri atas kontaminan yang memang sudah ada di dalam minyak maupun kontaminan yang terkumpul dan terbentuk dalam penanganan atas pemrosesan tersebut. Kontaminan ini dapat berbentuk padat, antara lain pasir atau lumpur maupun cair antara lain bahan kimia atau cairan lain. ( Suryani dikutip dari Mustakim, 1994)

*Sludge* merupakan kotoran minyak yang tersusun dari campuran air, minyak dan padatan yang berbentuk cairan kental ( *viscous* ) dan padatan lunak yang sifat sangat stabil, sukar dipecah menjadi unsur-unsurnya.

*Sludge* secara fisik dapat berbentuk padat, lumpur cair ( kental ) maupun bentuk-bentuk diantaranya dan dalam keadaan tercampur dengan minyak yang sulit dipisahkan dengan cara-cara pemurnian minyak yang lazim digunakan, sedangkan secara kimianya *sludge* merupakan campuran kotoran minyak yang sifat dan jenisnya tidak tertentu, sehingga tidak ditentukan spesifiknya.

Berdasarkan pengertian-pengetian tersebut di atas dapat diambil kesimpulan bahwa *sludge* adalah kotoran minyak yang tidak mempunyai nilai teknis maupun ekonomis sebagai minyak, sehingga keberadaannya sengat tidak diharapkan dalam kegiatan migas dan termasuk dalam limbah industri (Anonim, 1992).

Penanggulangan *sludge* dalam kegiatan migas dan panas bumi, meliputi :

1. Inventarisasi mengenai *sludge* mencakup :

- a. Kualitas, ambil contoh (sampel) lalu dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :

➤ Kadar minyak (*oil content*)

Minyak yang terkandung dalam *sludge* agar diperiksa juga spesifik gravity, viscositas, pour pint dan flash point.

➤ Kadar lumpur atau pasir (*sedimen content*)

➤ Kadar air (*water content*)

➤ Kadar logam-logam berat berbahaya

b. Pengolahan pendahuluan (*Pre-treatment*)

*Sludge* yang mengandung minyak perlu diadakan proses pemisahan minyaknya terlebih dahulu, minyak yang terpisah dari *sludge* tersebut dikumpulkan ke dalam tangki penampungan yang selanjutnya dapat diproses kembali atau dicampur dengan minyak mentah atau minyak slop atau keperluan lain, proses ini disebut *deolling*. Proses *deolling* ini dapat dilakukan dengan jalan antara lain : (Anonim, 1992)

a. Proses pemanasan

*Sludge* minyak yang beku dipanaskan dengan uap air (*steam*) pada suhu  $\pm 60^{\circ}\text{C}$  di atas *pour point*nya agar minyak beku tersebut dapat terpisahkan *sludge* minyak bila dalam proses itu terjadi emulsi atau minyak tidak terpisahkan dengan air maka ditambahkan bahan kimia.

b. *Pressurized filtration*, yaitu proses pemisahan minyak dari *sludge* dengan menggunakan filtrasi bertekanan, seperti *belt filter pressure*, *recessed chamber pressure filter* dan *rotary vacuum filter*. Minyak yang terpisah dikumpulkan dan ditampung untuk selanjutnya dapat diproses kembali atau kegunaan lain.

c. *Solvent extraction*, yaitu proses *deolling* dengan menggunakan *solvent* (zat pelarut)

d. *Centrifugation*, yaitu proses pemisahan minyak dengan menggunakan gaya-gaya sentrifugal, antara lain *scroll centrifugal* dan *dish centrifugal*.

Setelah *sludge* dipisahkan dari minyak, maka perlakuan terhadap *sludge* adalah :

- a. Bila *sludge* tidak mengandung logam-logam berat yang berbahaya dapat dilakukan penanganan sebagai berikut :

1. *Land treatment*

*Land treatment*, yaitu *sludge* dicampur dengan tanah ( *clay* ) atau kapur dan dicampur dengan humus ( *top soil* ) kemudian ditebarkan dengan ketebalan tertentu. Penebaran ini dimaksudkan untuk proses terjadinya dekomposisi *sludge* oleh bakteri, fungi, dan *yeast* yang dengan bantuan udara dan pengaruh sinar matahari, proses ini menghasilkan gas CO<sub>2</sub> dan uap air. Selanjutnya campuran *sludge* yang sudah cukup aman ini dipergunakan untuk keperluan pertanian atau untuk pembuatan jalan.

2. *Incenerator*

*Sludge* dapat dimusnahkan dengan proses *incenerator*, baik *scrubber* maupun tanpa *scrubber*.

Hal yang perlu diperhatikan :

- Proses *incenerator* tanpa *scrubber* perlu dimonitor dan dikendalikan adanya emisi gas CO, CO<sub>2</sub>, Sox, Nox, partikulat lain dan abunya.
- Proses *incenerator* dengan *scrubber* perlu dimonitor dan dikendalikan adanya emisi gas CO dan CO<sub>2</sub> dalam *effluent water* yang kemungkinan logam bersifat asam dan mengandung logam berat.
- Bila *sludge* mengandung logam-logam berat yang berbahaya, maka perlu dilakukan atau dikenakan solidifikasi atau *chemical fixation* dengan menggunakan resin atau semen dengan menggunakan cara ini tingkat bahaya dari *sludge* dapat dikurangi bahkan dihilangkan.

## 2.4 Limbah Katalis

Katalis adalah suatu bahan yang dipergunakan untuk mempercepat reaksi pada saat proses perengkahan (*cracking*).

Limbah katalis yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan hasil proses dari RCC (*Residue Catalic Crakker*). Adapun rumus yang menyusun limbah katalis adalah  $\text{NaAlSiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Limbah katalis yang digunakan pada RCC ini adalah jenis zeolit kristalin dengan struktur reguler, yang mengandung unsur-unsur oksida silika dan alumina. Selain itu di dalamnya juga mengandung unsur-unsur kecil lainnya, seperti : sodium, kalsium, magnesium, dan *rare earth family* (*lathanium, cerium*). Sebagian besar unsur-unsur penyusun dari zeolit kristalin merupakan sebagai bahan dasar bangunan (semen) seperti : Alumina, silika, kalsium.

Limbah katalis ini digunakan pada suatu kilang minyak yang dilengkapi dengan RCC sebagai bahan bantu untuk mengarahkan dan mempercepat laju reaksi produk utama yang diinginkan seperti : LPG (Elpiji), *Propylene*, *Polygasoline*, Naptha, LCD (bahan dasar diesel) dan *Decant oil* (bahan dasar *fuel oil*).

Dengan penambahan limbah katalis ini akan mengakibatkan bertambahnya jumlah kandungan alumina dalam semen, menurut *Murdock* dan *Brook* dalam buku *Bahan dan Praktek Beton* bilamana di dalam semen terdapat senyawa alumina berkadar tinggi dan silika pada kadar rendah maka semen akan mengikat dengan cepat dan kekuatan tinggi. Sedangkan sifat-sifat pada limbah katalis jenis zeolit kristalin adalah mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi.

Di bawah ini adalah kandungan dari *spent catalyst* dan beberapa logam berat yang dikategorikan *toxic* yang terkandung di dalam limbah padat.

**Tabel 2.2 Hasil Pengukuran Komposisi Kimia *Spent* dan *Fresh Catalysts***

			1996	1997		2000	
Param eter	Satuan	Limit deteksi	<i>Spent Catalyst</i>	<i>Fresh Cataly st</i>	<i>Spent Catalyst</i>	<i>Fresh Catalyst</i>	<i>Spent Catalyst</i>
SiO <sub>2</sub>	%		62.7 ± 5.01	59,11	67,09	37,31	47,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%		32.45 ± 5.32	24,42	29,38	40,49	45,34
Cr	mg/kg	0.05	68 ± 4.01	68,42	68,42	17,1	165,5
Cu	mg/kg	0.02	167.5 ± 11.12	100	200	4	21
Pb	mg/kg	0.1	tt	800	900	53	67,5
Zn	mg/kg	0.005	28 ± 2.21	200	500	76	105
Ni	mg/kg	0.04	8638 ± 46.33	400	11.000	48	14.760

(Sumber : PERTAMINA - Lembaga Penelitian,UNPAD)

## 2.5 Gypsum (*Gypsum*)

Gypsum (*Gypsum*) merupakan material yang sering kita jumpai sebagai hiasan interior, list profil pada tembok bangunan, papan dinding (*wall board*), bahan dasar pembuat semen, bahan dasar pembuat cetakan kerajinan keramik, pengisi (*filler*), cat, bahan pembuat pupuk (*fertilizer*), dan berbagai macam

keperluan lainnya. Dalam ilmu kimia gypsum disebut kalsium sulfat Hidrat yaitu suatu mineral yang termasuk ke dalam kelas mineral sulfat.

### **2.5.1 Asal Usul Gypsum**

Gypsum mempunyai kelompok yang terdiri dari gypsum batuan, gypsum alabaster, satin spar, dan selenit. Gypsum umumnya berwarna putih, namun terdapat variasi warna lain, seperti warna kuning, abu-abu, merah jingga, dan hitam, hal ini tergantung mineral pengotor yang berasosiasi dengan gypsum. Gypsum umumnya mempunyai sifat lunak, pejal, kekerasan 1,5-2 (skala mohs), berat jenis 2,31 – 2,35, kelarutan dalam air 1,8 gr/l pada 0°C yang meningkat menjadi 2,1 gr/l pada 40°C, tapi menurun lagi ketika suhu semakin tinggi.

Gypsum terbentuk dalam kondisi berbagai kemurnian dan ketebalan yang bervariasi. Gypsum merupakan garam yang pertama kali mengendap akibat proses evaporasi air laut diikuti oleh anhidrit dan halit, ketika salinitas makin bertambah. Sebagai mineral evaporit, endapan gypsum berbentuk lapisan diantara batuan-batuan sedimen batu gamping, serpih merah, batu pasir, lempung, dan garam batu, serta sering pula berbentuk endapan lensa-lensa dalam satuan-satuan batuan sedimen. Gypsum dapat diklasifikasikan berdasarkan tempat terjadinya, yaitu : endapan danau garam, berasosiasi dengan belerang, terbentuk sekitar fumarol vulkanik, *effloresnce* pada tanah atau goa-goa kapur, tudung kubah garam. Penudung oksida besi (gossan) pada endapan pirit di daerah batugamping.

### **2.5.2 Papan gypsum (Gypsum Board)**

Papan gypsum (*Gypsum board*) adalah merupakan suatu bentuk papan tiruan atau buatan dengan perekat/pengikat gypsum dan kapur sebagai pengganti



semen yang biasa digunakan untuk papan penyekat dan ditambah dengan serat asbestos sebagai bahan penguat.

Pada saat ini lembaran papan penyekat untuk perumahan telah banyak dibuat. Pada umumnya dipakai bahan baku campuran semen portland dan serat asbes. Semen portland terdiri dari komponen/senyawa *tricalcium aluminat*, *dicalcium aluminat*, *tricalcium silikat* dan *teracalcium aluminat*. Pada penambahan air terhadap campuran ini akan terjadi proses hidrasi, pelarutan (parsial) dari komponen penyusun semen, rekristalisasi dan terakhir pengendapan koloid silika sehingga terjadi proses setting/cetak dari semen. Pada proses setting ini menghasilkan struktur padat yang kuat.

Gypsum di alam dapat dijumpai dalam berbagai bentuk senyawa kimia yaitu normal anhidrid ( $\text{CaSO}_4$ ), dihidrid ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dan dalam bentuk hemihidrid ( $\text{CaSO}_4^{1/2} \text{H}_2\text{O}$ ). Jika mineral gypsum ditambah air, maka hanya bentuk hemihidrid saja yang mengalami proses hidrasi dan akhirnya proses setting/cetak sehingga diperoleh struktur padat yang kuat) .(IR.P.Sumardi,SU)

Gypsum dihidrid,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mempunyai struktur kristal monoklin dan serupa dengan senyawa hidroksida-hidroksida lainnya, yaitu memiliki suatu lapisan kisi-kisi (layer lattice). Tiap-tiap lapisan terdiri dari radikal sulfat ( $\text{SO}_4^-$ ) yang melingkari ion kalsium. .(IR.P.Sumardi,SU)

Gypsum hemihidrid  $\text{CaSO}_4^{1/2} \text{H}_2\text{O}$ , memiliki struktur kristal antara akin dengan struktur zeolite, di dalam struktur ini molekul air,  $\text{H}_2\text{O}$ , dapat dikeluarkan tanpa merusak kisi-kisi kristalnya. Pada pemanasan sampai  $300^\circ\text{C}$ , kalsium hemihidrid akan membentuk kalsium anhidrid yang larut,  $\text{CaSO}_4$ .

Gipsum, sebagai hasil samping dari industri asam fosfat, pupuk amonium fosfat. Pada umumnya berbentuk normal dihidrid ataupun anhidrid. Untuk merubah bentuk anhidrid menjadi bentuk dihidrid dapat dilakukan dengan menambah larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  5% ke mineral-mineral tersebut dan selanjutnya dikalsinasi pada suhu 160-175°C. (Ir.P.Sumardi, SU dikutip dari Netuka, 1957). Kalsinasi gipsum dihidrid dilakukan di dalam ketel yang terbuat dari besi pada suhu tersebut di atas sampai terjadinya pelepasan gas yang pertama dari ketel tersebut. (Grimshaw, 1960).

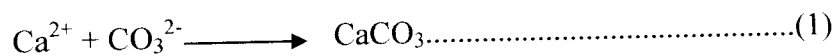
Mekanisme setting/cetak dari gipsum hemi hidrid sama dengan proses setting/cetak pada semen Portland. Mineral hemihidrid jika ditambah air akan terjadi pelarutan dan kemudian pengendapan dari kristal di hidrid ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) yang berbentuk seperti jarum yang saling mengunci satu dengan yang lain sehingga diperoleh struktur padat yang kuat.

Untuk pembuatan papan penyekat yang memiliki kekuatan bahan yang besar, berat jenis yang ringan dan ketahanan terhadap perubahan suhu yang besar, dapat dipakai bahan tambahan asbestos, serat-serat organik dan bahan polimer. Sedangkan untuk menambah kekuatan bahan dapat dipakai semen portland sebagai campuran pada gipsum hemihidrid. Sedangkan untuk memperoleh daya penyerapan air yang relatif rendah, perlu diatur jumlah air yang ditambahkan ke dalam campuran gipsum – asbestos – semen.

Pada penelitian ini, dipelajari pengaruh perbandingan antara serat asbestos, kapur dengan gipsum, perbandingan terhadap sifat fisis ataupun mekanis dari papan gipsum (*gypsum board*) yang dihasilkan.

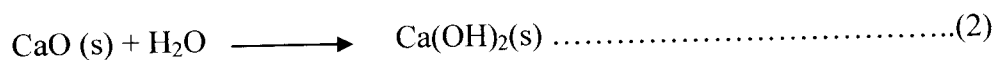
## 2.6 Senyawa kapur (CaO)

Kalsium (Ca) adalah logam putih perak, yang agak lunak. Kalsium membentuk kalsium (II), dalam larutan-larutan air. Garam-garamnya biasanya berubah bubuk putih dan membentuk larutan yang tak berwarna, kecuali bila anionnya berwarna (*petrucci, 1999*). Kalsium karbonat terjadi karena reaksi :



Batu kapur adalah senyawa unsur golongan alkali tanah yang sangat penting. Kapur (kalsium oksida) adalah zat kimia industri yang menempati peringkat keenam yang diproduksi di Amerika pada tahun 1987. pembakaran batu kapur untuk menghasilkan kapur, mungkin adalah reaksi kimia pertama yang dimanfaatkan oleh manusia. ( Achmad Hiskia, 1992).

Adonan kapur telah digunakan oleh orang yunani untuk membangun kuilnya, orang romawi membangun jalan raya dan orang cina membangun tembok di negaranya. Adonan terdiri dari satu bagian kapur dan tiga bagian pasir yang dicampuru dengan air dan dicampur dengan batu dan bata, dapat melekatkan batu-batu untuk membangun jalan dan tembok. Pada tahap awal terjadi reaksi:



Kapur    kalsium hidroksida

Kemudian kalsium hidroksida menyerap CO<sub>2</sub> dari udara membentuk kalsium karbonat. Persamaan reaksi yang terjadi :



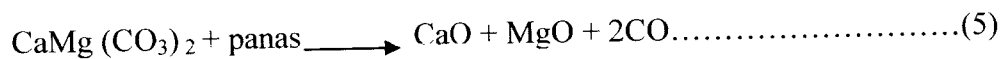
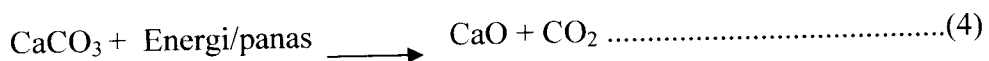
Pada dewasa ini, untuk membuat beton digunakan semen, bukan lagi adonan kapur. Semen dibuat dengan memanaskan campuran kapur, pasir, gips pada suhu 1500°C membentuk kalsium aluminosilikat.

CaO merupakan isodormorf kalsit organik. Kalsium karbonat atau batu kapur, berdasarkan sifat-sifat periodik unsur maka  $Ca^{2+}$  merupakan logam ringan (Golongan IIA) yang dibuat dengan cara elektrolisis lelehan gram dan bersifat reaktif (Achmad, Hiskia, 1992).

Kapur dapat ditemui dalam bentuk:

1. Kapur oksida

Bahan kapur oksida yang diperdagangkan disebut kapur sirih atau quick lime (CaO) karena merupakan batu kapur yang dibakar sehingga terbentuk CaO adapun reaksi yang terjadi sebagai berikut:

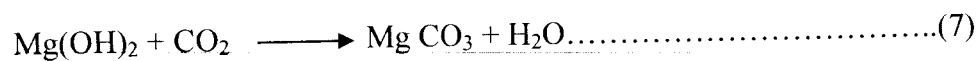
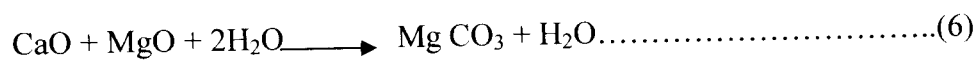


Kemurnian kapur jenis ini sekitar ±85 -95% dan biasanya kotoran yang lazim dijumpai dalam kapur oksida berupa senyawa besi.

2. Kapur hidroksida

Bahan ini dapat diperoleh dengan menambahkan air pada batu kapur yang sudah dibakar, biasanya dikenal sebagai kapur tembok atau slaked lime.

(Ca(OH)<sub>2</sub>) dengan reaksi pembentukan sebagai berikut :



Kemurnian kapur ini sekitar 95 – 96% dengan endapannya berupa komponen senyawa kapur seperti oksida, hidroksida dan karbonat.

### 3. Kapur karbonat

Kapur ini diperoleh dengan menggiling batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) atau dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) hingga kehalusan tertentu. Reaksi kapur ini relative agak lambat, oleh karena itu dapat bermanfaat dalam waktu yang relatif lama.

Kemurnian kapur ini berkisar antara 75 – 98%.

## 2.7 Asbestos

Dari sekian banyak jenis bahan bangunan yang beredar di pasaran, ada jenis bahan bangunan yang disebut asbes (asbestos). Asbes (asbestos) merupakan bahan alami yang berupa serat-serat. Sebagai bahan bangunan, asbes tampil dalam bentuk papan asbes yang umumnya dipakai sebagai plafon atau langit-langit rumah (*ceiling boards*), dinding penyekat atau pemisah ruangan (*partition boards*), dan pelapis dinding (*wall boards*). Asbes juga banyak digunakan sebagai atap rumah atau bangunan, terutama untuk kelas rumah sederhana dan rumah sangat sederhana (RS/RSS). (Kardiyono Tjokromuljo, , 1992)

Bahan asbes telah dikenal sejak abad ke-2 SM. Beberapa abad kemudian, Marco Polo memanfaatkannya sebagai bahan untuk membuat pakaian. Secara umum, asbes merupakan jenis bahan yang cukup ringan, tahan api, serta kedap air sehingga sering juga dipakai sebagai bahan insulasi panas pada industri. Karena sifatnya yang tidak dapat terbakar dan tidak menghantarkan panas, asbes telah digunakan secara luas untuk pembuatan produk-produk tahan api seperti baju

untuk petugas pemadam kebakaran. Dalam bidang industri, asbes dalam bentuk lembaran (kertas asbes) dan benang asbes dipakai sebagai penyekat panas (bahan insulasi) untuk pembalut pipa api, pipa uap, cerobong dan sebagainya.

Asbes juga tampil dalam berbagai bentuk bahan bangunan dan produk jadi berupa rumah rakit (*pre-fab*). Sebagai bahan bangunan, asbes dibuat dengan cara mencampurkan asbestos dengan komposisi 15 % dan semen dengan komposisi 85%. Bahan ini dapat pula disemprotkan atau sebagai bahan plester pada permukaan dinding maupun langit-langit (*acoustical plaster*). Asbes berperan sebagai bahan bangunan yang sangat berguna dan diminati banyak orang sehingga bahan itu hadir di berbagai tempat seperti rumah tinggal, sekolahan, bangunan perkantoran, serta bangunan-bangunan lainnya.

Dilihat dari sudut pandang ilmu kimia, asbes adalah suatu zat yang terdiri dari Magnesium Kalsium Silikat berbangun serat dengan sifat fisik yang sangat kuat. Bahan galian penghasilnya adalah mineral jenis aktinolit dan krisatil yang berserabut. Krisatil menempati sekitar 95% persediaan asbes dunia. Tiga perempatnya ditambang di Provinsi Quebec, Kanada. Deposit besar lainnya berada di Afrika Selatan dan negara-negara bekas Uni Soviet. Asbes dapat diperoleh dengan berbagai metode penambangan bawah tanah, namun yang paling umum adalah melalui penambangan terbuka (*open-pit-mining*)

## 2.8 Kuat Lentur

Lentur murni adalah suatu lenturan yang berhubungan dengan sebuah balok di bawah suatu momen lentur (bending moment) konstan, yang berarti bahwa suatu momen gaya lintangnya sama dengan nol.

Balok didefinisikan sebagai suatu batang struktural menjadi subyek dari momen lentur. Balok sederhana hanya mendapatkan pembebanan transversal dan pembebanan momen. Lentur adalah keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen (balok) akibat gaya transversal, menyebabkan seratus-seratus pada muka elemen memanjang, mengalami tarik dan muka lainnya mengalami tekan. Tarik dan tekan terjadi pada penampang yang sama dan bekerja dalam arah tegak lurus permukaan penampang. Kekuatan elemen yang mengalami lentur tergantung pada distribusi material pada penampang dari jenis material.

$$\sigma_{lt} = \frac{3 PL}{2.b.(h)^2}$$

Keterangan :

$\sigma_{lt}$  = Kuat lentur (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Beban patah (kg)

L = Jarak tumpuan (cm)

b = Lebar benda coba (cm)

h = Tebal benda coba (cm)

## 2.9 Lindi (*Leachate*)

Lindi/*leachate* adalah cairan yang keluar dari suatu cairan yang terkontaminasi oleh zat-zat pencemar yang ditimbulkan dari limbah yang mengalami proses pembusukan. 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-logam berat pada penelitian ini yaitu logam-logam berat dari limbah *spent catalyst* RCC UP VI Pertamina Balongan.

TCLP digunakan pada tanggal 7 November tahun 1986, oleh U.S. EPA dibawah Amandemen Limbah Padat dan Berbahaya pada tahun 1984. Test ini, suatu pengatur, dipakai sebagai pengganti untuk *EP Toxicity Test* untuk



menjelaskan pengolahan partikel limbah dengan menggunakan standar pengolahan aplikasi dasar teknologi menjadi *land disposed*. TCLP juga secara luas digunakan untuk mengevaluasi efektivitas stabilisasi. Dalam metode ini, material yang distabilkan dihancurkan untuk suatu partikel butir dengan ukuran <9,5 millimeter. Material yang dihancurkan bercampur dengan *acetid acid extraction liquid*, dan diaduk dalam *rotary extractor* selama 18 jam pada 30 RPM dan 22°C. setelah 18 jam, sampel disaring melalui 0,6-0,8 *micrometer glass fiber filter* dan air saringan sebagai *TCLP extract*. *TCLP extract* dianalisa untuk mengetahui kontaminan pencemar yang mencakup *volatile* dan *semi-volatile organics, metals, dan pesticides*.

## **2.10 Hipotesa**

1. Penambahan konsentrasi limbah katalis akan dapat menambah nilai dari kuat lentur papan gipsum
2. Pemanfaatan limbah katalis sebagai papan gipsum akan dapat mengimobilisasai logam berat dalam katalis.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian dilaksanakan di :

- Laboratorium lingkungan – Teknik Lingkungan UII
- Laboratorium bangunan konstruksi – Teknik Sipil UII
- Laboratorium MIPA UII
- Laboratorium MIPA UGM
- Laboratorium Rekayasa Pangan dan Gizi PAU UGM
- BATAN Jogjakarta

#### **3.2 Jenis Penelitian**

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen yang dilaksanakan dalam skala laboratorium dan skala lapangan, pada tahap akhir penelitian.

#### **3.3 Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Mei-Juli 2005 yang dilanjutkan dengan pengolahan data, penyusunan data dan penyusunan skripsi.

#### **3.4 Alat dan Bahan Penelitian**

Alat-alat penelitian meliputi :

- Alat uji kuat lentur

Yaitu alat yang digunakan untuk mengetahui nilai kuat lentur dari papan gipsum seperti (saringan, Timbangan, Cetok dan Talam Baja, Cetakan Papan Gipsum ukuran  $30 \times 13 \times 1 \text{ cm}^3$ , dan lain-lain)

- Alat Uji TCLP
- Alat AAS

Yaitu alat yang digunakan untuk membaca nilai kandungan logam setelah di ekstraksi

Bahan yang digunakan untuk penelitian terdiri dari :

- Limbah *spent catalyst* dari RCC 15 UP VI Pertamina Balongan
- Bahan campuran/penyusun dalam pembuatan papan gipsum(gipsum, kapur, asbestos dan air)

### **3.5 Tahapan Penelitian**

Tahapan pelaksanaan dalam penelitian meliputi :

#### **3.5.1 Analisa karakteristik bahan**

Pada limbah *spent catalyst* dilakukan pemeriksaan fisik dan kimia sehingga didapatkan karakteristik bahan penyusun untuk pembuatan papan gipsum (*Gypsum board*).

- Karakteristik fisika
  1. Analisa berat jenis
  2. Analisa berat volume
  3. Analisa modulus kehalusan
- Karakteristik Kimia
  - Analisa logam berat, yaitu : Cr, Cu, Zn, Ni dan Pb

#### **3.5.2 Penentuan komposisi sampel**

Pada penelitian ini, masing-masing variasi percobaan dibuat lima sampel papan gipsum (*Gypsum board*) dengan komposisi limbah katalis dan bahan-bahan pembuat papan gipsum berbeda. Secara lengkap komposisi bahan pembuat papan gipsum (*Gypsum board*) dengan penambahan limbah katalis dapat dilihat pada Tabel 3.1



**Tabel 3.1 Komposisi bahan pembuat Papan gipsum**

No	Sampel	Komposisi bahan pembuat/penyusun papan gipsum (%)			
		Gipsum	Kapur	asbestos	Katalis
1	F1	40	45	15	0
2	F2	40	35	20	5
3	F3	40	25	25	10
4	F4	40	15	30	15
5	F5	40	5	35	20

### 3.5.3 Pengamatan Penelitian

Pengamatan penelitian ini dilakukan mulai dari persiapan bahan dan peralatan serta pemeriksaan laboratorium terhadap material yang akan digunakan. Selanjutnya pada proses penelitian pengamatan yang dilakukan pada sampel adalah proses pembuatan dan waktu pengujian sampel dilakukan.

### 3.5.4 Cara kerja

#### 3.5.4.1 Pembuatan dan perawatan benda uji

1. Limbah katalis dan bahan-bahan pembuat papan gipsum (*Gypsum board*) ditimbang beratnya sesuai variasi komposisinya.
2. Campurkan bahan-bahan pembuat papan gipsum (*Gypsum board*) ke dalam talam baja Aduk dalam kondisi kering dengan cetok sampai adukan homogen
3. Tambahkan air, kemudian diaduk lagi sampai rata.
4. Adukan dimasukkan dalam cetakan sedikit demi sedikit sampai cetakan penuh. Setelah penuh adukan dipadatkan Adukan yang telah dicetak didiamkan selama  $\pm 4 - 8$  jam dan diletakkan pada tempat yang terlindungi oleh panas matahari.
5. Benda uji dilepas dari cetakan
6. Kemudian dilakukan perawatan

#### **3.5.4.2 Pengujian Kuat Lentur**

1. Siapkan benda uji yang telah berumur 28 hari
2. Dibersihkan
3. Dilentur pada mesin lentur dengan jarak tumpuan 27 cm
4. Kuat lentur dihitung berdasarkan beban yang bekerja

#### **3.5.4.3 Uji TCLP**

Uji TCLP dilakukan pada pecahan benda uji yang telah berumur 28 hari dan dilihat dari masing-masing perbandingan sampai seberapa besar penurunan kadar logam beratnya. Langkah-langkahnya mengacu pada ketentuan yang telah ditetapkan oleh US EPA

### **3.6 Analisa Hasil Penelitian**

#### **3.6.1 Analisa sampel**

Analisa sampel meliputi uji kuat lentur dan analisa TCLP. Uji kuat lentur merupakan cara untuk mengetahui nilai kuat lentur terhadap sampel yang diuji.

##### **3.6.1.1 Uji Kuat Lentur**

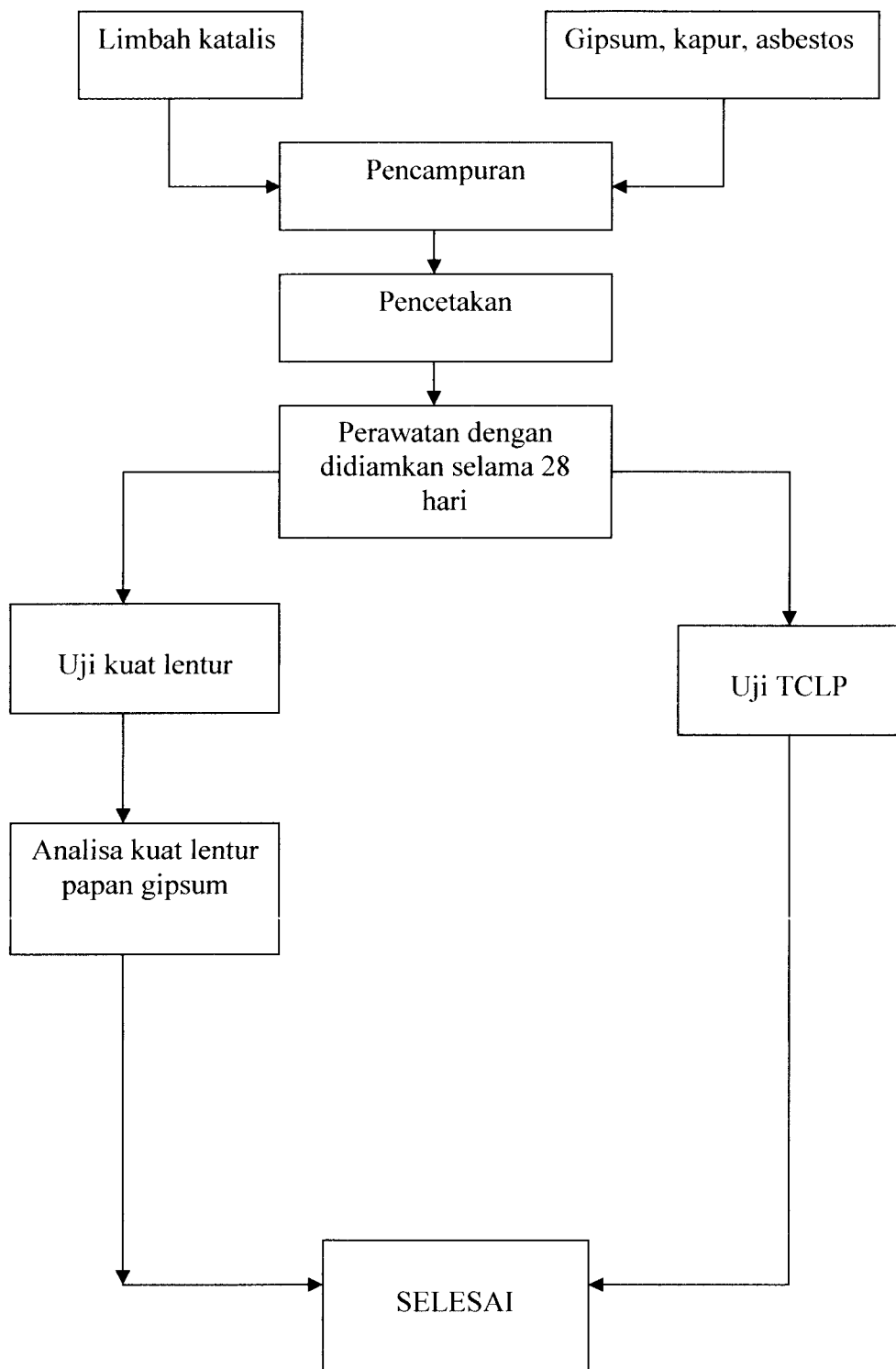
Uji kuat lentur merupakan cara untuk mengetahui nilai kuat lentur terhadap sampel yang diuji.

##### **3.6.1.2 Analisa TCLP**

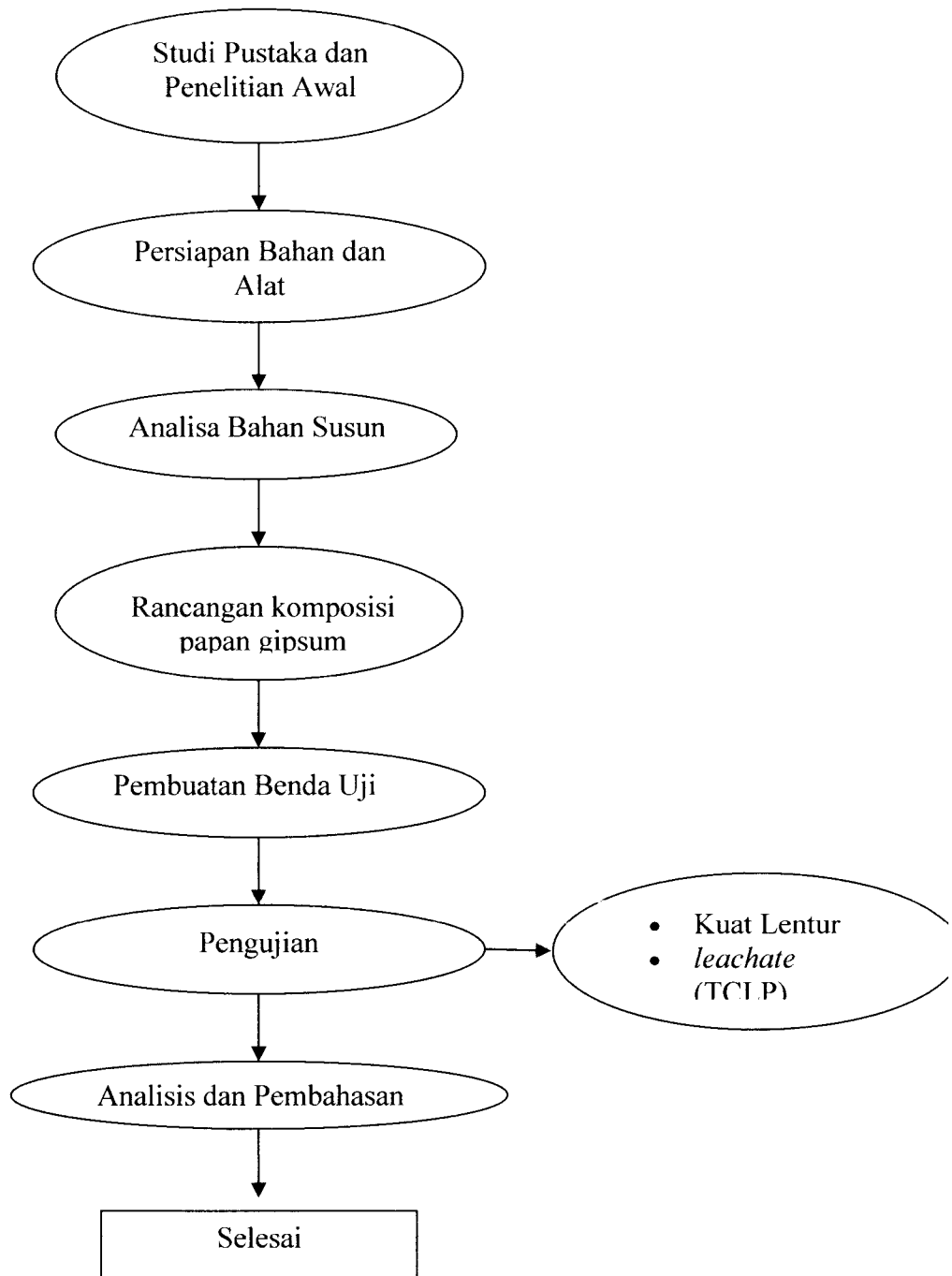
Analisa ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan bagi kesehatan dan lingkungan mengingat bahan tambahan yang digunakan adalah limbah *spent catalyst* RCC 15 Pertamina UP VI Balongan yang mengandung unsur-unsur logam berat. Untuk itu dilakukan uji lindi (*leachate*) (TCLP) terhadap produk papan gipsum.

### **3.6.2 Analisa data**

Setelah semua pengujian dilakukan , dilanjutkan dengan analisis data teknis yang diperoleh. Analisis data dilakukan secara deskriptif, data yang diperoleh dalam penelitian akan ditampilkan dalam suatu tabel. Dan hasilnya akan disajikan dalam bentuk visualisasi tabel dan grafik.



**Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan dan pengujian benda uji**



**Gambar 3.2. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian**



### **3.7 Sistematika Tugas Akhir**

Sistematika penulisan Tugas Akhir secara garis besar adalah sebagai berikut

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan pengantar permasalahan yang dibahas, seperti latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini merupakan penjelasan mengenai teori-teori yang dipergunakan sebagai landasan untuk pemecahan permasalahan dan memberikan penjelasan secara garis besar metode yang digunakan oleh peneliti sebagai kerangka berfikir yang sistematis untuk pemecahan masalah selain itu, memuat peraturan perundang undangan mengenai limbah B3 yang ada di Indonesia.

#### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisikan mengenai metode-metode yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian.

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menyampaikan hasil penelitian penanganan *spent catalyst* dengan solidifikasi pemanfaatan papan gipsium (*Gypsum board*), dan sekaligus melaporkan hasil Uji Kuat Lentur, Uji TCLP (analisa laboratorium) dan biaya produksi dibahas dan dianalisa.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari analisa pemecahan masalah. Dokumentasi penelitian dalam bentuk foto dan lampiran-lampiran lain.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Karakteristik Limbah Katalis

Pemeriksaan karakteristik limbah katalis meliputi sifat fisik dan kimia yang disajikan pada Tabel 4.1 dan 4.2 berikut ini :

**Tabel 4.1 Karakteristik fisik limbah katalis**

No	Parameter	Data penelitian
1	Berat jenis	2,445 gr/ml
2	Berat volume	0,32 gr/cm <sup>3</sup>
3	Modulus kehalusan	0,643

( sumber : Data primer. 2005)

**Tabel 4.2 Karakteristik kimia limbah katalis**

No	Senyawa	Data awal penelitian (mg/l)
1	Cr	18,627
2	Cu	16,734
3	Zn	19,379
4	Pb	35,25
5	Ni	127,50 mg/l± 2,5mg/l

( Sumber : Data primer, 2005 )

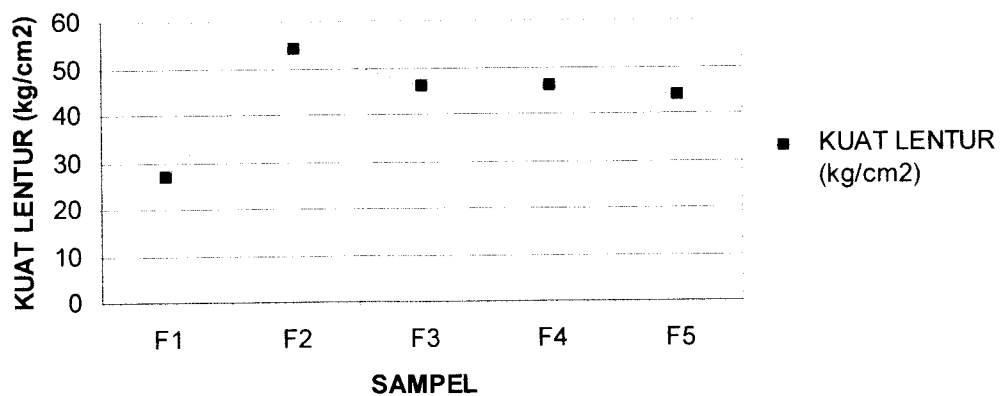
#### 4.1.2 Uji Kuat Lentur

Data kuat lentur diperoleh dengan menguji kuat lentur papan gipsum (*Gypsum board*) terhadap 10 benda uji untuk masing-masing variasi sampel. Pengujian ini dilakukan setelah benda uji papan gipsum berumur 28 hari. Data hasil pengujian kuat lentur papan gipsum untuk masing-masing variasi disajikan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.1

**Tabel 4.3 Hasil pengujian kuat lentur rata-rata**

No	Sampel	Kuat lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Papan gipsum pembanding (kg/cm <sup>2</sup> )
1	F1	26,6843	22,44
2	F2	54,011	
3	F3	46,061	
4	F4	45,963	
5	F5	43,683	

( Sumber : Data primer, 2005)



**Gambar 4.1 Grafik kuat lentur rata-rata**

### 4.1.3 Uji TCLP

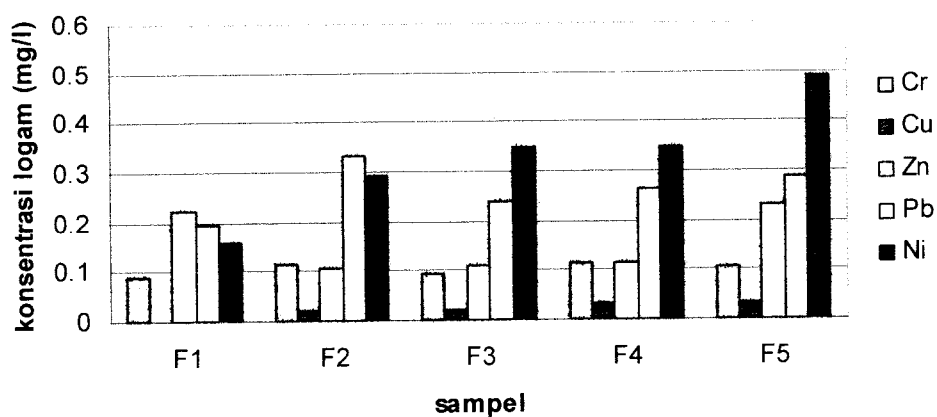
Setelah dilakukan perawatan pada hasil solidifikasi selama 28 hari, pada sampel dilakukan uji lindi/leachate dengan metode *toxicity characteristic leaching procedure* (TCLP) yang hasil pada masing-masing sampel ditunjukkan pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.2

**Tabel 4.4 Hasil rata-rata pengujian logam berat dalam papan gipsum**

No	Sampel	pH	Logam berat (mg/l)				
			Cr	Cu	Zn	Pb	Ni
1	F1 (0%)	4,78	0,08798	0	0,22432	0,3724	0,16
2	F2 (5%)	2,36	0,11256	0,0222	0,10656	0,4316	0,29
3	F3 (10%)	2,03	0,09294	0,02199	0,1101	0,3789	0,35
4	F4 (15%)	1,90	0,1147	0,03415	0,11525	0,5365	0,35
5	F5 (20%)	1,89	0,10653	0,03334	0,23086	0,4319	0,49

( sumber : Data primer, 2005)

### hasil uji logam berat



**Gambar 4.2 Grafik Uji TCLP Logam berat**

#### 4.1.3.1 Efisiensi Logam-logam Berat (Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni ) Dalam Papan

##### Gypsum

Efisiensi immobilisasi logam Cr, Cu, Zn, Pb, dan Ni pada papan gipsum dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

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

Dimana :

E = Efisiensi immobilisasi logam berat

A1 = Konsentrasi logam berat awal

A2 = Konsentrasi logam berat akhir

**Tabel 4.5 Efisiensi Logam Berat**

No	Sampel	Logam berat (%)				
		Cr	Cu	Zn	Pb	Ni
1	F1 (0%)	99,53	100	98,84	98,84	99,87
2	F2 (5%)	99,40	99,87	99,45	98,78	99,77
3	F3 (10%)	99,50	99,87	99,43	98,93	99,73
4	F4 (15%)	99,38	99,80	99,41	98,48	99,73
5	F5 (20%)	99,43	99,80	98,81	98,77	99,62

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Karakteristik Limbah Katalis

Pada penelitian awal dilakukan pemeriksaan karakteristik fisik dan kimia limbah katalis yang disajikan pada Tabel 4.1 dan 4.2. Pemeriksaan ini dilakukan guna untuk mengetahui potensi limbah katalis dalam pembuatan papan gipsum (*Gypsum board*) dan kandungan logam-logam berat yang terdapat dalam limbah katalis sebelum disolidifikasi.

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan terhadap karakteristik fisik limbah katalis seperti yang disajikan pada Tabel 4.1 diperoleh berat jenis 2,445 gr/ml, berat volume 0,32 gr/cm<sup>3</sup>, dan modulus kehalusan 0,643. Untuk modulus kehalusan tidak memenuhi agregat halus yang disyaratkan ASTM C.33-39 antara 2,3 sampai 3,1. Tetapi ini semua dapat berpotensi untuk pembuatan papan gipsum (*Gypsum board*).

Jika dilihat dari unsur-unsur yang terkandung dalam karakteristik kimia seperti pada tabel 4.2 maka limbah katalis terutama untuk logam Ni tergolong jenis limbah berbahaya dan beracun (B3) menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no 85 tahun 2001 tentang pengelolaan limbah berbahaya dan beracun yaitu Cr (18,627mg/l), Cu (16,734 mg/l), Zn (19,379 mg/l), Pb (35,25 mg/l), Ni (127,50 mg/l).

Karakteristik kimia terutama senyawa SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan CaO yang merupakan unsur-unsur dari zeolit kristalin yang merupakan jenis limbah katalis yang digunakan pada RRC ini merupakan hal penting dalam pembuatan produk

bahan bangunan seperti papan gipsum (*gypsum board*). Sifat-sifat pada senyawa-senyawa ini adalah mempunyai kapasitas adsorpsi yang tinggi.

#### 4.2.2 Uji Kuat Lentur

Data yang diperoleh dari pengujian kuat lentur papan gipsum (*gypsum board*) disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan kemudian diplotkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Dari grafik dapat dilihat bahwa penambahan limbah katalis berpengaruh terhadap nilai kuat lentur papan gipsum (*Gypsum board*). Nilai kuat lentur tertinggi dicapai pada sampel F2 dengan konsentrasi limbah 5% yaitu sebesar 54,011 kg/cm<sup>2</sup>. Dan nilai kuat lentur terendah didapat pada konsentrasi limbah 20% yaitu sebesar 43,683 kg/cm<sup>2</sup>, masih memberikan mutu kuat lentur papan gipsum (*Gypsum board*) yang baik yang mengacu pada kuat lentur papan gipsum pembanding yang dijual di pasar yaitu 22,44 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk papan gipsum (*gypsum board*) tanpa limbah justru memberikan nilai kuat lentur sebesar 26,6843 kg/cm<sup>2</sup> lebih rendah dari kuat lentur dengan katalis.

Hal ini disebabkan penambahan konsentrasi limbah katalis yang berpengaruh terhadap kuat lentur yang dihasilkan. Adanya unsur SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan CaO dalam limbah katalis pada pembuatan papan gipsum (*gypsum board*) dapat mengurangi peretakan dan mempertinggi kualitas produk papan gipsum (*gypsum board*). Tetapi dengan bertambahnya persentase katalis, konsentrasi dari unsur-unsur tersebut menjadi bertambah tinggi pula yang menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan dalam ikatannya sehingga kekuatan dari papan gipsum

tersebut terjadi menurun. Jadi berdasarkan penelitian, penambahan bahan katalis bekas RCC pada papan gipsum selain dapat mempercepat pengerasan juga dapat meningkatkan kekuatannya terutama pada kandungan konsentrasi katalis bekas RCC sebesar 5% dari berat papan gipsum.

Bahan-bahan campuran lain dalam pembuatan papan gipsum (*gypsum board*) ini juga berpengaruh terhadap kuat lentur papan gipsum. Kuat lentur papan gipsum yang optimum dapat disebabkan banyak jumlah asbestos yang berada diantara masa padat dari kristal-kristal gipsum, kapur dan limbah katalis tersebut. Susunan semacam ini menghasilkan kerangka yang lebih kuat, sehingga kalau kerangka ini dikelilingi/diselimuti oleh masa padat dari kristal gipsum, kapur dan limbah katalis, maka diperoleh massa padat yang lebih kuat. Hal ini terlihat pada saat pengujian berlangsung, asbestos mempertahankan benda uji dari retak-retak akibat pembebanan.

Tetapi ketika konsentrasi asbestos bertambah maka adukan menjadi kekurangan bahan ikat (gipsum dan kapur). Karena berkurangnya lekatan antara antara bahan ikat (gipsum dan kapur) dengan bahan isian (katalis dan asbestos) maka akan menurunkan kekuatan lentur papan gipsum.

Sejalan dengan bertambahnya konsentrasi asbestos maka pengadukan semakin sulit dilakukan sehingga homogenitas adukan yang dihasilkan kurang sempurna sehingga asbestos tidak dapat terdistribusi secara merata dan terjadi penggumpalan. Dengan demikian akan dihasilkan papan gipsum yang memiliki kepadatan yang rendah dan banyak mengandung pori. Papan gipsum yang demikian akan memiliki kekuatan lentur yang rendah.



### 4.2.3 Uji Lindi dengan Metode TCLP

Uji lindi sangat penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar logam berat yang masih dapat terlepas ke lingkungan sehingga dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan untuk menentukan metode penanganan selanjutnya. Adapun metode yang digunakan adalah *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Pada penelitian ini, logam berat yang dianalisa yaitu Cr, Cu, Zn, Pb, dan Ni.

Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil kadar logam berat Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni yang terlindi kecil, masih berada dibawah ketentuan yang ditetapkan oleh PP No 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun. Hal ini dapat disebabkan ikatan fisik dan kimia yang terjadi dalam sampel papan gipsum.

Campuran kapur dan gipsum dianggap sama dengan pengganti semen karena di dalam semen itu sendiri terdapat bahan seperti kapur dan gipsum. Hanya saja di dalam pembuatan papan gipsum ini tidak melalui pemanasan. Tetapi dengan penambahan limbah katalis yang mempunyai kandungan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang cukup tinggi dimana dapat berperan dalam pengikatan dan pengerasan papan gipsum serta mempunyai kekuatan menyerap/menarik kation di dekatnya, dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang dapat memungkinkan terjadinya pertukaran ion.

Pada karakteristik awal dapat dilihat nilai konsentrasi awal untuk logam Ni mempunyai nilai konsentrasi yang lebih besar dari logam lainnya. Setelah dilakukan uji TCLP didapat nilai konsentrasi Ni rata-rata sama dengan logam lainnya. Hal ini dikarenakan logam Ni yang ada dalam limbah katalis terikat

secara baik. Penyerapan kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dalam papan gipsum menyebabkan potensial *leaching* logam berat dalam katalis menjadi kecil.

Dari hasil pengujian lindi dengan metode TCLP ini dapat dilihat bahwa logam-logam berat seperti Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni dengan campuran gipsum, kapur dan asbestos di dalam limbah katalis setelah melalui proses solidifikasi sebagai papan gipsum berubah menjadi lebih stabil, dimana logam-logam berat yang terdapat di dalam sampel tersebut dapat terlepas dan nilainya jauh berada di bawah ketentuan yang telah ditetapkan (PP No 85 Tahun 1999). Dengan demikian proses solidifikasi limbah katalis pertamina RCC 15 Pertamina UP VI Balongan sebagai papan gipsum (*Gypsum board*) ini dapat dikatakan cukup berhasil dan aman bagi lingkungan.

Hanya saja untuk bahan campuran seperti asbestos selain berguna sebagai papan penyekat, ternyata membawa dampak yang tidak baik bagi kesehatan kalo digunakan dalam jumlah yang besar. Tapi dalam pembuatan papan gipsum ini masih bisa dikatakan layak digunakan. Untuk pengganti asbestos bisa digunakan fiber alami yang lainnya.

Untuk nilai efisiensi imobilisasi logam berat yang diperoleh rata-rata diatas 80%. Hal ini bisa dikatakan cukup baik dikarenakan semakin banyak limbah katalis yang ditambahkan maka efisiensi imobilisasinya meningkat. Dengan kata lain semakin kecil logam berat yang terlepas maka semakin besar efisiensi imobilisasi yang diperoleh.

#### 4.2.4 Nilai Produksi Papan Gypsum

Dalam pembuatan papan gypsum dengan ukuran 30cm x 13 cm x 1 cm diperlukan biaya produksi yang meliputi harga bahan, peralatan dan upah tenaga kerja yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut :

**Tabel 4.6 Rincian Biaya produksi papan gypsum tiap biji**

No	Jenis Barang/Jasa	Harga (Rp)	Jumlah Sampel	Jumlah Bahan (kg)					Harga (Rp)					
				F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5	
1	Pemb.cetakan													
	-Peralatan	140000	30						4667	4667	4667	4667	4667	
	-Upah tenaga	25000	30						833	833	833	833	833	
2	Bahan susun:													
	-Gypsum	1150.		0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	276	276	276	276	276	
	-Kapur	250		0,27	0,21	0,15	0,09	0,03	68	53	38	23	8	
	-Asbestos	1500		0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	135	180	225	270	315	
	-Katalis	0		0	0,03	0,06	0,09	0,12	0	0	0	0	0	
Total									5979	6009	6039	6069	6099	

Berdasarkan perhitungan, untuk papan gypsum dengan ukuran 30 cm x 13 cm x 1 cm, diperoleh biaya produksi tiap biji untuk F1 sebesar Rp.5979,- F2 sebesar Rp.6009,-, F3 sebesar Rp.6039,-, F4 sebesar 6069, dan F5 sebesar 6099. Nilai produksi untuk masing-masing variasi sudah mencakup peralatan, upah tenaga, dan bahan susun. Nilai produksi ini bisa dikatakan cukup ekonomis dan murah karena untuk papan gypsum yang dijual di pasaran dengan ukuran 240 cm x 120 cm x 0,9 cm saja harganya Rp.95.000,- dan harga papan gypsum dengan ukuran 22 cm x 12 cm x 0,9 cm sebesar Rp.20.600,-

Hanya untuk lebih meminimalkan lagi harganya, bahan susun seperti asbestos dapat digantikan dengan fiber alami yang lebih murah harganya.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian solidifikasi limbah *spent catalyst* RCC 15 Pertamina UP VI Balongan untuk papan gipsum yang bermutu serta aman bagi kesehatan dan lingkungan dapat disimpulkan :

1. Tingkat imobilisasi logam-logam berat yang terdapat dalam papan gipsum dengan penambahan konsentrasi limbah katalis sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% cukup tinggi. Rata-rata tingkat efisiensi imobilisasinya antara 80-100%. Dapat dikatakan logam berat yang terlepas atau nilai lindi yang didapat cukup kecil masih berada di bawah ketentuan PP No 85 Tahun 1999 yaitu Cr (5 mg/l), Cu (10 mg/l), Zn (50 mg/l), Pb (5 mg/l) dan Ni (11 mg/l) . Dengan demikian papan gipsum dapat aman digunakan bagi kesehatan maupun lingkungan.
2. Variasi komposisi dalam pembuatan papan gipsum (*Gypsum Board*) terhadap sifat fisik (kuat lentur) cukup baik. Ini dapat dilihat pada hasil penelitian yang ke semua variasi nilai kuat lenturnya berada di atas nilai kuat lentur papan gipsum pembanding yaitu di atas 22,44 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan ini papan gipsum dapat dikatakan cukup kuat dan aman digunakan.

3. Biaya produksi dalam pembuatan papan gipsum cukup ekonomis. Berdasarkan hasil penelitian biaya produksi papan gipsum ukuran 30 cm x 13 cm x 1 cm yang mencakup bahan susun, peralatan dan upah tenaga kerja untuk sample F1 sebesar Rp.5979, F2 Rp.6009, F3 Rp.6039, F4 Rp.6069, dan F5 Rp.6099.

## 5.2 Saran

1. Diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya dengan memanfaatkan limbah katalis untuk produk yang lain lagi.
2. Perlu diadakannya penelitian dengan menggunakan variasi penambahan konsentrasi katalis yang lainnya sebagai pembanding untuk mendapatkan hasil yang kuat lentur dan *leachate* yang lebih baik lagi.
3. Perlu diadakan penelitian dengan menggunakan bahan-bahan pengikat lainnya, seperti menggantikan asbestos dengan fiber alami. Karena dilihat dari segi kesehatan asbestos dapat membawa dampak negatif apabila digunakan dalam proporsi yang banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, H, (1992). "*Kimia unsur dan radiokimia*", UI Press, Jakarta
2. Darmono, 1995, "*Logam Dalam Sistem Makhluk Hidup*", UI Press, Jakarta
3. Fikry. R, (2005) "*Final Project Solidifikasi Limbah Kromium Industri Penyamakan Kulit dengan teknologi keramik*" Teknik Lingkungan UII Jogjakarta
4. Gintings. Perdana, (1992) "*Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*" Pustaka Sinar Harapan, Jakarta
5. Hari Amanto dan. Daryanto, 1999, "*Ilmu Bahan*", Bumi Aksara, Jakarta
6. Hartomo A.J dan Kaneko Tomijiro, 1995, "*Pelapisan Logam*", Andi Offset, Yogyakarta
7. Jumiyati, 2005 "*Solidifikasi Limbah Limbah fly Ash Hasil Pembakaran Incenerator Industri tekstil sebagai Keramik*", Teknik Lingkungan UII Jogjakarta
8. Kardiyono, Tjokrodimulyo, 1992, *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
9. Manahan, , (1994) "*Environtmental Chemistry*, 6<sup>th</sup> ed lewis publisher, USA
10. Mustakim, (1994), "*Penanggulangan Limbah Kegiatan Eksporasi Produksi Migas*", Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minyak dan Gas Bumi, Cepu
11. NN, (2001) "*Peraturan Pemerintah no 74 tahun 2001, Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*", Sekretariat Bapedal, Jakarta

12. Netuka V, (1959), "*Utilization of waste Gypsum*", ceramic Abstract, Journal of the American ceramic society, Vol 42, no 2 pp 36
13. Pertamina, (2000), "*Implementasi dan Sertifikasi Pemanfaatan Katalis bekas RCC sebagai Filler beton Aspal dan Mineral Admixture Beton Struktur dan non struktur*" Lemlit UNPAD Bandung.
14. Petrucci, Ralph and Suminar (1999) "*Kimia Dasar*", Erlangga, Jakarta.
15. R.E.Smallman, (1991) "*Metalurgi Fisik Modern*" PT Gramedia, Jakarta
16. Ronnie. H. Ruslic, (1995) "*Dasar teori Solidifikasi Metal*" UI Press, Jakarta.
17. Sumardi P, (1989), "*Pemanfaatan Limbah Gypsum dari PT Petrokimia Gresik sebagai Papan Penyekat*" Fakultas Teknik UGM Yogyakarta.
18. Suhardi, (1993), "*Pengolahan Sludge Kegiatan EP 1-20*" Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minyak dan Gas Bumi, Cepu
19. Smith-Andres, (1989), "*Materials of Construction*" McGraw-Hill book Company.
20. Supriani, (2003), "*Pengaruh Penambahan Campuran bentonit dan Zeolit pada solidifikasi Sludge Minyak Pertamina UP IV Cilacap*", STTL-YLH Yogyakarta
21. [www.chemicalelements.com/elements/Zn.html](http://www.chemicalelements.com/elements/Zn.html)
22. [www.lenntech.com/Periodic-chart-elements/Zn-en.html](http://www.lenntech.com/Periodic-chart-elements/Zn-en.html)

# *LAMPIRAN*





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

Jln. Kallurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 095042 Fax. (0274) 095330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN  
BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Nama benda uji : KATALIS  
Asal : PERTAMINA  
Keperluan : Tugas Akhir

Di periksa Oleh :

1. Emzita Hudaya
2. M.J Iman Setia

Tanggal : 29 Juni 2005

Alat - alat

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian
3. Piring, sendok, Lap, Dll

	Benda Uji 1		Benda Uji 2	
		Gram		Gram
Berat agregat (W)	400		400	
Volume Air (V <sub>1</sub> )	600	Cc	600	Cc
Volume Air + Agregat (V <sub>2</sub> )	795		740	
Berat Jenis (Bj)	400		400	
$\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{795 - 600}$ = 2.05 gr / ml		$\frac{400}{740 - 600}$ = 2.86 gr / ml	
Berat Jenis rata-rata	2.445 gr/ml			

Catatan :

Yogyakarta,.....

Mengetahui  
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kailurang Km. 14,4 tol.p. (0274) 895707, 095042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN  
MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Nama benda uji : KATALIS Di periksa Oleh :  
Asal : PERTAMINA 1. Emzita Hudaya  
Keperluan : Tugas Akhir 2. M.J Iman setia

Tanggal : 29 Juni 2005

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40	----	----	-----	-----	-----	-----
2	20	----	----	-----	-----	-----	-----
3	10	----	----	-----	-----	-----	-----
4	4.75	0	0	0	0	0	0
5	2.36	0	0	0	0	0	0
6	1.18	0	0	0	0	0	0
7	0.600	0	0	0	0	0	0
8	0.300	5	0	1.25	0	1.25	0
9	0.150	140	370	35	91.13	36.25	91.13
10	Pan	255	36	63.75	8.87	-----	-----
		400	406	Jumlah		37.5	91.13

Jumlah rata-rata 64,5315

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{64,315}{100} * 100\% = 0.643$$

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Mengetahui  
Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII

No. : 920/HA-KA/08/05  
Pengirim : Mohd. Jazuli Iman Setia, Pogung Lor 4B Yogyakarta  
Jumlah sampel : 1  
Penentuan : Kadar Cr, Cu, Pb dan Zn dalam sampel katalis.  
Tgl. Analisis : 11 Agustus 2005

NO	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			I	II	III	
1.	Katalis	Cr	18.115	18.883	18,883	Atomic Absorption Spectrometry
2.		Cu	16.878	16.878	16,446	
3.		Pb	40.551	35.250	29,950	
4.		Zn	19.139	19.620	19,380	

Description: Analisa Cr

Date: 04/13/2007

Technique: Flame

Wavelength: 357.9 nm

Lamp Current: 10

Sample Info File: EVA.SIF

Calibration Equation:  $y = 0.000209x - 0.005906$  Intercept: Linear

Slit Width: 0.70 nm

Energy: 71

Results Data Set: Cr-Evartiyani

No	Sample ID	Seq No.	El	Mean Sig (Absorbance)	SL Calib	Mean Samp Conc	Std Dev	Samp Units
1	Calib Blank	1	Cr	-0.005906	0.000209			
2	std1	2	Cr	0.006227	0.000306			mg/L
3	std2	3	Cr	0.019041	0.000567			mg/L
4	std3	4	Cr	0.026728	0.000407			mg/L
5	std4	5	Cr	0.036978	0.000440			mg/L
6	std5	6	Cr	0.042574	0.000458			mg/L
8	Sampel 1	7	Cr	0.005388		0.608718	0.070894	mg/L

Method Description: Cu Flame

Element: Cu

Date: 04/13/2005  
Technique: Flame  
Wavelength: 324.8 nm  
Lamp Current: 8

Calibration Equation: Zero Intercept: Linear  
Slit Width: 0.70 nm  
Energy: 74  
Results Data Set: Cu-Evariyan

Sample Info File: EVA.SIF

No	Sample ID	Seq No.	El	Mean Sig (Absorbance)	SD Calib	Mean Samp Conc	Std Dev	Samp Units
1	Calib Blank	2	Cu	-0.000441	0.000161			
2	std 1	10	Cu	0.032676	0.000709			mg/L
3	std 2	4	Cu	0.088369	0.001812			mg/L
4	std 3	11	Cu	0.140882	0.000787			mg/L
5	std 4	6	Cu	0.185908	0.002046			mg/L
6	std 5	7	Cu	0.240779	0.000930			mg/L
7	Sampel 1	13	Cu	0.014758		0.313954	0.002951	mg/L

Method Description: Analisa Zn

Date: 04/13/2005

Technique: Flame

Wavelength: 213.9 nm

Lamp Current: 10

Sample Info File: EVA.SIF

Calibration Equation: Zero Intercept: Linear

Slit Width: 0.70 nm

Energy: 72

Results Data Set: Zn-Evariyanl

No	Sample ID	Seq No.	El	Mean Sig (Absorbance)	SD Calib	Mean Samp Conc	Std Dev	Samp Units
1	Calib Blank	5	Zn	-0.004695	0.000499			
2	std 1	6	Zn	0.017650	0.001048			mg/L
3	std 2	7	Zn	0.038936	0.001133			mg/L
4	std 3	8	Zn	0.059410	0.001405			mg/L
5	std 4	9	Zn	0.076922	0.00126			mg/L
6	std 5	10	Zn	0.096703	0.001375			mg/L
7	sampel 1 (2X)	12	Zn	0.059983		0.619.2	0.006579	mg/L

Method Description: Analisa Pb

Element: Pb

Date: 04/13/2005

Technique: Flame

Wavelength: 283.3 nm

Lamp Current: 5

Sample Info File: EVA.SIF

Calibration Equation: Zero Intercept: Linear

Slit Width: 0.70 nm

Energy: 69

Results Data Set: Pb-Evariyan

No	Sample ID	Seq No.	El	Mean Sig (Absorbance)	SD Calib	Mean Samp Conc	Std Dev	Samp Units
1	Calib Blank	1	Pb	0.001458	0.000140			
2	std1	2	Pb	0.058304	0.000985			mg/L
3	std2	3	Pb	0.095171	0.000700			mg/L
4	std3	4	Pb	0.154885	0.001057			mg/L
5	std4	5	Pb	0.198301	0.000633			mg/L
6	std5	6	Pb	0.237661	0.000668			mg/L
7	Sampel 1	7	Pb	0.003634		0.296178	0.029138	mg/L

No. : 822/HA-KA/04/05  
 Pengirim : Mohd. Jazuli Iman Setia, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.  
 Jumlah sampel : 1  
 Penentuan :  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$  dan  $SiO_2$  dalam sampel zeolit  
 Tgl. Analisis : 08 April 2005

NO	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			I	II	III	
1.	Zeolit	$Al_2O_3$	275819,125	300603,000	307144,483	Atomic Absorption Spe
2.		$CaO$	5245,402	5245,492	5109,024	
3.		$Fe_2O_3$	7029,216	6757,292	7029,216	
4.		$SiO_2$	631517,941	647945,992	642469,975	



## SURAT KETERANGAN

No.

Yang bertanda tangan di bawah ini teknisi Laboratorium Rekayasa Pangan dan Gizi Pusat Antar Universitas UGM menerangkan bahwa :

Nama : Dian Susanti  
No. Mhs : 00513002  
Fakultas/jurusan : Teknik Sipil dan Perencanaan/Teknik Lingkungan  
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Benar-benar telah selesai melakukan penelitian/tidak mempunyai tanggungan meminjam alat buku administrasi pada Laboratorium Rekayasa Pangan dan Gizi Pusat Antar Universitas UGM.

Surat keterangan ini kami buat untuk keperluan "pengujian kuat lentur papan gipsium (penelitian tugas akhir)".

Demikian yang berkepentingan maklum.

Yogyakarta, 1 Juli 2005

Teknisi



Wangsi W.

Pemeriksa : Dian Susanti  
 Nama Sampel : Papan Gypsum  
 Pengujian : Kuat lentur  
 Tanggal : 30 Juni 2005

No	Kode Sampel	Hasil pengujian (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	F1	F1.1	45,79
2		F1.2	19,06
3		F1.3	24,37
4		F1.4	19,85
5		F1.5	35,57
6		F1.6	23,97
7		F1.7	21,42
8		F1.8	18,843
9		F1.9	32,42
10		F1.10	25,55
11	F2	F2.1	56,40
12		F2.2	48,14
13		F2.3	68,58
14		F2.4	49,13
15		F2.5	66,81
16		F2.6	51,48
17		F2.7	43,43
18		F2.8	73,70
19		F2.9	66,72
20		F2.10	61,11
21	F3	F3.1	54,63
22		F3.2	50,70
23		F3.3	56,00
24		F3.4	50,30
25		F3.5	60,72
26		F3.6	33,21
27		F3.7	34,00
28		F3.8	45,39
29		F3.9	35,57
30		F3.10	40,09

31	F4	F4.1	42,25	45,963
32		F4.2	52,27	
33		F4.3	25,55	
34		F4.4	52,27	
35		F4.5	53,84	
36		F4.6	53,06	
37		F4.7	51,88	
38		F4.8	34,00	
39		F4.9	43,03	
40		F4.10	51,48	
41	F5	F5.1	62,88	43,683
42		F5.2	32,42	
43		F5.3	34,00	
44		F5.4	61,11	
45		F5.5	54,24	
46		F5.6	40,09	
47		F5.7	43,03	
48		F5.8	33,60	
49		F5.9	33,21	
50		F5.10	42,25	

Yogyakarta, 13 Juli 2005

Teknisi



Wongdi W.

### HASIL PENGUJIAN pH DALAM UJI TCLP

Sampel	berat sampel (gr)	pH awal	pH akhir setelah dipanaskan	pH setelah ekstraksi
F1(0%)				
1	5.008	8.92	5.51	6.93
2	5.003	8.89	4.53	6.94
3	5.001	8.77	4.3	6.95
F2(5%)				
1	5.002	8.39	2.65	6.83
2	5.004	8.96	2.5	6.9
3	5.005	8.83	1.93	6.84
F3(10%)				
1	5.004	8.3	2.25	6.65
2	5.003	8.16	1.89	6.57
3	5.004	8.27	1.95	6.66
F4(15%)				
1	5.006	7.9	1.96	6.61
2	5.007	7.74	1.89	6.6
3	5.004	7.85	1.89	6.55
F5(20%)				
1	5.003	7.97	1.93	6.41
2	5.005	7.79	1.86	6.34
3	5.001	7.89	1.89	6.47

## Lampiran Langkah – langkah Uji TCLP berdasarkan US EPA

Langkah-langkah :

1. Timbang sampel 100 gram , haluskan sampel apabila mempunyai diameter lebih dari 9,5 mm (Tidak lolos saringan standar 9,5 mm).
2. Lakukan pengujian pH
  - a) - Timbang sub sampel 5 gram (berasal dari sampel 100 gram)
    - Tambahkan 96,5 ml air destilasi
    - Tutup dengan kaca arloji dan aduk dengan magnetic stirrer (pengaduk mekanik) selama 5 menit
    - Ukur pH
  - b) - Bila pH langkah (a) lebih dari 5,0 tambahkan 3,5 ml Hcl 1,0 N
    - Tutup dengan kaca arloji dan panaskan sampai 50<sup>0</sup>C selama 10 menit
    - Biarkan larutan dingin
    - Ukur pH
- 3) Bila hasil 2 (a) dan 2 (b) pH < 5 gunakan larutan ekstraksi 1, dan bila hasil 2 (b) memiliki pH > 5 gunakan larutan ekstraksi 2
  - a) Larutan ekstraksi 1 :

Larutan HoAc (asam asetat) sebanyak 5,7 ml dimasukkan ke dalam 500 ml H<sub>2</sub>O tipe 1 (Aquadest) ditambahkan 64,3 ml NaOH 1,0 N. Kemudian diencerkan sampai volume 1 liter sehingga pH 4,93 ± 0,05
  - b) Larutan ekstraksi 2 :

Larutan sebanyak 5,7 ml HoAc dilarutkan ke dalam H<sub>2</sub>O tipe 2 (Bidest) Sampai volume 1 liter (pH 2,88 ± 0,05)
- 4) Ekstraksi sampel dalam larutan ekstraksi yang sesuai selama 18 jam pada suhu (19-25)<sup>0</sup>C dengan kecepatan putaran 30 ± 2 rpm
- 5) Lakukan pencucian filter/kertas dengan asam lalu saring hasil ekstraksi diatas
- 6) Analisa larutan ekstraksi

# Oneway

## ANOVA

Hasil pengujian					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5195.603	4	1298.901	12.732	.000
Within Groups	4590.918	45	102.020		
Total	9786.522	49			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil pengujian

	(I) x1	(J) x1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	f1	f2	-31.86570*	4.51709	.000	-44.7008	-19.0306
		f3	-19.37670*	4.51709	.001	-32.2118	-6.5416
		f4	-19.27870*	4.51709	.001	-32.1138	-6.4436
		f5	-16.99870*	4.51709	.004	-29.8338	-4.1636
	f2	f1	31.86570*	4.51709	.000	19.0306	44.7008
		f3	12.48900	4.51709	.060	-.3461	25.3241
		f4	12.58700	4.51709	.057	-.2481	25.4221
		f5	14.86700*	4.51709	.016	2.0319	27.7021
	f3	f1	19.37670*	4.51709	.001	6.5416	32.2118
		f2	-12.48900	4.51709	.060	-25.3241	.3461
		f4	.09800	4.51709	1.000	-12.7371	12.9331
		f5	2.37800	4.51709	.984	-10.4571	15.2131
	f4	f1	19.27870*	4.51709	.001	6.4436	32.1138
		f2	-12.58700	4.51709	.057	-25.4221	.2481
		f3	-.09800	4.51709	1.000	-12.9331	12.7371
		f5	2.28000	4.51709	.986	-10.5551	15.1151
	f5	f1	16.99870*	4.51709	.004	4.1636	29.8338
		f2	-14.86700*	4.51709	.016	-27.7021	-2.0319
		f3	-2.37800	4.51709	.984	-15.2131	10.4571
		f4	-2.28000	4.51709	.986	-15.1151	10.5551

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

# Homogeneous Subsets

## Hasil pengujian

x1	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Tukey HSD <sup>a</sup>				
f1	10	26.6843		
f5	10		43.6830	
f4	10		45.9630	45.9630
f3	10		46.0610	46.0610
f2	10			58.5500
Sig.		1.000	.984	.057
Tukey B <sup>a</sup>				
f1	10	26.6843		
f5	10		43.6830	
f4	10		45.9630	
f3	10		46.0610	
f2	10			58.5500

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

Method Name: Cr Flame  
 Method Description: Analisa Cr

Element: Cr

Date: 08/03/2005

Technique: Flame

Wavelength: 357.9 nm

Sample Current: 10

Sample Info File: DIAN.SIF

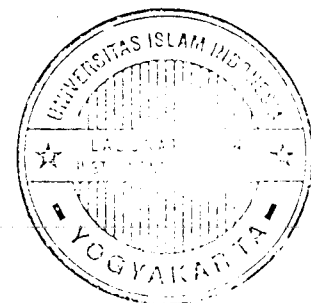
Calibration Equation: Zero Intercept: Linear

Slit Width: 0.70 nm

Energy: 71

Results Data Set: DIAN CR

No.	SampleID	Seq	El	Mean Signal (Absorbance)	Standard Dev Calibration	Mean Sample	Standard Deviation	Samp Units
1	Calib Blank	1	Cr	-0.000227	0.000112			mg/L
2	std1	2	Cr	0.022639	0.001456			mg/L
3	std2	3	Cr	0.048618	0.000064			mg/L
4	std3	4	Cr	0.076989	0.001537			mg/L
5	std4	9	Cr	0.108554	0.002045			mg/L
6	std5	10	Cr	0.129276	0.003316			mg/L
7	F I-1	11	Cr	0.001866		0.071610	0.004220	mg/L
8	F I-2	12	Cr	0.002967		0.113874	0.007062	mg/L
9	F I-3	13	Cr	0.002044		0.078454	0.021345	mg/L
10	F II-1	14	Cr	0.002580		0.102837	0.017018	mg/L
11	F II-2	15	Cr	0.003166		0.121488	0.015209	mg/L
12	F II-3	16	Cr	0.002954		0.113361	0.016733	mg/L
13	F III-1	17	Cr	0.002738		0.105062	0.015641	mg/L
14	F III-2	18	Cr	0.002278		0.087437	0.017701	mg/L
15	F III-3	19	Cr	0.002249		0.086325	0.013922	mg/L
16	F IV-1	20	Cr	0.003023		0.116013	0.011690	mg/L
17	F IV-2	21	Cr	0.003081		0.118237	0.011595	mg/L
18	F IV-3	22	Cr	0.002845		0.109168	0.019115	mg/L
19	F V-1	23	Cr	0.002252		0.086411	0.009507	mg/L
20	F V-2	24	Cr	0.002602		0.099843	0.007193	mg/L
21	F V-3	25	Cr	0.003471		0.133209	0.017642	mg/L





Method Name: Cu Flame  
Method Description: Cu Flame

Element: Cu

Date: 08/03/2005

Technique: Flame

Wavelength: 324.8 nm

Sample Current: 8

Sample Info File: DIAN.SIF

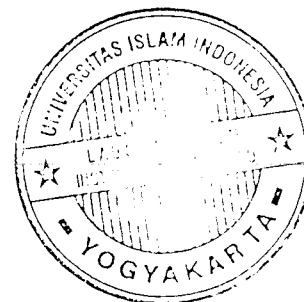
Calibration Equation: Zero Intercept: Linear

Slit Width: 0.70 nm

Energy: 70

Results Data Set: DIAN CU

No.	SampleID	Seq	El	Mean Signal (Absorbance)	Standard Dev Calibration	Mean Sample	Standard Deviation	Samp Units
1	Calib Blank	1	Cu	-0.000791	0.000396			mg/L
2	std 1	2	Cu	0.038307	0.001892			mg/L
3	std 2	3	Cu	0.093278	0.001236			mg/L
4	std 3	4	Cu	0.132116	0.001915			mg/L
5	std 4	5	Cu	0.175537	0.004431			mg/L
6	std 5	6	Cu	0.239540	0.002618			mg/L
7	F I-1	7	Cu	-0.000883		0.000000	0.000000	mg/L
8	F I-2	8	Cu	-0.000910		0.000000	0.000000	mg/L
9	F I-3	9	Cu	-0.000562		0.000000	0.000000	mg/L
10	F II-1	10	Cu	-0.000234		0.000000	0.000000	mg/L
11	F II-2	11	Cu	0.001739		0.037565	0.008308	mg/L
12	F II-3	12	Cu	0.001347		0.029088	0.013790	mg/L
13	F III-1	13	Cu	0.001164		0.025139	0.013321	mg/L
14	F III-2	14	Cu	0.000493		0.010643	0.006882	mg/L
15	F III-3	15	Cu	0.001398		0.030196	0.021124	mg/L
16	F IV-1	16	Cu	0.001824		0.039395	0.014757	mg/L
17	F IV-2	17	Cu	0.001953		0.042188	0.005521	mg/L
18	F IV-3	18	Cu	0.000965		0.020853	0.017989	mg/L
19	F V-1	19	Cu	0.001253		0.027066	0.012048	mg/L
20	F V-2	20	Cu	0.000689		0.014881	0.006684	mg/L
21	F V-3	21	Cu	0.002706		0.058466	0.011434	mg/L



Method Name: Pb Flame                      Element: Pb  
 Method Description: Analisa Pb

Date: 08/04/2005

Technique: Flame

Wavelength: 283.3 nm

Source Current: 5

Sample Info File: DIAN.SIF

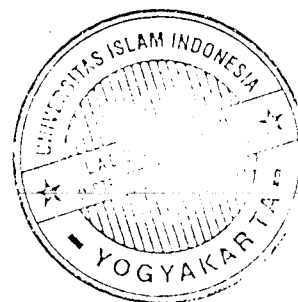
Calibration Equation: Zero Intercept: Linear

Slit Width: 0.70 nm

Energy: 67

Results Data Set: Dian Pb

No.	SampleID	Seq	El	Mean Signal (Absorbance)	Standard Dev Calibration	Mean Sample	Standard Deviation	Samp Units
1	Calib Blank	1	Pb	-0.000363	0.000252			mg/L
2	std 1	2	Pb	0.014339	0.000308			mg/L
3	std 2	3	Pb	0.026509	0.000796			mg/L
4	std 3	4	Pb	0.041067	0.000463			mg/L
5	std 4	5	Pb	0.054450	0.000147			mg/L
6	std 5	6	Pb	0.066056	0.000549			mg/L
7	F I-1	7	Pb	0.001295		0.192830	0.045740	mg/L
8	F I-2	8	Pb	0.002791		0.415529	0.052715	mg/L
9	F I-3	9	Pb	0.003418		0.508791	0.068088	mg/L
10	F II-1	10	Pb	0.003172		0.471263	0.080834	mg/L
11	F II-2	11	Pb	0.003302		0.491533	0.044543	mg/L
12	F II-3	12	Pb	0.002223		0.330897	0.100069	mg/L
13	F III-1	13	Pb	0.001619		0.240954	0.085038	mg/L
14	F III-2	14	Pb	0.002691		0.400594	0.088447	mg/L
15	F III-3	15	Pb	0.003326		0.495184	0.050643	mg/L
16	F IV-1	16	Pb	0.003411		0.507795	0.030484	mg/L
17	F IV-2	17	Pb	0.003950		0.588113	0.012529	mg/L
18	F IV-3	18	Pb	0.003451		0.513770	0.085798	mg/L
19	F V-1	19	Pb	0.001940		0.288746	0.033931	mg/L
20	F V-2	20	Pb	0.002796		0.416193	0.094297	mg/L
21	F V-3	21	Pb	0.003968		0.590769	0.014667	mg/L



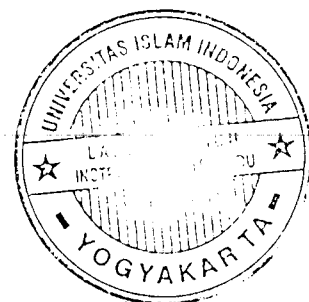
Method Name: Zn Flame  
 Method Description: Analisa Zn

Element: Zn

Date: 08/04/2005  
 Technique: Flame  
 Wavelength: 213.9 nm  
 Lamp Current: 10  
 Sample Info File: DIAN.SIF

Calibration Equation: Zero Intercept: Linear  
 Slit Width: 0.70 nm  
 Energy: 09  
 Results Data Set: Dian Zn

No.	SampleID	Seq	El	Mean Signal (Absorbance)	Standard Dev Calibration	Mean Sample	Standard Deviation	Samp Units
1	Calib Blank	1	Zn	0.000502	0.000321			mg/L
2	std 1	7	Zn	0.032740	0.000850			mg/L
3	std 2	3	Zn	0.074220	0.001124			mg/L
4	std 3	4	Zn	0.115412	0.003214			mg/L
5	std 4	5	Zn	0.158701	0.001945			mg/L
6	std 5	6	Zn	0.197900	0.000860			mg/L
7	F I-1	8	Zn	0.021926		0.223988	0.062921	mg/L
8	F I-2	9	Zn	0.011414		0.116606	0.004900	mg/L
9	F I-3	10	Zn	0.032535		0.332373	0.015334	mg/L
10	F II-1	11	Zn	0.009261		0.094606	0.002791	mg/L
11	F II-2	12	Zn	0.010527		0.107542	0.004384	mg/L
12	F II-3	13	Zn	0.011506		0.117540	0.005250	mg/L
13	F III-1	14	Zn	0.012188		0.124509	0.003179	mg/L
14	F III-2	15	Zn	0.009745		0.099548	0.002835	mg/L
15	F III-3	16	Zn	0.010400		0.106244	0.003340	mg/L
16	F IV-1	17	Zn	0.010168		0.103875	0.003412	mg/L
17	F IV-2	18	Zn	0.011198		0.114397	0.002743	mg/L
18	F IV-3	19	Zn	0.012478		0.127470	0.005803	mg/L
19	F V-1	20	Zn	0.029113		0.297414	0.005430	mg/L
20	F V-2	21	Zn	0.019048		0.194586	0.005643	mg/L
21	F V-3	22	Zn	0.019634		0.200576	0.003089	mg/L





# LABORATORIUM KIMIA ANALITIK

-PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MAJU-BATAN

Terakreditasi sebagai Laboratorium Penguji (LP-119-IDN)

Jl. Babarsari Kotak Pos 1008, Yogyakarta, Indonesia Tel. (62) (0274) 488435 Fax (0274) 487824

Form-29/Sert/Uji

Nomor  
Number 074/KA/IX/05  
Halaman  
Page 2 dari 2

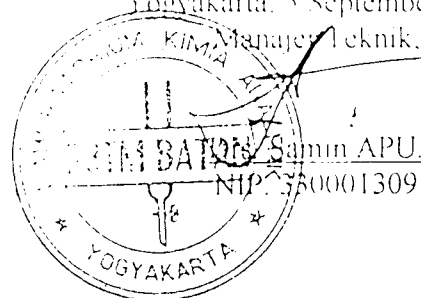
## Hasil Pengujian Test Result

Nama Contoh	Kode	Label	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Keramik	443/P/KA	F <sub>1</sub>	Ni	µg/g	0,040	F-AAS
		F <sub>2</sub>	Ni	µg/g	0,040	F-AAS
		F <sub>3</sub>	Ni	µg/g	0,040	F-AAS
		F <sub>4</sub>	Ni	µg/g	0,040	F-AAS
		F <sub>5</sub>	Ni	µg/g	0,120 ± 0,010	F-AAS
Gypsum	443/P/KA	I	Ni	µg/g	0,160 ± 0,010	F-AAS
		II	Ni	µg/g	0,290 ± 0,010	F-AAS
		III	Ni	µg/g	0,350 ± 0,010	F-AAS
		IV	Ni	µg/g	0,350 ± 0,010	F-AAS
		V	Ni	µg/g	0,490 ± 0,020	F-AAS
Katalis	443/P/KA	-	Ni	µg/g	12750,000 ± 250,000	F-AAS

Keterangan :

Satuan : µg/g ppm  
F-AAS : Flame Atomic Absorption Spectrophotometry

Yogyakarta, 5 September 2005



- Catatan 1 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji  
Note These test result are only valid for the tested samples
- 2 Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak/digandakan tanpa izin dari Manager Teknik Laboratorium  
The certificate shall not be reproduced/copied without the written permission of the laboratory Technical Manager

### Lampiran efisiensi logam berat

No	Sampel	Logam Cr		efisiensi (%)
		Sampel awal (mg/l)	sampel akhir (mg/l)	
1	F1	18.627	0.08798	99.53
2	F2	18.627	0.11256	99.40
3	F3	18.627	0.09294	99.50
4	F4	18.627	0.1147	99.38
5	F5	18.627	0.10653	99.43

No	Sampel	Logam Cu		efisiensi (%)
		Sampel awal (mg/l)	sampel akhir (mg/l)	
1	F1	16.734	0	100.00
2	F2	16.734	0.0222	99.87
3	F3	16.734	0.02199	99.87
4	F4	16.734	0.03415	99.80
5	F5	16.734	0.03334	99.80

No	Sampel	Logam Zn		efisiensi (%)
		Sampel awal (mg/l)	sampel akhir (mg/l)	
1	F1	19.3797	0.22432	98.84
2	F2	19.3797	0.10656	99.45
3	F3	19.3797	0.1101	99.43
4	F4	19.3797	0.11525	99.41
5	F5	19.3797	0.23086	98.81

No	Sampel	Logam Pb		efisiensi (%)
		Sampel awal (mg/l)	sampel akhir (mg/l)	
1	F1	35.25	0.3724	98.94
2	F2	35.25	0.4316	98.78
3	F3	35.25	0.3789	98.93
4	F4	35.25	0.5365	98.48
5	F5	35.25	0.4319	98.77

No	Sampel	Logam Ni		efisiensi (%)
		Sampel awal (mg/l)	sampel akhir (mg/l)	
1	F1	127.5	0.16	99.87
2	F2	127.5	0.29	99.77
3	F3	127.5	0.35	99.73
4	F4	127.5	0.35	99.73
5	F5	127.5	0.49	99.62

**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."



2. Ketentuan Pasal 7 diubah, sehingga keseluruhannya berbunyi sebagai berikut:

**"Pasal 7**

- (1) Jenis limbah B3 menurut sumbernya meliputi:
    - a. Limbah B3 dari sumber tidak spesifik;
    - b. Limbah B3 dari sumber spesifik;
    - c. Limbah B3 dari bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, bekas kemasan, dan buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi.
  - (2) Perincian dari masing-masing jenis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) seperti tercantum dalam Lampiran I Peraturan Pemerintah ini.
  - (3) Uji karakteristik limbah B3 meliputi:
    - a. mudah meledak;
    - b. mudah terbakar;
    - c. bersifat reaktif;
    - d. beracun;
    - e. menyebabkan infeksi; dan
    - f. bersifat korosif.
  - (4) Pengujian toksikologi untuk menentukan sifat akut dan atau kronik.
  - (5) Daftar limbah dengan kode limbah D220, D221, D222, dan D223 dapat dinyatakan limbah B3 setelah dilakukan uji karakteristik dan atau uji toksikologi."
3. Ketentuan Pasal 8 diubah, sehingga keseluruhannya berbunyi sebagai berikut:

## **"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

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd

BACHARUDDIN JUSUF HABIBIE

Diundangkan di Jakarta

pada tanggal 7 Oktober 1999

MENTERI NEGARA SEKRETARIS NEGARA REPUBLIK INDONESIA,

ttd

MULADI

**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. Penujian 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 digunakannya 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

atau bersifat reaktif, dan atau menyebabkan infeksi, dan atau bersifat korosif.

- c. Apabila kedua tahapan tersebut sudah dilakukan dan tidak memenuhi ketentuan limbah B3, maka dilakukan uji toksikologi. Angka 2 Pasal 7 Ayat (1) Huruf a Limbah B3 dari sumber tidak spesifik adalah limbah B3 yang pada umumnya berasal bukan dari proses utamanya, tetapi berasal dari kegiatan pemeliharaan alat, pencucian, pencegahan korosi (inhibitor korosi), pelarutan kerak, pengemasan, dan lain-lain. Huruf b Limbah B3 dari sumber spesifik adalah limbah B3 sisa proses suatu industri atau kegiatan yang secara spesifik dapat ditentukan berdasarkan kajian ilmiah. Huruf c Limbah B3 dari bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, bekas kemasan, dan buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi, karena tidak memenuhi spesifikasi yang ditentukan atau tidak dapat dimanfaatkan kembali, maka suatu produk menjadi limbah B3 yang memerlukan pengelolaan seperti limbah B3 lainnya. Hal yang sama juga berlaku untuk sisa kemasan limbah B3 dan bahan-bahan kimia yang kadaluarsa.

Ayat (2)

Cukup jelas

Ayat (3)

Pengujian karakteristik limbah dilakukan sebelum limbah tersebut mendapat perlakuan pengolahan. Limbah diidentifikasi sebagai limbah B3 apabila memenuhi salah satu atau

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.



- 2) Limbah yang dapat bereaksi hebat dengan air.
  - 3) Limbah yang apabila bercampur dengan air berpotensi menimbulkan ledakan, menghasilkan gas, uap atau asap beracun dalam jumlah yang membahayakan bagi kesehatan manusia dan lingkungan.
  - 4) Merupakan limbah Sianida, Sulfida atau Amoniak yang pada kondisi pH antara 2 dan 12,5 dapat menghasilkan gas, uap atau asap beracun dalam jumlah yang membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan.
  - 5) Limbah yang dapat mudah meledak atau bereaksi pada suhu dan tekanan standar (25°C, 760 mmHg).
  - 6) Limbah yang menyebabkan kebakaran karena melepas atau menerima oksigen atau limbah organik peroksida yang tidak stabil dalam suhu tinggi.
- d. Limbah beracun adalah limbah yang mengandung pencemar yang bersifat racun bagi manusia atau lingkungan yang dapat menyebabkan kematian atau sakit yang serius apabila masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan, kulit atau mulut. Penentuan sifat racun untuk identifikasi limbah ini dapat menggunakan baku mutu konsentrasi TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) pencemar organik dan anorganik dalam limbah sebagaimana yang tercantum dalam

Lampiran II Peraturan Pemerintah ini. Apabila limbah mengandung salah satu pencemar yang terdapat dalam Lampiran II Peraturan Pemerintah ini, dengan konsentrasi sama atau lebih besar dari nilai dalam Lampiran II Peraturan Pemerintah ini, maka limbah tersebut merupakan limbah B3. Bila nilai konsentrasi zat pencemar lebih kecil dari nilai ambang batas pada Lampiran II Peraturan Pemerintah ini maka dilakukan uji toksikologi.

- e. Limbah yang menyebabkan infeksi yaitu bagian tubuh manusia yang diamputasi dan cairan dari tubuh manusia yang terkena infeksi, limbah dari laboratorium atau limbah lainnya yang terinfeksi kuman penyakit yang dapat menular. Limbah ini berbahaya karena mengandung kuman penyakit seperti hepatitis dan kolera yang ditularkan pada pekerja, pembersih jalan dan masyarakat di sekitar lokasi pembuangan limbah.
- f. Limbah bersifat korosif adalah limbah yang mempunyai salah satu sifat sebagai berikut:
  - 1) Menyebabkan iritasi (terbakar) pada kulit.
  - 2) Menyebabkan proses pengkaratan pada lempeng baja (SAE 1020) dengan laju korosi lebih besar dari 6,35 mm/tahun dengan temperatur pengujian 550C.

- 3) Mempunyai pH sama atau kurang dari 2 untuk limbah bersifat asam dan sama atau lebih besar dari 12,5 untuk yang bersifat basa.

Ayat (4)

Penentuan sifat akut limbah dilakukan dengan uji hayati untuk mengukur hubungan dosis-respons antara limbah dengan kematian hewan uji, untuk menetapkan nilai LD50. Yang dimaksud dengan LD50 (Lethal Dose fifty) adalah dosis limbah yang menghasilkan 50 % respons kematian pada populasi hewan uji. Nilai tersebut diperoleh dari analisis data secara grafis dan atau statistik terhadap hasil uji hayati tersebut. Metodologi dan cara penentuan nilai LD50 ditetapkan oleh instansi yang bertanggung jawab. Apabila nilai LD50 secara oral lebih besar dari 50 mg/kg berat badan, maka terhadap limbah yang mengandung salah satu zat pencemar pada Lampiran III Peraturan Pemerintah ini dilakukan evaluasi sifat kronis. Sifat kronis limbah (toksik, mutagenik, karsinogenik, teratogenik dan lain-lain) ditentukan dengan cara mencocokkan zat pencemar yang ada dalam limbah tersebut dengan Lampiran III Peraturan Pemerintah ini. Apabila limbah tersebut mengandung salah satu dan atau lebih zat pencemar yang terdapat dalam Lampiran III Peraturan Pemerintah ini, maka limbah tersebut merupakan limbah B3 setelah mempertimbangkan faktor-faktor di bawah ini:

- 1) Sifat racun alami yang dipaparkan oleh zat pencemar;
- 2) Konsentrasi dari zat pencemar;

- 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

limbah tersebut dapat dinyatakan sebagai limbah non B3, dan pengelolaannya dilakukan berdasarkan ketentuan yang ditetapkan oleh instansi yang bertanggung jawab setelah berkoordinasi dengan instansi teknis terkait.

Ayat (5)

Cukup jelas

Angka 3

Pasal 8

Cukup jelas

Pasal II

Cukup jelas

TAMBAHAN LEMBARAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 3910

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

Cyanida (bebas)	20,0
2,4-D	10.0
1,4-Dichlorobenzene	7,5
1,2- Dichloroethane	0,5
1,1-Dichloroethylene	0,7
2,4- Dinitrotoluene	0,13
Endrin	0,02
Fluorides	150
Heptachlor + Heptachlor Epoxide	0,008
Hexachlorobenzene	0,13
Hexachloroethane	0,5
Lead	5,0
Lindane	0,4
Mercury	0,2
Methoxychlor	10,0
Methyl Parathion	0,3
Methyl Ethyl Ketone	0,7
Nitrate + Nitrite	1000
Nitrite	100
Nitrobenzene	2,0
Pentachlorophenol	100
Pyridine	5,0
PCBs	0,3

Selenium	1,0
Silver	5
Tetrachloroethylene (TCE)	0,7
Phenol	2
DDT	1
Chlorophenol (total)	1
Chloronaphtalene	1
Trihalomethanes	35
2,4,5-Trichlorophenol	400
2,4,6-Trichlorophenol	2
Vynil Chloride	0,2
Zinc	50

**PRESIDEN REPUBLIK  
INDONESIA**

ttd.

**BACHARUDDIN JUSUF  
HABIBIE**



## Lampiran 14 Perhitungan Biaya Produksi

Perhitungan biaya produksi papan gipsium yang meliputi harga bahan baku, peralatan kerja dan upah tenaga kerja adalah sebagai berikut :

- a. Harga gipsium dengan berat 40 kg Rp. 46.000,- = Rp.1150/kg
- b. Harga kapur dengan berat 40 kg Rp.10.000,- = Rp.250/kg
- c. Harga asbestos Rp. 15.000,-/10 kg = Rp.1500/kg
- d. Harga katalis (gratis) Rp 0
- e. Peralatan kerja Rp.140.000,-/30 biji = Rp.4667,-
- f. Tenaga kerja Rp.25.000,-/30 biji = Rp. 833,-

Sehingga harga papan gipsium untuk papan ukuran 30cm x 13cm x 1cm adalah sebagai berikut :

- a. Untuk sampel F1

$$\text{Gipsium} = \text{Rp.1150} \times 0,24 \text{ kg} = \text{Rp.276,-}$$

$$\text{Kapur} = \text{Rp.250} \times 0,27 \text{ kg} = \text{Rp.67,5,-}$$

$$\text{Asbestos} = \text{Rp.1500} \times 0,09 \text{ kg} = \underline{\text{Rp.135,-}}$$

$$\text{Total Rp.479}$$

$$\text{Total keseluruhan Rp.479} + 4667 + 833 = \text{Rp.5979,-}$$

- b. Untuk sampel F2

$$\text{Gipsium} = \text{Rp.1150} \times 0,24 \text{ kg} = \text{Rp.276,-}$$

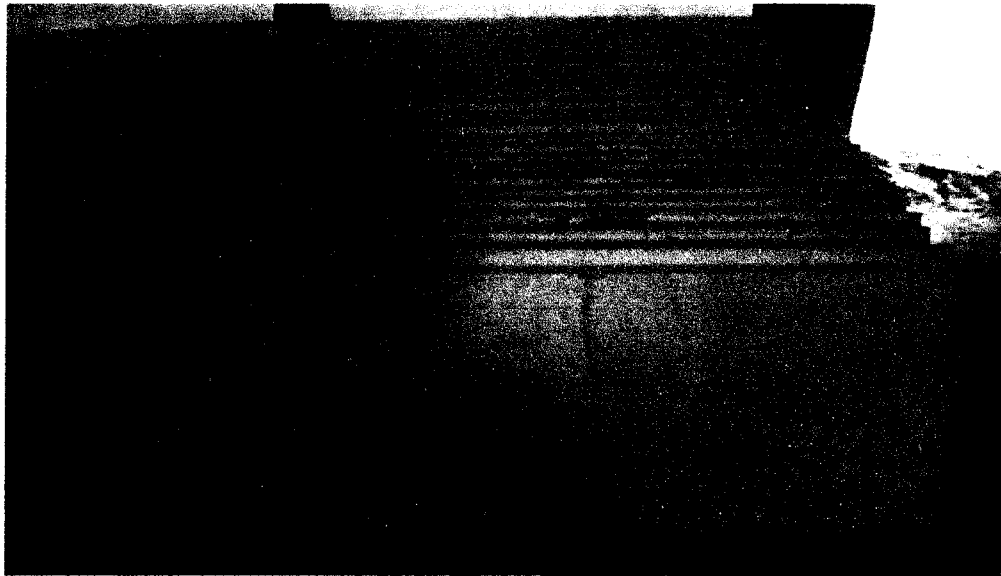
$$\text{Kapur} = \text{Rp.250} \times 0,21 \text{ kg} = \text{Rp.52,5,-}$$

$$\text{Asbestos} = \text{Rp.1500} \times 0,12 \text{ kg} = \underline{\text{Rp.180,-}}$$

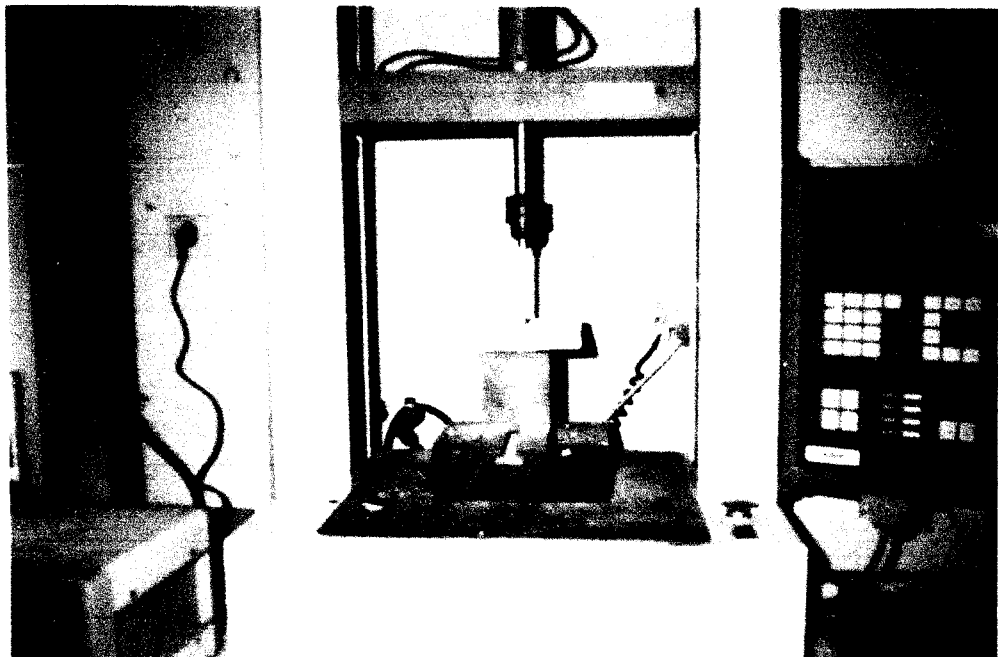
$$\text{Total Rp.508,5,-}$$



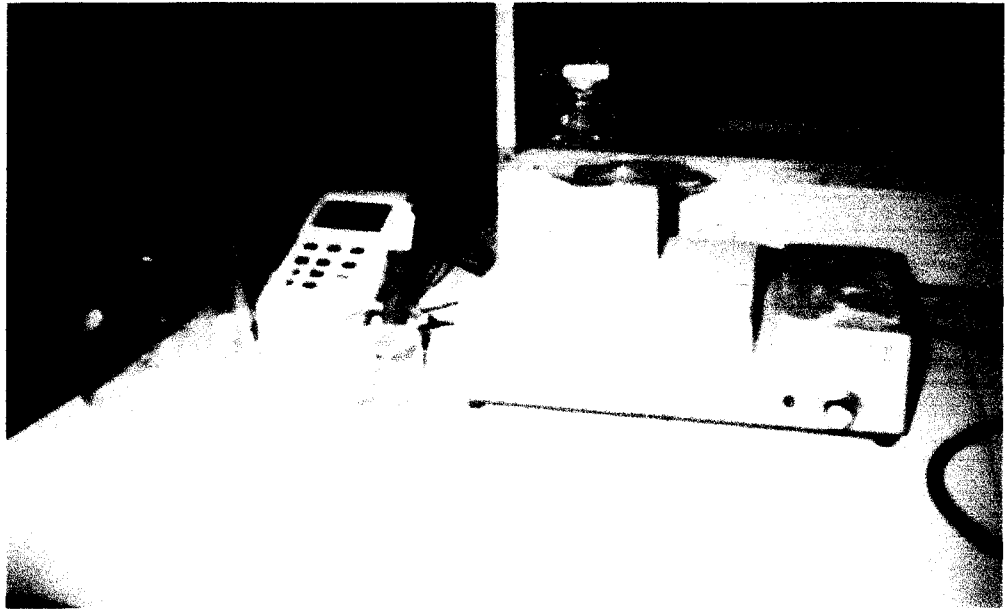
**Lampiran Foto-foto**



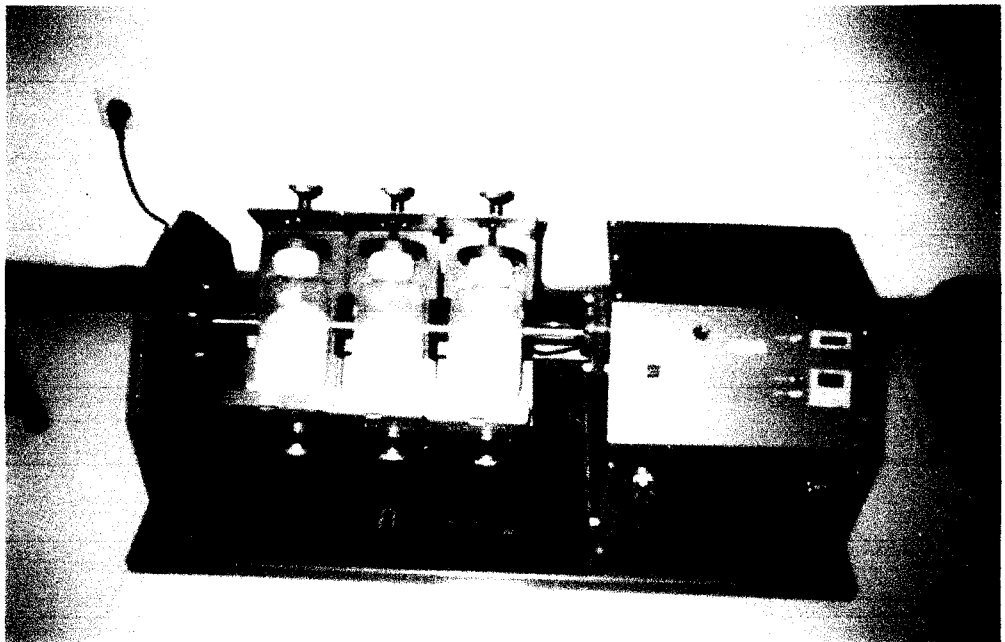
**Papan Gypsum setelah pencetakan**



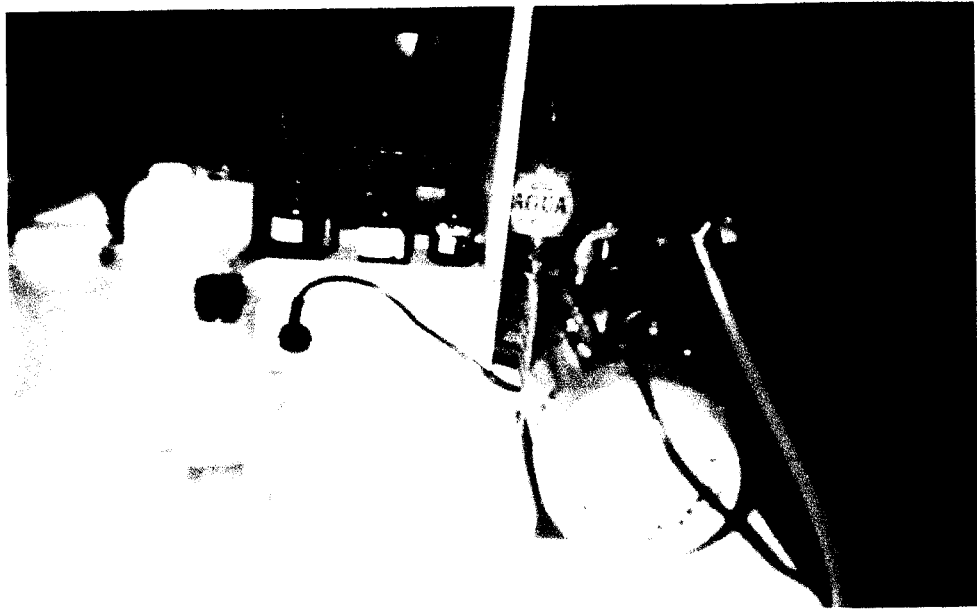
**Uji kuat lentur**



**Pengujian pH**



**Ekstraksi sampel 18 jam**



**Penyaringan**

### KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	Dian Susanti	0513002	Teknik Lingkungan
2			

**JUDUL TUGAS AKHIR :** Pemanfaatan Limbah Spent Catalyst dari RCCUP VI Pertamina Balongan Dengan Solidifikasi Sebagai Bahan Papan Gypsum (Gypsum Board)

**PERIODE : III**  
**TAHUN : 2004/2005**

No	kegiatan	Bulan Ke ;					
		Juni	Juli	Agust	Sept	Okt	Nov
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar proposal			■			
5	Konsultasi Penyusunan TA			■	■	■	■
6	Sidang - sidang					■	■
7	Pendadaran						■

DOSEN PEMBIMBIG I : Ir. H. Kasam, MT  
DOSEN PEMBIMBIG II : Eko Siswoyo, ST  
DOSEN PEMBIMBIG III ;

Yogyakarta, 19 Juli 2005  
Koordinator TA



(Andik Yulianto, ST)






Catatan

Seminar : .....

Sidang : .....

Pendadaran : .....

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

No	Tanggal	Catatan Konsultasi	Tanda Tangan	
			Pemb I	Pemb II
		Revisi sesuai pd masing-masing kelemahan		
	13/9'05	- Dalam pustaka atau lebih lanjut keberadaan gambar? yg sesuai - Diperbaiki yg saya tanda dan lampirkan		
	8/10'05	- Hipotesis - Metode / bagan alir - photo & produk perlu di lampirkan pd lampiran		
	12/10'05	- Hitungan produksi		
	12/10'05	revisi sesuai catatan saya		
	14/10'05	- Ace untuk sidang TA		

- Revisi integrasi 