

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 28 smi 2006

NO. JUDUL : 00950

NO. INV. : 020000950001

NO. INDIK :

TA/TL/2005/0048

TUGAS AKHIR

SOLIDIFIKASI LIMBAH KATALIS RCC-15 SEBAGAI BAHAN
PENCAMPURAN *PANEL BOARD* SERAT BAMBU

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

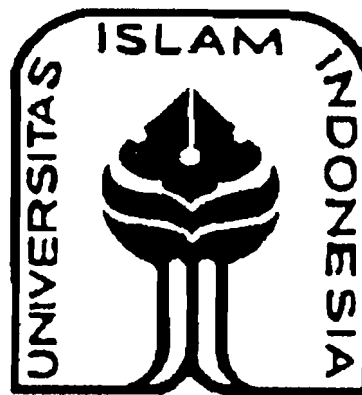
R.

628.4

Set

S

A



الإسلامية

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Ditusun oleh

iii, 57, 628.4, 28

Nama : Mohd. Jazuli Iman Setia

No Mahasiswa : 00513064

limbas

rcc-15

panel board
serat bambu

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



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Solidifikasi Limbah Katalis RCC-15 Sebagai Bahan Pencampuran

Panel Board Serat Bambu



IR. H. KASAM, MT

Dosen Pembimbing I

إبراهيم كاسم

Tanggal : 14-11-05

EKO SISWOYO, ST

Dosen Pembimbing II

Eko Siswoyo

Tanggal : 14-11-2005

PERSEMBAHAN

Dengan sepenuh hati, cinta dan sayang
Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada :
Ibu, bapak tersayang dan kakakku tercinta
Atas dorongan, semangat, pengertian serta do'anya
Untuk kebaikan dan keberhasilanku.....

*“Setiap Manusia Mempunyai Arah Tujuan,
Maka Berlombalah Dalam Menebar Kebaikan,
Dimanapu Kamu Berada Allah Akan Mengumpulkan Kamu sekalian,
Sungguh Allah MahaKuasa Atas Segala Hal”.*
(Q.A Al-Baqarah : 148)

*“Sungguh Bersama Kesukaran Pasti Ada Kemudahan,
Dan Bersama Kesukaran Pasti Ada Kemudahan,
Bila Selesai Suatu Tugas,
Mulailah Tugas Yang Lain Dengan Sungguh-Sungguh,
Hanya Kepada Tuhanmu Hendaknya Kamu Berharap”.*
(Q.S Asy-Syarah : 5-8)

*Kedua Tangan Bertengadah Kehadirat Allah SWT,
Penguasa Segenap Manusia
Mengucap Syukur Teramat Dalam, Atas Selesaiannya Karya ini*

ABSTRAK

Katalis merupakan bahan yang digunakan untuk mempercepat reaksi dalam proses perengkahan, yang mana hasil akhir dari proses ini berupa limbah padat yang merupakan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat immobilisasi logam berat dan kuat lentur dari *panel board*.

Metode penelitian yang digunakan adalah solidifikasi limbah katalis sebagai *panel board* dengan penambahan variasi limbah katalis 10%, 20%, 30% dan 40% dari berat *panel board* yang kemudian dicetak dengan ukuran 30cm×13cm×1cm. Jumlah setiap variasi sebanyak 20 *panel* yang kemudian dilakukan uji kuat lentur dan uji logam berat dengan metode TCLP.

Dari hasil penelitian didapat pada penambahan konsentrasi 10% limbah katalis menghasilkan kuat lentur diatas standar kuat lentur papan semen dengan ketebalan 15 mm (DIN-1101) sebesar 53,63 Kg/cm². Sedangkan nilai lindi logam berat Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni yang masih dibawah baku mutu yang ditetapkan berdasarkan PP. 18 tahun 1999 sebesar 0,305 mg/l; 0,077 mg/l; 0,042 mg/l; 0,569 mg/l dan 0,116 mg/l. Sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah katalis layak dimanfaatkan, baik dari aspek teknis (kuat lentur) maupun aspek kesehatan dan lingkungan.

Kata kunci : Limbah Katalis, Kuat Lentur, TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*), Solidifikasi.

ABSTRACT

Catalyst is a material used for accelerating reaction in cracking process in which final output of the process that solid waste included in hazardous waste. This research aimed to identify level of immobilization of heavy metal and to identify bending strength of the panel board.

The research methods used is solidification of catalyst waste as panel board with variation of additive catalyst waste 10%, 20%, 30% and 40% weight of panel board that then cast Amount of each variation is 20 panels with dimension of 30cm×13cm×1cm. That then are subjected to bending strength and heavy metal test with TCLP method.

Result of research indicated that 10% concentration addition of catalyst waste resulted in bending strength of 53.63 Kg/cm² that is above bending standard of cement board with thickness of 15mm (DIN-1101). Meanwhile alkali score of heavy metal Cr, Cu, Zn, Pb and Ni are 0,305 mg/l; 0,077 mg/l; 0,042 mg/l; 0,569 mg/l dan 0,116 mg/l respectively that are below standard established according to Government Regulation No. 85/1999. Therefore, it can be concluded that catalyst waste is suitable to user either from technical aspect (bending strength) or health and environment aspect.

Keywords : *Catalyst waste, Bending Strength, TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure), Solidification.*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA, sehingga penulisan tugas akhir dengan judul “Solidifikasi Limbah Katalis sebagai *Panel Board* dengan Penambahan Serat Bambu” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk dapat menyelesaikan Program Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Disadari bahwa selama pelaksanaan Tugas akhir di lapangan dan di laboratorium sampai selesainya laporan ini banyak pengarahan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik lingkungan, Universitas Islam Indonesia; juga selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah memberikan kesempatan, bimbingan dan pengarahan kepada kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

3. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah memberikan masukan dan koreksi demi terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi, selaku Dosen Pembimbing Akademik, terima kasih atas bimbingan dan sarannya.
5. Bapak Andik Yulianto, ST, Bapak Hudori, ST selaku dosen penguji dan seluruh Dosen yang mengajar di Jurusan Teknik Lingkungan, Terima kasih atas ilmunya selama ini
6. Bapak Syamsudin, bapak Tasyono, terima kasih atas kerjasamanya selama saya di laboratorium, dan mas Agus, terima kasih atas pelayanan serta informasinya.
7. Bapak Yulianto P. Prihatmaji, ST, MSA, selaku Kepala Laboratorium Teknologi Bangunan beserta staf; bapak Darusalam, selaku staf Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik; bapak Wangdi, selaku staf Laboratorium Rekayasa Pangan dan Gizi PAU-UGM, terima kasih atas ijin dan semua pelayanan dalam penggunaan laboratorium.
8. Ayah (alm) dan buya (alm) mursyidku; for my mom and my dad, tidak dapat kutulis segala pengorbananmu dengan kata-kata (terima kasih atas segalanya); kakakku (Risna dan mas Gufron), thanks atas dorongan dan bantuannya.
9. My beautiful flower Mellati and my sweetheart Hilda Widyastuti.
10. Teman-teman tim Solid (Kuntet, Mita, Aan, Epol, si tomboy HWG), terima kasih atas kerjasama dan pikirannya. Thanks Guy's!!!

11. Teman-teman seperjuangan; kak Emond (Thanks atas bantuannya..), Tinok (aku minta maaf bangeeet...); kak Ady, Q-del, Yoga, Dudung (kapan menyusul??); Item, Chika, Tembem, kak Minche, Ndut, Peggy (jangan dugem terus..he.he.), pangeran panther, Kriting, Ervan dan semua temen-temen yang tidak dapat kusebutkan satu-satu (I'm so sorry).

Akhirnya Penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa Teknik Lingkungan pada khususnya.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, Oktober 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Masalah.....	3
1.4. Batasan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Masalah.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Limbah Katalis.....	5
2.2. Pengolahan Limbah Padat.....	7
2.3. Solidifikasi - Stabilisasi.....	9
2.4. <i>Panel Board</i>	10
2.5. Semen (<i>Portland Cement</i>).....	12
2.6. Air.....	13
2.7. Serat Bambu.....	15
2.7.1. Anatomi dan Struktur Bambu.....	15
2.7.2. Sifat Fisik Bambu.....	17
2.7.3. Sifat Mekanik bambu.....	18
2.7.4. Pengawetan Bambu.....	19
2.8. Logam Berat.....	21
2.8.1. Kromium (Cr).....	21
2.8.2. Seng (Zn).....	21
2.8.3. Tembaga (Cu).....	22
2.8.4. Timbal (Pb).....	22
2.8.5. Nikel (Ni).....	23
2.9. Kuat Lentur.....	24
2.10. Daya Serap Air.....	26
2.11. TCLP (<i>Toxicity Characteristic Leaching Procedure</i>).....	26
2.12. Hipotesa.....	27

BAB III. Metodologi Penelitian.....	28
3.1. Prosedur Penelitian.....	28
3.2. Lokasi Penelitian.....	29
3.3. Variabel Penelitian.....	29
3.4. Bahan dan Alat Penelitian.....	29
3.5. Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	30
3.5.1. Persiapan Bahan.....	32
3.5.2. Analisa Karakteristik Limbah Katalis.....	32
3.5.3. Rancangan Campuran.....	32
3.5.4. Pembuatan <i>Panel Board</i>	33
3.5.5. Pengujian <i>Panel Board</i>	34
 BAB IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	 36
4.1. Hasil Penelitian.....	36
4.1.1. Karakteristik Limbah Katalis.....	36
4.1.2. Uji Serap Air.....	37
4.1.3. Uji Kuat Lentur.....	39
4.1.4. Uji Lindi.....	42
4.1.5. Efisiensi Immobilisasi Logam Berat (Cr, Zn, Pb, Cu dan Ni) Dalam <i>Panel Board</i>	43
4.2. Pembahasan.....	44
4.2.1. Karakteristik Limbah Katalis.....	44
4.2.2. Uji Daya Serap Air.....	45
4.2.3. Uji Kuat Lentur.....	46
4.2.4. Uji <i>Leachate</i> /Lindi.....	47
4.2.5. Perbandingan Optimum Ditinjau Dari Uji Serap Air, Uji Kuat Lentur dan Uji <i>Leachate</i> /Lindi.....	51
4.2.6. Nilai Produksi <i>Panel Board</i>	53
 BAB V. Kesimpulan dan Saran.....	 54
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA.....	56
---------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Parameter yang Terkandung dalam Limbah Katalis.....	5
Tabel 2.2. Unsur-unsur Penyusun Semen.....	13
Tabel 2.3. Persentase Kandungan Pati 4 Jenis Bambu dalam 1 tahun.....	19
Tabel 3.1. Variasi Pembuatan <i>Panel Board</i>	33
Tabel 4.1. Karakteristik Fisik Limbah Katalis.....	36
Tabel 4.2. Karakteristik Kimia Limbah Katalis.....	37
Tabel 4.3. Penentuan Daya Serap Air Rata-rata pada Pengujian <i>Panel Board</i>	38
Tabel 4.4. Penentuan Kuat Lentur Rata-rata Pada Pengujian <i>Panel Board</i>	40
Tabel 4.5. Hasil Analisa TCLP logam Berat.....	42
Tabel 4.6. Efisiensi Immobilisasi Logam berat (Cr, Zn, Pb, Cu, Ni).....	44
Tabel 4.7. Perbandingan Optimum Ditinjau dari Uji Daya Serap Air, Kuat Lentur dan Uji <i>Leachate/Lindi</i>	51
Tabel 4.8. Nilai Produksi <i>Panel Board</i>	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Bagian-bagian dari Batang bambu.....	15
Gambar 2.2. Ikatan Pembuluh-pembuluh dengan 2 Pembuluh besar <i>Vessel</i> (V) dan <i>Phloem</i> (Ph) yang diikat oleh serat-serat (F) ...	16
Gambar 2.3. Persentase Perbandingan Macam-macam sel dalam arah Vertikal Batang.....	17
Gambar 2.4. Pengujian Lentur.....	24
Gambar 2.5. Sket Pengujian Kuat Lentur.....	25
Gambar 3.1. Prosedur Penelitian.....	28
Gambar 3.2. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	31
Gambar 4.1. Grafik Daya Serap Air Rata-rata.....	39
Gambar 4.2. Grafik Kuat Lentur Rata-rata.....	42
Gambar 4.3. Grafik Pelindian Logam Berat Rata-rata.....	43
Gambar 4.4. Grafik Efisiensi Immobilisasi Logam Berat.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

- | | |
|----------|---|
| Lampiran | 1. Kartu Peserta Tugas Akhir |
| Lampiran | 2. Arsip Surat |
| Lampiran | 3. Hasil Pengujian Karakteristik Fisik Limbah Katalis
(Berat Jenis, Berat Volume, Modulus Halus) |
| Lampiran | 4. Hasil Pengujian karakteristik Kimia Limbah Katalis
(Kandungan Logam Berat Awal dan Senyawa Semen) |
| Lampiran | 5. Hasil Uji Daya Serap Air |
| Lampiran | 6. Hasil Uji Kuat Lentur |
| Lampiran | 7. Hasil Uji <i>Leachate</i> /Lindi |
| Lampiran | 8. Perhitungan Daya Serap Air |
| Lampiran | 9. Perhitungan Kuat Lentur |
| Lampiran | 10. Perhitungan Efisiensi Immobilisasi Logam Berat
(Cr, Cu, Pb, Zn dan Ni) |
| Lampiran | 11. Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian |
| Lampiran | 12. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan manusia dalam melakukan eksplorasi sumber daya alam serta mengembangkan industri guna memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan manusia, tidak terlepas memiliki dampak atau peranan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Salah satunya adalah permasalahan limbah, apalagi kalau limbah tersebut tergolong dalam kategori B3 (bahan berbahaya dan beracun).

Salah satu industri di Indonesia yang menghasilkan limbah katalis adalah PT. PERTAMINA UP VI Balongan yang merupakan hasil samping dari *residue catalytic cracking 15 (RCC-15)*. Limbah katalis tergolong limbah B3 yang dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sehingga perlu dilakukan suatu pengolahan agar dapat meminimalisasikan dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah tersebut.

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat, Hal ini dapat dilihat dengan *trend* peningkatan limbah B3 pada tahun 1990 sebesar 4.322.862 ton sedangkan pada tahun 1998 jumlah limbah B3 di Indonesia meningkat menjadi 8.772.696 ton. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat seiring dengan perkembangan industrialisasi di Indonesia. Dengan melihat kuantitas/jumlah B3 yang tiap tahunnya mengalami peningkatan yang cukup signifikan maka hal ini dapat diminimalisasi antara lain

dengan teknologi solidifikasi yang bertujuan mengubah limbah yang berbahaya dan beracun menjadi sesuatu yang tidak memiliki tingkat bahaya dan beracun.

Salah satu teknologi untuk menangani permasalahan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah proses solidifikasi. Yang mana pada penelitian ini berjudul **"Solidifikasi Limbah Katalis RCC-15 Sebagai Bahan Pencampuran *Panel Board* Serat Bambu"** hal ini dikarenakan berbagai faktor antara lain : Sejalan dengan bertambahnya kebutuhan bahan bangunan, maka kebutuhan terhadap *panel board* (papan penyekat) akan bertambah juga. Oleh karenanya perlu dicari bahan-bahan yang murah yang kira-kira dapat memenuhi persyaratan, misalnya dengan membuat *panel board* dari semen, limbah katalis, dan serat bambu.

Di Indonesia, konsep pemakaian serat bambu pada adukan beton untuk struktur bangunan belum banyak dikenal dan digunakan, salah satu penyebabnya karena belum tersedia serat yang murah dalam jumlah yang besar. Di daerah pedesaan bambu banyak dipergunakan sebagai bahan bangunan. Beberapa alasan penggunaan bambu menjadi populer antara lain bambu mudah didapat, mempunyai batang yang luas, harga relatif murah, mempunyai kekuatan yang cukup tinggi dan keawetannya mudah ditingkatkan dengan cara pengawetan yang sederhana.

1.2 Rumusan Masalah

Agar dapat melaksanakan kegiatan penelitian yang jelas dan terarah, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah dengan solidifikasi terhadap limbah katalis mampu meminimalisasikan logam-logam berat yang terlepas pada lingkungan.
2. Apakah *panel board* yang dihasilkan memiliki nilai produksi yang lebih baik dari nilai produksi papan gips (*Gypsum Wall Board*) di pasaran.
3. Seberapa besar pengaruh limbah katalis dengan penambahan serat bambu dalam pembuatan *panel board* terhadap kuat lentur, daya serap air serta uji lindi/*leachate*.

1.3 Tujuan Penelitian

Pada kegiatan penelitian ini tujuan yang diharapkan adalah :

1. Mengetahui manfaat proses solidifikasi dengan pembuatan *panel board* untuk menurunkan tingkat pencemaran logam berat.
2. Mengetahui nilai produksi dari *panel board*.
3. Mengetahui pengaruh penambahan *sludge spent catalyst* yang optimal pada *panel board* dengan memperhatikan uji kuat lentur, uji serap air serta uji lindi/*leachate*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi kajian dan batasannya dalam melakukan penelitian ini dikhususkan membahas mengenai :

1. Limbah padat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah katalis RCC 15 PERTAMINA UP VI Balongan.

2. Pada penelitian ini menggunakan parameter kuat lentur, daya serap air serta Uji lindi/*leachate* untuk pengujian produk yang dihasilkan berupa *panel board*
3. Pada penelitian ini parameter logam berat yang digunakan yaitu unsur Tembaga (Cu), Seng (Zn), Kromium (Cr), Timbal (Pb), Nikel (Ni).
4. Benda uji berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 13 cm serta memiliki ketebalan 1 cm.
5. Waktu pengujian benda uji yaitu 28 hari, baik untuk kuat lentur maupun daya serap air.
6. Proporsi serat bambu diambil 5 %, dengan variasi penambahan limbah (*sludge*) katalis 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %
7. Serat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari bambu apus (*Gigantochloa Apus Kurz*), dengan panjang serat diambil 50mm dan diameter serat \pm 1mm.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan data atau informasi tentang pengelolaan limbah dengan teknologi solidifikasi sebagai produk *panel board* sehingga dapat mengurangi kuantitas limbah B3.
2. Menciptakan produk yang memiliki nilai ekonomis dan ramah lingkungan.
3. Memberikan informasi penambahan limbah katalis yang optimal baik dari segi uji kuat tekan, daya serap air dan uji lindi/*leachate*.
4. Memberikan alternatif penyelesaian permasalahan limbah katalis dengan cara pembuatan *panel board*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Katalis

Limbah katalis yang digunakan untuk bahan tambah adukan pada penelitian ini merupakan hasil proses dari RCC (*Residue Catalytic Cracking*). Limbah katalis yang digunakan pada RCC ini adalah jenis *zeolit kristalin* dengan struktur regular, yang mengandung unsur-unsur oksida, kalsium, magnesium, dan *rare earth family* (*lanthanum, cerium*). Parameter-parameter yang terdapat di dalam limbah katalis antara lain adalah seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Parameter yang terkandung dalam limbah katalis

Parameter	Satuan	Limit deteksi	1996	1997		2000		
			Spent Catalyst	Fresh Catalyst	Spent Catalyst	Fresh Catalyst	Spent Catalyst (duplicate)	Spent Catalyst
Cr	mg/kg	0,05	68±4,01	68,42	68,42	17,1	17,1	165,5
Cu	mg/kg	0,02	167,5±11,12	100	200	4	4	21
Pb	mg/kg	0,1	ttt	800	900	53	53	67,5
Zn	mg/kg	0,005	28±2,21	200	500	76	76	105
Ni	mg/kg	0,04	8638±46,33	400	11.000	48	48	14.760

Sumber: PERTAMINA --Lembaga Penelitian UNPAD

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*). Sedangkan sifat-sifat pada limbah katalis jenis *zeolit kristalin* adalah memiliki kapasitas adsorpsi tinggi dan tidak bersifat korosif.

Oleh karena *sludge* (lumpur katalis) yang tersimpan cukup banyak, maka dapat digunakan sebagai campuran untuk memproduksi bahan bangunan maupun produk-produk keramik. Pemanfaatan limbah katalis seperti yang dilakukan di unit RCC UP VI Balongan, oleh pengelola dikomersialkan dengan cara dibuat menjadi berbagai produk bahan bangunan seperti batako, *paving block*, genteng, *panel board*, keramik, *concrete* dan sebagainya.

2.2 Pengolahan Limbah Padat

Proses pengolahan limbah padat industri dikelompokkan berdasarkan fungsinya yaitu pengkonsentrasian, pengurangan kadar air, stabilisasi dan pembakaran dengan *incinerator*. Pengolahan tersebut pada industri penghasil limbah dapat dilakukan sendiri-sendiri atau secara berurutan tergantung dari jenis dan jumlah limbah padat yang dihasilkan.

1. Pengkonsentrasian

Dilakukan untuk meningkatkan konsentrasi *sludge* sehingga dapat mengurangi volume *sludge* tersebut. Pengkonsentrasian *sludge* biasanya dilakukan secara grafitasi dengan *clarifier* dan dengan *thickener*. Dengan *thickener* dapat meningkatkan konsentrasi padatan 2-5 kali. Dengan turunnya volume *sludge* maka akan memberikan keuntungan ekonomis dan akan memudahkan proses pengolahan selanjutnya.

2. Pengurangan kadar air

Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air sehingga *sludge* dapat lebih kering lagi sehingga memudahkan dalam transportasi. Filtrasi vakum, filter press dan sentrifugasi banyak digunakan dalam proses ini.

3. Stabilisasi

~~Pada prinsipnya adalah mengurangi mobilitas bahan pencemar dalam limbah.~~

Proses stabilisasi secara umum dilakukan dengan mengubah sludge menjadi bentuk yang kompak, tidak berbau dan tidak mengandung mikroorganisme yang mengganggu kesehatan serta bahan-bahan pencemar yang berada di dalamnya tidak mudah mengalami perliindian (*leached*). Proses stabilitasi ini dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain dengan mencampur dengan tanah liat yang dilanjutkan dengan pembakaran seperti pernah dilakukan di Afrika Selatan, dicampur dengan semen dan bahan lainnya sehingga bahan pencemar di dalamnya menjadi lebih stabil. (JA. Slim and Wakefield, 1991).

4. Pembakaran

adalah pembakaran sludge dengan suhu tinggi ($> 900^{\circ}\text{C}$). Dalam proses pembakaran limbah padat ini harus digunakan peralatan yang khusus seperti insenerator karena dengan pembakaran pada suhu tersebut dapat sempurna dan tidak dihasilkan hasil samping yang akan membahayakan lingkungan.

Pada kesempatan ini dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah padat katalis untuk bahan bangunan (*panel board*). Namun yang menjadi permasalahan adalah karena bahan baku berasal dari limbah padat katalis yang menurut PP. 85/1999 diklasifikasikan sebagai limbah B3 maka perlu dicari teknologi pembuatan *panel board* yang memenuhi standar SII dan DIN tetepi aman bagi kesehatan dan lingkungan.

2.3 Solidifikasi – Stabilisasi

Istilah solidifikasi dikenal pada pengolahan padat, yaitu suatu metode untuk mengubah limbah yang berbentuk padatan halus menjadi padat dengan menambahkan bahan pengikat (*binder*). Tujuannya adalah untuk mengubah limbah yang bersifat berbahaya menjadi tidak berbahaya karena permeabilitasnya berkurang dan kekuatan fisiknya meningkat, sehingga mudah diangkut dan disimpan/ditimbun (Connor, R.J, 1990).

Metode ini dilatarbelakangi dari suatu kenyataan bahwa bahan yang berbahaya dan beracun tingkat bahayanya paling tinggi bila berbentuk gas dan paling rendah bila berbentuk padat (Manahan, 1994).

Teknik solidifikasi yang sekarang banyak digunakan diantaranya fiksasi dan kapsulisasi (pengkapsulan). Pada teknik fiksasi, partikel-partikel limbah diikat secara fisik dan kimia oleh bahan pengikat (*binder*) yang mengeras. Sedangkan teknik kapsulisasi, limbah diselimuti oleh bahan pengikat yang mengeras dibagian luar. Bahan pengikat yang sering digunakan adalah semen/bahan pengikat hidrolik lainnya, kapur, senyawa silikat (tanah liat, pozolan, dll), dan sebagainya.

Proses solidifikasi pada prinsipnya adalah proses kombinasi antara limbah (B3 atau tidak) dengan bahan-bahan aditif yang mempunyai sifat saling mengikat/melekat dan secara fisik dapat mengeraskan limbah tersebut. Dengan demikian limbah tersebut lebih tahan terhadap proses pencucian (*leaching*) ataupun bila terjadi proses *leaching* senyawa B3 lebih lambat dan rendah konsentrasinya, sehingga tidak membahayakan lingkungan dibandingkan dengan tanpa pengelolaan.

Solidifikasi, stabilisasi atau fiksasi adalah teknologi pengolahan yang dapat diterapkan terhadap limbah padat dan cair. Sistem pengolahan limbah dengan stabilisasi dirancang untuk membatasi atau mengurangi lepasnya kontaminan yang berbahaya dilimbah. Hal ini dicapai dengan cara mengurangi kelarutan unsur-unsur berbahaya, memperkecil area paparan yang dapat menyebabkan terjadi migrasinya unsur-unsur tertentu atau dengan cara menghilangkan daya racun unsur tersebut. Cara pengolahan ini sekaligus memperbaiki sifat-sifat mudah diangkut untuk transportasi lebih lanjut jika diinginkan.

Untuk mengurangi volume akhir limbah, biasanya limbah dilakukan penghilangan air lebih dahulu sebelum dilakukan proses solidifikasi. Dalam proses solidifikasi limbah menjadi bentuk *block* atau padatan yang kompak digunakan suatu bahan pengikat atau *polymer*. Sebagai bahan pengikat yang banyak digunakan adalah semen *portland*, *thermoplastic*, organik *polymer* dan *pozzolanic*.

2.4 Panel Board

Panel board adalah papan yang berbentuk lembaran/lempeng dengan ukuran tertentu yang terbuat dari campuran serat tumbuhan (pada penelitian ini digunakan serat bambu), semen *portland* sebagai pengikat hidrolis dan air. Campuran dari semen dan air saja disebut pasta (PUBI, 1982). Bobot isi lempengan lebih dari 1,2 gram/cm³ dan dipergunakan pada bangunan (SII. 0016-72). Serat yang disebar secara acak mempunyai tahanan lentur dan kuat tarik yang

lebih besar dibanding dengan serat yang disebar secara teratur dengan peningkatan sebesar 20 %.

Beberapa peneliti telah membuktikan bahwa dengan penambahan serat alami (serat bambu, serbuk gergaji, alang-alang) kedalam adukan dapat memperbaiki sifat-sifat bahan sebagai berikut :

- a. Lebih daktil , artinya lebih ulet dan tahan getas
- b. Meningkatkan kuat tarik
- c. Meningkatkan kuat lentur
- d. Menambah ketahanan terhadap kejut

Panel board merupakan pasta ringan dengan campuran serat bambu sebagai bahan yang pasif atau bahan pengisi. Hal-hal yang harus dipenuhi oleh *panel board* adalah :

- a. Lembaran serat semen harus mempunyai tepi potongan yang lurus, rata dan tidak berkerut, sama tebalnya pada seluruh panjang lembaran. Bila diketuk ringan dengan benda yang keras, berbunyi nyaring yang menandakan bahwa lembaran tidak pecah atau retak.
- b. Permukaan lembaran harus tidak menunjukkan retak-retak, kerutan-kerutan atau cacat-cacat lain yang merugikan sifat pemakaiannya. Permukaan lembaran yang sengaja dibuat tidak rata diperbolehkan.
- c. Penampang potongan lembaran serat semen harus menunjukkan campuran yang merata, tidak berlubang-lubang atau belah-belah.
- d. Lembaran harus mudah dipotong, digergaji, dibor dan dipaku tanpa mengakibatkan retak-retak atau cacat lainnya yang merugikan.

e. Penyerapan air maksimum sebesar 35 % (berdasarkan Standar Industri Indonesia). Kekuatan lentur minimum rata-rata 17 Kg/cm² dengan ketebalan 15 mm (Kasmudjo, 1986).

2.5 Semen (*Portland Cement*)

Semen adalah bahan hidrolis berbentuk serbuk halus yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *klinker* yang mengandung kapur, silica dan alumina. Semen *portland* dibuat dengan cara mencampur dan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550⁰C dan menjadi *klinker* (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan beton karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan bahan agregat halus dan kasar menjadi satu massa yang kompak dalam arti menjadi satu dan padat. Semen akan berfungsi sebagai pengikat apabila diberi air, sehingga semen tergolong bahan pengikat hidrolis.

Reaksi kimia antara semen *portland* dengan air menghasilkan senyawa-senyawa yang disertai pelepasan panas. Kondisi ini mengandung resiko besar terhadap penyusutan kering beton dan kecenderungan retak pada beton. Reaksi semen dengan air dibedakan menjadi 2 yaitu periode pengikatan dan periode pengerasan. Pengikatan merupakan peralihan dari keadaan plastis ke keadaan keras, sedangkan pengerasan adalah penambahan kekuatan setelah pengikatan selesai. Dikehendaki pengikatan semen berlangsung lambat, jika tidak adukan sulit dikerjakan karena spesifikasi semen *portland* mensyaratkan tidak boleh terjadi kurang satu jam (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

Ketika semen dicampur dengan air timbul reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Unsur penyusun semen tersebut seperti pada Tabel 2.3 berikut ini.

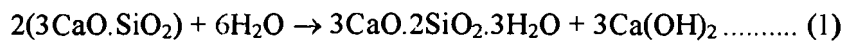
Tabel 2.2 Unsur-Unsur Penyusun Semen

Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia	(%)
Trikalsium Silikat	C ₃ S	3CaO.SiO ₂	50
Dikalsium Silikat	C ₂ S	2CaO.SiO ₂	25
Trikalsium Aluminat	C ₃ A	3CaO.Al ₂ O ₃	12
Tetrakalsium Aluminoferrite	C ₄ AF	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	8

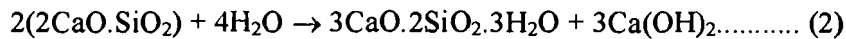
Sumber : Teknologi Beton, Kardiyono Tjokrodinuljo, 1995

Reaksi-reaksi yang terjadi dalam beton adalah sebagai berikut :

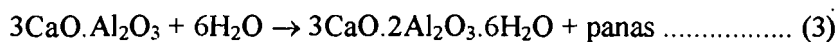
- i. Reaksi Trikalsium silikat dengan air :



- ii. Reaksi Dikalsium silikat dengan air :



- iii. Reaksi semen *portland* dalam beton dengan membentuk ikatan awal adalah



Unsur-unsur 3CaO.SiO₂ dan 2CaO.SiO₂ adalah bagian yang terpenting

dalam semen hidrasi karena kedua unsur ini dengan adanya air merupakan pengikat pada proses hidrasi dan membentuk kalsium silikat hidrat atau C-S-H.

2.6 Air

Air merupakan bahan dasar penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan untuk bahan pelumas antara agregat, agar dapat

dengan mudah beton dikerjakan dan dipadatkan (Kardiyono Tjokrodimuljo, 1995).

Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus bebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti lumpur, tanah liat, bahan organik dan asam organik, alkali dan garam-garam terlarut, tetapi bila air jernih tidak terasa asin atau payau, maka air dapat digunakan dengan aman (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995).

2.7 Serat Bambu

Penelitian ini menggunakan serat dari bambu. Pemilihan bambu karena mampu menahan tarik yang cukup besar. Alternatif penggunaan bambu sebagai serat dari bahan alami ini lebih menguntungkan dibandingkan dengan serat dari tumbuhan lain.

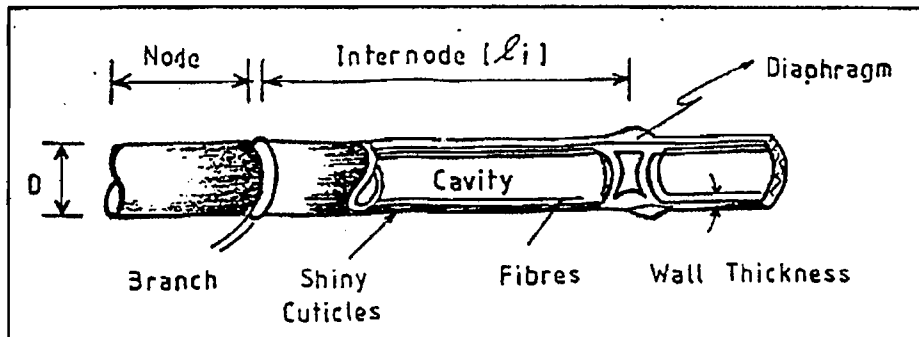
2.7.1 Anatomi dan Struktur Bambu

Secara anatomi elemen-elemen penyusun bambu hampir sama dengan elemen-elemen penyusun kayu, oleh karena itu faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap sifat-sifat kayu juga berpengaruh sama terhadap sifat-sifat bambu (Liese, 1980).

~~Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu adalah suhu, dekomposisi anaerob kayu, sifat anisotropis kayu, berat jenis, kandungan air dan lamanya muatan (Soenardi, 1976).~~

Batang bambu pada umumnya berupa batang silinder dengan diameter bervariasi dari 1 hingga 25 cm dan ketinggian bervariasi dari hingga 40 m. Diameter bambu berkurang sejalan dengan panjangnya, dari pangkal hingga ujung. Bambu yang silindris ini secara keseluruhan dipisahkan pada nodia-

nodia. Permukaan luar batang tertutup kulit yang keras untuk mencegah sebagian kehilangan air dari batang bambu (Ghavami. K, 1988).

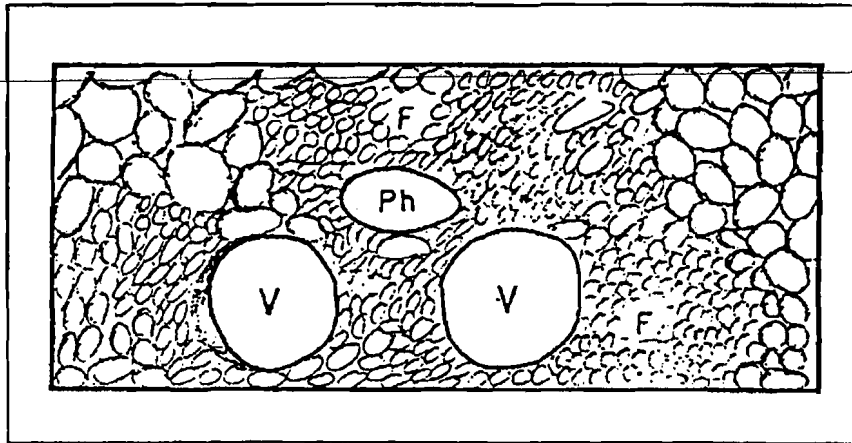


Gambar 2.1 Bagian-Bagian dari Batang Bambu

Menurut Liese (1980), bambu merupakan salah satu anggota dari familia *Gramieae* yang mempunyai ciri-ciri antara lain :

- a. Pertumbuhan primer yang sangat cepat
- b. Batangnya beruas-ruas, sehingga ada bagian yang disebut nodia dan internodia
- c. Semua sel terdapat dalam nodia mengarah pada sumbu transversal, sedang pada internodia mengarah pada sumbu axial.

Di dalam batang bambu terdapat ikatan pembuluh-pembuluh (*Vascular bundles*) yang terdiri dari dua buah bentuk (*Metaxylem*) yang berupa *Vessel* (V) dan *Phloem* (Ph) yang disatukan dengan fiber-fiber (F), fiber-fiber ini diisi dengan *Parenchyma* sebagai sel pengisi.

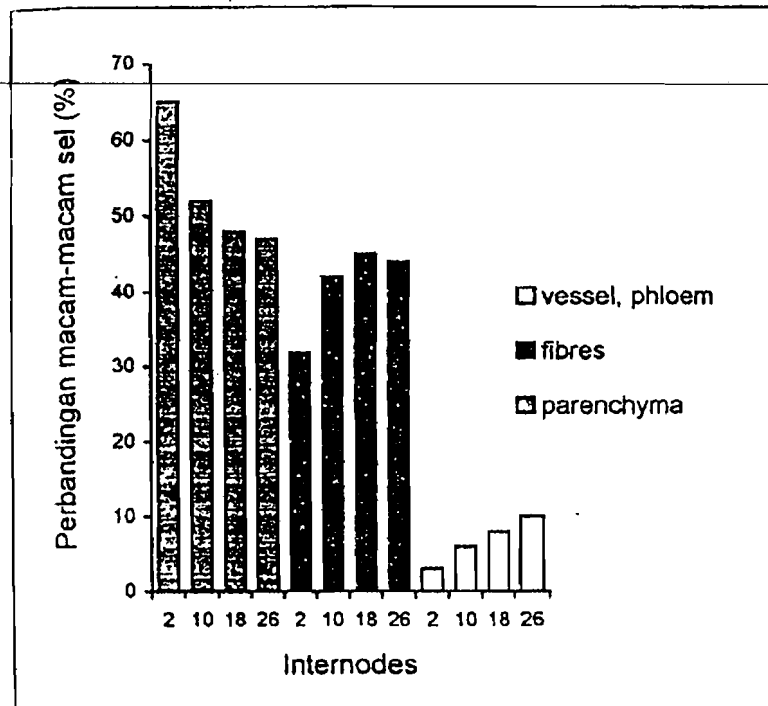


Sumber : Liese, 1980

Gambar 2.2 Ikatan Pembuluh-Pembuluh dengan 2 Pembuluh Besar

Vessel (V) dan Phloem (Ph) yang diikat oleh Serat-Serat (F)

Adapun prosentase perbandingan 3 bagian diatas, tergantung pada lokasi ruas masing-masing penampang batang bambu. Untuk ruas bagian bawah dibanding ruas bagian atas, prosentase *Parenchyma* makin berkurang, sedang prosentase fiber dan *Vessel / phloem* makin bertambah.



Sumber : Liese, 1980

Gambar 2.3 Prosentase Perbandingan Macam-Macam Sel Dalam Arah Vertikal Batang

2.7.2 Sifat Fisik Bambu

Sifat-sifat fisik batang bambu dari beberapa jenis bambu antara lain :

warna panjang keseluruhan, jarak antara nodia, diameter dan ketebalan, kandungan air seperti halnya kayu, merupakan zat higroskopis. Artinya bambu mempunyai afinitas terhadap air, baik dalam bentuk uap maupun berupa cairan.

Menurut Liese (1980), kandungan air dalam batang bambu bervariasi baik arah memanjang maupun arah melintang batang. Hal ini tergantung pada

umur, waktu penebangan dan jenis bambu. Pada umur satu tahun batang bambu mempunyai kandungan air yang relatif tinggi yaitu kurang lebih 120 % hingga 130 %, baik pada pangkal maupun pada ukungnya. Pada bagian ruas kandungan air lebih rendah daripada bagian nodia. Kandungan air pada arah melintang yaitu bagian dalam lebih tinggi dibandingkan dengan bagian luar. Tebal bambu, tebal dinding sel dan penyebaran sel-sel penyusun bambu merupakan hal-hal yang menentukan jumlah air yang ada di dalam bambu dan sukar mudahnya air keluar dari bambu, sehingga terjadilah perbedaan kadar air kering udara.

2.7.3 Sifat Mekanik Bambu

Bambu apus sebagai serat untuk campuran *panel board*, mempunyai keunggulan dibandingkan dengan jenis bambu lainnya, yaitu :

- a. Penyusutan arah radial paling kecil dibandingkan dengan jenis bambu lainnya, yakni sekitar 6,816 %
 - b. Penyusutan arah tangensial sebesar 4,885 % tidak berbeda jauh dengan jenis bambu lainnya
 - c. Kuat tarik sejajar serat sebesar 26198,273 N/cm² mendekati kuat tarik pada jenis bambu lainnya
 - d. Kadar lignin paling rendah, sekitar 0,33 %
-

Tabel 2.3 Persentase Kadungan Pati 4 Jenis Bambu Dalam 1 Tahun

Bulan	Jenis Bambu dan Kandungan Patinya			
	Ampel (%)	Petung (%)	Ulung (%)	Apus (%)
Januari	0,50	0,48	0,33	0,26
Februari	1,55	1,24	0,31	0,31
Maret	3,96	2,09	0,36	0,28
April	1,99	0,32	0,38	0,42
Mei	4,08	0,90	0,53	0,37
Juni	3,70	0,56	0,42	0,30
Juli	1,90	0,40	0,30	0,39
Agustus	2,67	0,46	0,54	0,29
September	3,58	2,07	0,27	0,28
Oktober	4,73	0,49	0,32	0,26
November	6,22	0,46	0,32	0,50
Desember	2,82	0,48	0,37	0,31
Rata-rata	3,14	0,83	0,37	0,33

Sumber : Sulthoni, 1983

- e. Serat dari bambu apus tidak mudah patah dibandingkan dengan serat dari bahan jenis bambu lainnya.

Kecenderungan penyusutan arah radial dan tangensial pada bambu atau serat bambu untuk jangka panjang diperkirakan dapat mengurangi *pull out resistance*-nya dan bambu termasuk bahan alami, sehingga mempunyai sifat mendekati kayu yang pada penggunaan jangka panjang dapat rapuh.

2.7.4 Pengawetan Bambu

Menebang bambu pada saat yang tepat dapat mengurangi resiko serangan bubuk atau sedikit sekali terserang bubuk. Masyarakat pedesaan menggunakan pedoman waktu untuk menebang bambu agar terhindar dari serangan bubuk, yaitu pada waktu mangsa tua yang umumnya dipilih mangsa ke-10 atau ke-11. hal ini disebabkan kandungan pati (*lignin*) dalam pembuluh bambu yang menjadi makanan hama bubuk tidaklah sama sepanjang musim, mangsa ke-11

jatuh pada bulan Mei merupakan masa paling sedikit serangan hama bubuk (Sulthoni, 1983).

Perlakuan pengawetan telah banyak dicoba, salah satunya adalah untuk menurunkan susut atau muai yang besar, bambu dapat direndam dulu dalam air atau lumpur sebelum dipakai. Perendaman air kapur (*Calcium Hidroxide Solution*) tidak memberikan hasil yang lebih baik daripada dalam air biasa. Hasil yang lebih baik didapatkan jika bambu dikeringkan di udara sebelum direndam.

Pada penelitian ini bahan serat bambu yang digunakan berasal dari bambu apus (*Gigantochloa Apus Kurz*) dengan umur kurang lebih 3 tahun, ditandai dengan adanya akar kecil-kecil yang keluar dari nodia. Serat bambu diperoleh dengan menyayat tipis-tipis bambu tersebut pada bagian tengah, bagian kulit tidak diikuti pada penelitian ini karena bagian kulit volumenya tidak banyak hanya sekitar 0,2 % dari keseluruhan volume bambu dan mempunyai sifat lebih kaku dibandingkan dengan bagian tengah bambu.

Bagian pangkal dan bagian ujung kurang lebih tidak digunakan, karena serat bambu bagian pangkal mempunyai sifat lebih kaku, sedangkan bagian ujung sifat seratnya lebih lunak. Diharapkan dengan mengambil serat bambu hanya pada bagian tengah dapat diperoleh serat bambu dengan sifat-sifat yang homogen. Bambu apus digunakan dalam penelitian ini karena sifat liat dari seratnya, sehingga tidak mudah patah, maka dalam pengadukan bahan akan banyak serat yang patah bila ditebuk. Untuk jenis-jenis bambu yang lain mempunyai serat relatif lebih besar dan mudah patah bila ditebuk.

2.8 Logam Berat

Logam berat yang diteliti dalam penelitian kali ini antara lain :

2.8.1 Kromium (Cr)

Kromium (Cr) adalah metal kelabu yang keras. Kromium terdapat pada industri gelas, metal, fotografi, dan elektroplating. Dalam bidang industri, kromium diperlukan dalam dua bentuk, yaitu kromium murni, dan aliansi besi-kromium yang disebut ferokromium sedangkan logam kromium murni tidak pernah ditemukan di alam. Kromium sendiri sebetulnya tidak toksik, tetapi senyawanya sangat iritan dan korosif. Inhalasi kromium dapat menimbulkan kerusakan pada tulang hidung. Di dalam paru-paru, kromium ini dapat menimbulkan kanker. Sebagai logam berat, krom termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang dimiliki oleh krom ditentukan oleh valensi ionnya. Logam Cr^{6+} merupakan bentuk yang paling banyak dipelajari sifat racunnya dikarenakan Cr^{6+} merupakan *toxic* yang sangat kuat dan dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis (Soemirat,2002).

2.8.2 Seng (Zn)

Seng (Zn) adalah metal yang didapat antara lain pada industri alloy, keramik, pigmen, karet, dan lain-lain. Toksisitas Zn pada hakekatnya rendah. Tubuh memerlukan Zn untuk proses metabolisme, tetapi dalam kadar tinggi dapat bersifat racun. Di dalam air minum dapat menimbulkan rasa kesat, dan dapat menimbulkan gejala muntaber. Seng menyebabkan warna air menjadi *opalescent*, dan bila dimasak akan timbul endapan seperti pasir.

Unsur ini sebenarnya dibutuhkan dan berguna dalam metabolisme, dengan kebutuhan perhari 10 – 15 mg, karena jika kekurangan Zn dapat menyebabkan hambatan pada pertumbuhan anak. Akan tetapi jika unsur ini terdapat dalam jumlah yang besar dapat menimbulkan rasa pahit (Soemirat, Juli, 2002).

2.8.3. Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia *cupprum* dilambangkan dengan Cu. Logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Secara kimia, senyawa-senyawa dibentuk oleh logam Cu (tembaga) mempunyai bilangan valensi +1 dan +2 yang tidak dapat larut dalam air dingin atau air panas, tetapi mereka dapat dilarutkan dalam larutan asam. Secara fisik, logam Cu (tembaga) digolongkan ke dalam kelompok logam-logam penghantar listrik yang baik. Cu merupakan penghantar listrik terbaik setelah perak (Argentum-Ag), karena itu logam Cu banyak digunakan dalam bidang elektronika atau pelistrikan. Logam berat Cu digolongkan ke dalam logam berat dipentingkan atau logam berat esensial, artinya meskipun Cu merupakan logam berat beracun, unsur logam ini sangat dibutuhkan meski dalam jumlah yang sedikit. Pada manusia, efek keracunan yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap Cu tersebut adalah terjadinya kerusakan atropik pada selaput lendir yang berhubungan dengan hidung. Kerusakan itu, merupakan akibat dari gabungan sifat iritatif yang dimiliki oleh debu atau uap Cu tersebut (Palar. H, 2004).

2.8.4. Timbal (Pb)

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*. Dahulu digunakan sebagai

konstituen di dalam cat, baterai, dan saat ini banyak digunakan dalam bensin.

Pb organik (TEL = *Tetra Ethyl Lead*) sengaja ditambahkan ke dalam bensin untuk meningkatkan nilai oktan. Pb adalah racun sitemik yang dikenal, dengan cara pemasukannya setiap hari dapat melalui makanan, air, udara dan penghirupan asap tembakau. Efek dari keracunan Pb dapat menimbulkan kerusakan pada otak dan penyakit-penyakit yang berhubungan dengan otak, antara lain epilepsi, halusinasi, kerusakan pada otak besar dan *delirium* (sejenis penyakit gula), kerusakan pada saluran ginjal, ketidaknormalan EKG pada otot jantung (Palar. H, 2004).

2.8.5 Nikel (Ni)

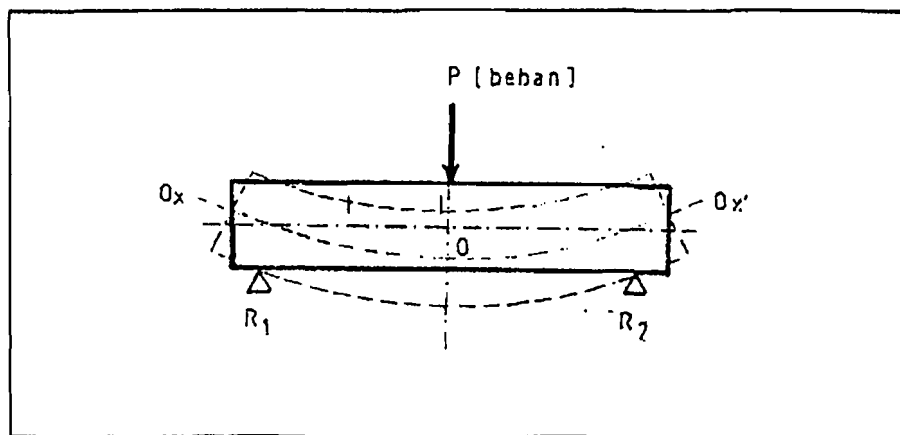
Nikel adalah logam putih perak yang keras. Nikel banyak digunakan untuk pembuatan uang logam, baterai, bahan elektronika, alat laboratorium, Prosesing makanan, aloy baja dan *stainless steel*. Ada kesan dari masyarakat bahwa unsur nikel bukanlah zat gizi yang penting, namun dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nikel mempunyai peran yang penting dalam absorpsi dan metabolisme. Senyawa nikel yang paling toksik adalah nikel karbonil yang merupakan hasil reaksi nikel atau senyawanya dengan karbon monoksida.

Keracunan nikel dapat mengakibatkan dermatitis, *Bronchopneumonia*, *Hemorrahagika*, kanker paru-paru hingga kematian (Susanto. E, 1997).

2.9 Kuat Lentur

Pengujian lentur statik adalah salah satu cara pengujian yang dipakai sejak lama bagi bahan yang cocok, karena dapat dilakukan terhadap batang uji berbentuk sederhana.

Sifat tekukan bahan perlu untuk diketahui, seperti ditunjukkan pada gambar 3.8, apabila batang uji ditumpu pada R1 dan R2 serta beban lentur (P) diberikan ditengah, maka tegangan lentur maksimal (σ) terjadi pada titik O ditengah bentang.



Gambar 2.4 Pengujian Lentur

Besarnya momen yang terjadi :

$$M = \frac{P}{2} \times \frac{L}{2} = \frac{P \times L}{4} \quad \dots(1)$$

Tegangan lentur pada balok berhubungan dengan tahanan momen (w), tahanan momen pada tampang persegi adalah :

$$w = \frac{1}{6} \times b \times h^2 \quad \dots(2)$$

kekuatan lentur atau tegangan lentur dapat diperoleh dengan rumus :

$$\sigma = \frac{M}{w} \quad \dots\dots(3)$$

dengan substitusi persamaan pada momen lentur (M) dan tahanan momen (w), diperoleh tegangan lentur :

$$\sigma = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2} \quad \dots\dots(4)$$

(Petunjuk Praktek Pemeriksaan Bahan Bangunan, 1979)

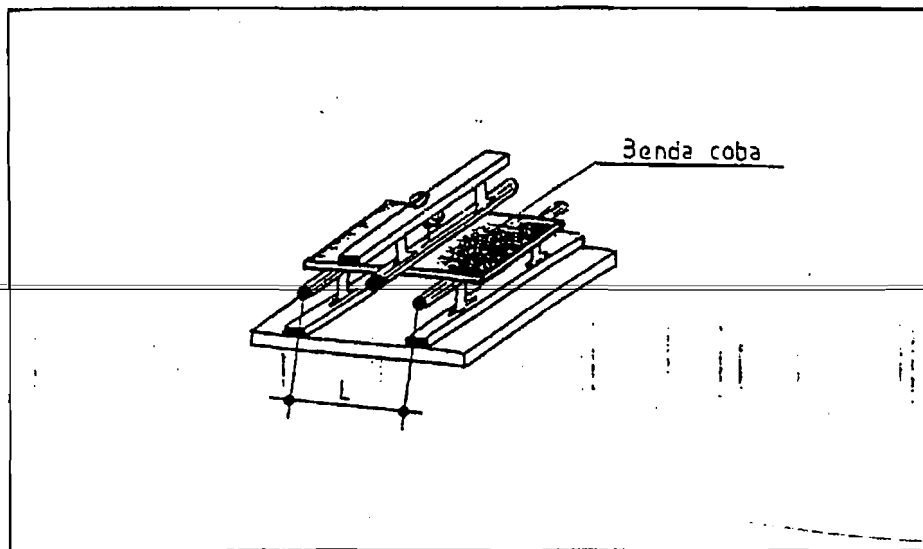
dengan : P = Beban, Kg

L = Jarak tumpuan, cm

b = Lebar benda coba, cm

h = Tebal benda coba, cm

Sket pengujian kuat lentur dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 2.5 Sket Pengujian Kuat Lentur

2.10 Daya Serap Air

Uji daya serap air adalah salah satu cara untuk menentukan tingkat penyerapan air dan keawetan dari benda uji dalam hal ini berupa *Panel Board*. Uji daya serap air dilakukan dengan cara membandingkan berat benda uji (panel board) setelah dilakukan pencetakan kemudian dilakukan pembakaran pada suhu 105°C selama 24 jam. Setelah mengalami proses pembakaran benda uji tersebut (Panel Board) ditimbang sehingga didapat berat kering, lalu direndam dalam air selama 24 jam kemudian dilakukan penimbangan yang disebut berat basah.

$$\text{Uji daya serap air} = \frac{\text{Beratbasah} - \text{Berat kering}}{\text{berat kering}} \times 100\% \quad \dots(5)$$

2.11 Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)

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 pengalihan timbunan sampah 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 *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) adalah salah satu evaluasi toksisitas limbah untuk bahan-bahan yang dianggap berbahaya dan beracun dengan penekanan pada nilai *leachate*.

2.11 Hipotesa

1. Bahan susun *panel board* dapat disubstitusikan dengan bahan lain seperti limbah padat katalis.
2. Solidifikasi limbah padat katalis dengan pembuatan *panel board* tidak hanya terjadi pengikatan hidrolis tetapi juga mampu mengikat logam-logam berat yang kemungkinan terlepas di lingkungan.
3. *Panel board* yang terbentuk memiliki nilai produksi yang lebih murah dibandingkan dengan nilai produksi papan gips (*Gypsum Wall Board*) dipasaran.
4. *Panel Board* yang terbentuk dapat memenuhi standar DIN papan serat semen.

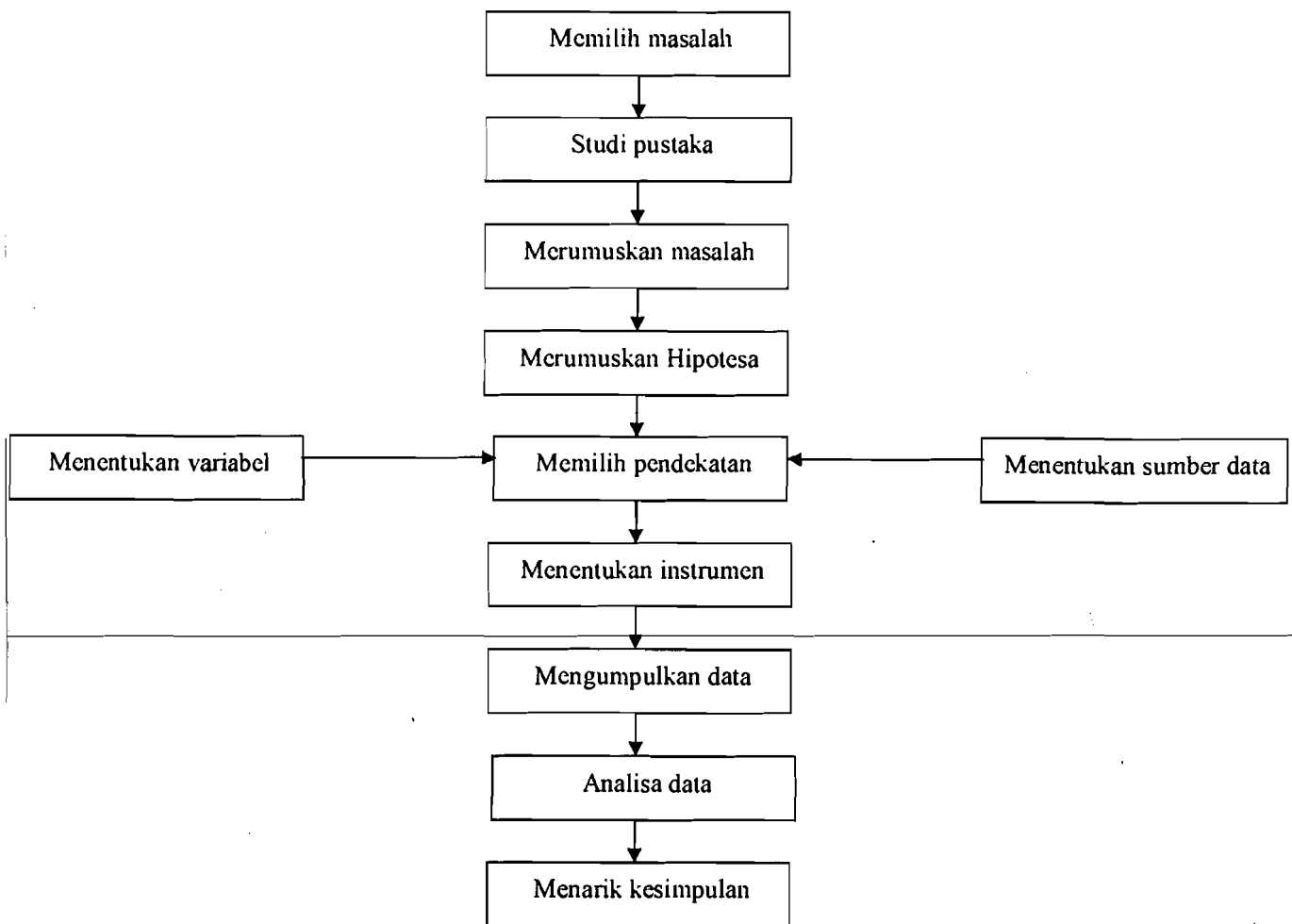
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Secara garis besar prosedur dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar

3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Prosedur penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di laboratorium Teknologi Bangunan; Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia; dan Laboratorium Rekayasa Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU), Universitas Gajah Mada.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini meliputi :

1. Variabel bebas
 - a. Pemberian limbah katalis sebesar 0 %, 10 %, 20 %, 30 % dan 40 % pada campuran *panel board* (% b/b).
 - b. Penambahan *binder* (semen) sebesar 95%,85%,75%,65%, dan 55% pada campuran *panel board*
2. Variabel terikat : Uji lentur, Uji serap air serta Uji logam berat dengan metode TCLP.

3.4 Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam campuran *panel board* adalah sebagai berikut :

- a. Semen
- b. Limbah katalis
- c. Serat bambu

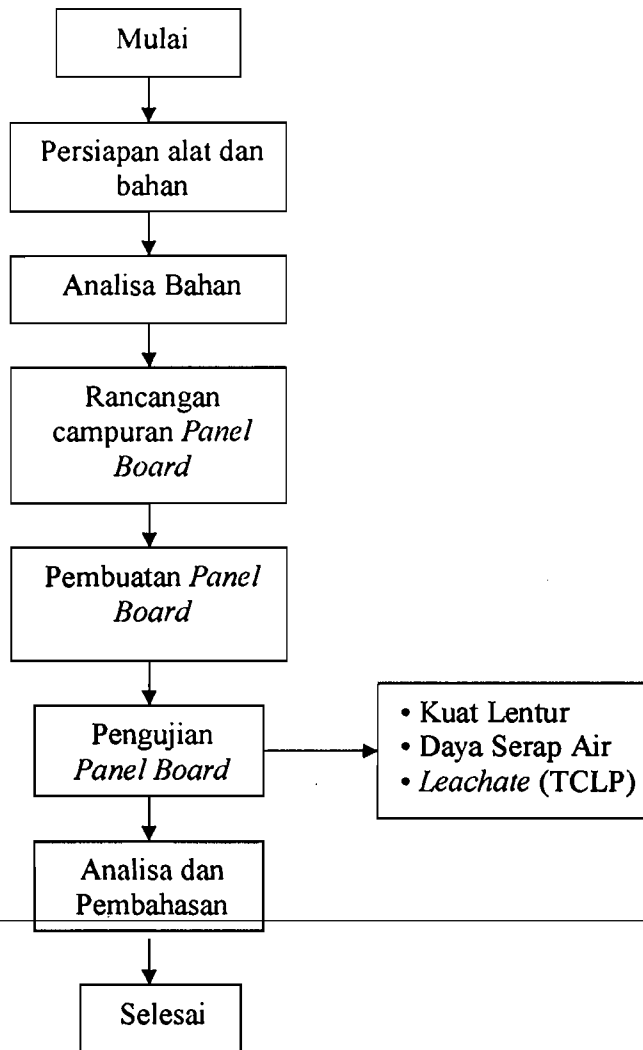
d. Air

3. Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut .

- a. Mesin Uji Lentur (*Universal Testing Machine*)
- b. AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*)
- c. Oven
- d. *Vacuum Filter*
- e. *Homogenizer* 30 rpm

3.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian eksperimen yang berada pada skala laboratorium dengan tahapan-tahapan yang sesuai literatur, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Persiapan Bahan

Dalam penelitian ini, serat bambu yang digunakan diambil dari desa Moyudan, Godean sedangkan limbah katalis berasal dari PT. PERTAMINA UP VI BALONGAN. Sedangkan semen yang dipakai adalah jenis Portland tipe I Gresik.

3.5.2 Analisa Karakteristik Limbah Katalis

Pada limbah katalis dilakukan pemeriksaan terhadap karakteristik fisika dan kimia.

a. Karakteristik fisika

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

b. Karakteristik Kimia

1. Analisa terhadap senyawa/unsur limbah katalis yang berhubungan dengan senyawa/unsur penyusun semen seperti SiO_2 , Al_2O_3 , CaO dan Fe_2O_3
2. Analisa logam berat, yaitu : Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni

3.5.3 Rancangan Campuran

Dalam penelitian ini untuk memperoleh proporsi adukan pasta dan limbah katalis dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error method of mix design*). Cara ini berdasarkan pada percobaan untuk memperoleh campuran dengan pori yang minimum atau kepadatan maksimum, tetapi diupayakan struktur mempunyai bobot yang ringan.

Rencana campuran *panel board* dibuat sesuai dengan beratnya sebesar 600

gram dengan ukuran 30cm×13cm×1cm dan jumlah *panel board* yang dibuat berjumlah 20 *panel* untuk setiap variasi campuran. Variasi perbandingan campuran dalam penelitian ini diambil proporsi limbah katalis sebanyak 0 %, 10 %, 20 %, 30 % dan 40 % dengan proporsi serat 5 % sehingga perbandingannya menjadi :

- a. Semen : Limbah katalis : Serat = 95 % : 0 % : 5 %
- b. Semen : Limbah katalis : Serat = 85 % : 10 % : 5 %
- c. Semen : Limbah katalis : Serat = 75 % : 20 % : 5 %
- d. Semen : Limbah katalis : Serat = 65 % : 30 % : 5 %
- e. Semen : Limbah katalis : Serat = 55 % : 40 % : 5 %

3.5.4 Pembuatan *Panel Board*

Cara kerja dalam penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Persiapan semua bahan pencampur seperti katalis, semen, serat bambu dengan berbagai komposisi sebagai berikut :

Tabel 3.1 Variasi Pembuatan *Panel Board*

Variasi	Semen		katalis		Serat bambu		Air	Jumlah <i>Panel Board</i>
	%	gram	%	gram	%	gram	ml	
I	95	570	0	0	5	30	275	20
II	85	510	10	60	5	30	270	20
III	75	450	20	120	5	30	265	20
IV	65	390	30	180	5	30	260	20
V	55	330	40	240	5	30	250	20

-
- b. Menyiapkan kebutuhan air yang diperlukan untuk pembuatan adukan dengan menggunakan gelas ukur. Air ini digunakan sebagai perekat, kemudian diaduk hingga homogen.
 - c. Langkah selanjutnya semua bahan yang telah disiapkan (semen, katalis, serat bambu dan air) dilakukan pengadukan di dalam ember agar homogen dengan berbagai macam komposisi di atas.
 - d. Menyiapkan alat cetakan dengan ukuran 30x13x1 cm yang mana terlebih dahulu dibersihkan seluruh permukaannya.
 - e. Adukan pasta hasil campuran semen, katalis, serat bambu dan air yang telah homogen tadi dimasukkan ke dalam alat cetakan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat konstan ± 5 kg.
 - f. Adukan yang telah dicetak dibiarkan selama 24 jam dan diletakkan pada tempat yang terlindung oleh panas matahari.
 - g. Benda uji dilepas dari cetaknya dengan menggunakan cetok dan palu kemudian diberikan kode sample.

3.5.5 Pengujian Panel Board

Setelah sampel *Panel Board* dibuat, dilakukan pengujian terhadap sampel

Panel Board. Pengujian yang dilakukan meliputi :

1. Uji Kuat Lentur

Uji kuat lentur merupakan salah cara pengujian yang digunakan untuk menentukan seberapa besar tingkat kelenturan dari *panel board*. Dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* (UTM) dengan merk *Lloyd* model 1000 S. Dalam pengujian kuat lentur ini

panel board yang digunakan sebanyak 10 *panel* untuk setiap variasi/tahap campuran.

2. Uji Daya Serap Air

Uji serap air merupakan suatu cara untuk mengetahui seberapa besar tingkat penyerapan air dari suatu *Panel Board*. Uji serap air dilakukan dengan cara membandingkan berat panel board setelah pembakaran yang biasa disebut berat mula-mula dengan panel board setelah direndam dalam air. Dalam pengujian daya serap air ini jumlah *panel board* yang digunakan sebanyak 5 *panel* untuk setiap variasi campuran.

3. Uji Logam Berat/*Leachate*

Uji lindi merupakan suatu cara untuk mengetahui kadar zat pencemar yang terlindi dari sebuah *panel board* dalam suatu cairan. Pengujian lindi ini menggunakan alat AAS dengan merk Perkin Elmer model 5100 PC.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Karakteristik Limbah Katalis

Pada pemeriksaan awal dilakukan pemeriksaan karakteristik fisik dan kimia limbah katalis dari Pertamina UP VI Balongan. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui syarat potensi limbah katalis dalam pembuatan *panel board* dan konsentrasi unsur-unsur yang terdapat di dalam limbah katalis dalam hal ini unsur krom, tembaga, seng, timbal dan nikel. Karakteristik fisik dan kimia limbah katalis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Karakteristik Fisik limbah katalis

No	Parameter	Data Penelitian
1	Berat jenis	2.445 gr/ml
2	Berat Volume	1.17 gr/cm ³
3	Modulus Kehalusan	0.643

(Sumber : Data Primer, 2005)

Tabel 4.2. Karakteristik Kimia limbah katalis

No	Parameter	Hasil Pengukuran (mg/l)			Rata-rata	PP No.85 Tahun 1999 (mg/l)	Metode Uji
		I	II	III			
1	Cr	18,115	18,883	18,883	18,627	5,00*	AAS
2	Cu	16,878	16,878	16,446	16,734	10,00*	AAS
3	Pb	40,551	35,250	29,950	32,250	5,00*	AAS
4	Zn	19,139	19,620	19,380	19,379	50,00*	AAS
5	Ni	12500	12750	13000	12750	11,00**	AAS
6	Al ₂ O ₃	275819,125	339899,629	307144,483	307621,08	-	AAS
7	CaO	5245,492	5245,492	5109,024	5200	-	AAS
8	Fe ₂ O ₃	7029,216	6757,292	7029,216	6938,57	-	AAS
9	SiO ₂	631517,941	647945,992	642469,975	640644,64	-	AAS

(Sumber : Data Primer, 2005)

* = Nilai standar berdasarkan PP No.85/1999

** = Nilai standar berdasarkan RCRA (*Resource Conservation and Recovery Act*)

Universal Treatment Standards (UTS), khusus limbah katalis (K171)

Refinery Waste

4.1.2 Uji Serap Air

Uji daya serap air dilakukan dengan cara membandingkan berat benda uji (panel board) setelah dilakukan pencetakan kemudian dilakukan pembakaran pada suhu 105°C selama 24 jam. Pada uji serap air sampel yang digunakan sebanyak 5 buah setiap variasi sehingga jumlah keseluruhannya 25 buah.

Untuk menentukan uji daya serap air digunakan persamaan 5 :

$$\text{Daya serap air} = \frac{\text{Berathasah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

Contoh perhitungannya digunakan sampel 1 yang mana memiliki data berat kering = 560 gram dan berat basah = 723 gram sehingga akan didapat nilai daya

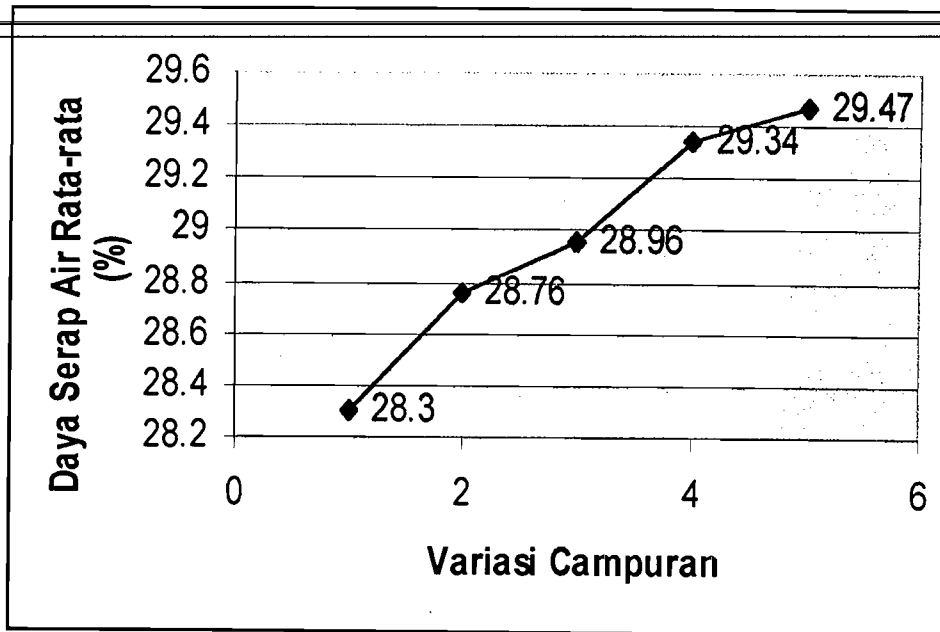
$$\text{serap air} = \frac{723\text{gram} - 560\text{gram}}{560\text{gram}} \times 100\% = 29.1 \%$$

dimana untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Penentuan daya serap air rata-rata pada pengujian *Panel Board*

Sampel	Kode Sampel	Berat kering (gram)	Berat basah (gram)	Daya serap air (%)	Daya serap air Rata-rata (%)
T 1	T 1. 1	560	723	29.1	28.3
	T 1. 2	545	710	30.3	
	T 1. 3	590	766	29.8	
	T 1. 4	602	767.5	27.5	
	T 1. 5	632	788.7	24.8	
T 2	T 2. 1	526	687	30.6	28.76
	T 2. 2	566	727.3	28.5	
	T 2. 3	550	710	29.1	
	T 2. 4	573.5	735.8	28.3	
	T 2. 5	567.3	722.2	27.3	
T 3	T 3. 1	581	745.4	28.3	28.96
	T 3. 2	554	709	28	
	T 3. 3	522.5	678	29.8	
	T 3. 4	528	684	29.5	
	T 3. 5	522.5	714	29.2	
T 4	T 3.1	565	732	29.5	29.34
	T 3.2	560	732.5	30.8	
	T 3.3	590	760.5	28.9	
	T 3.4	574.2	736	28.2	
	T 3.5	578.2	747.6	29.3	
T 5	T 5.1	533.4	692	29.8	29.47
	T 5.2	562	715	27.2	
	T 5.3	515	664	28.96	
	T 5.4	524	681	30	
	T 5.5	513.5	675	31.4	

(Sumber : Data Primer,2005)



Gambar 4.1 Grafik Daya Serap Air Rata-rata

4.1.3 Uji Kuat Lentur

Sampel dalam bentuk *panel board* ditambahkan limbah katalis sebesar 0 %, 10 %, 20 %, 30 % dan 40 % dalam (% b/b). Penentuan kuat lentur menggunakan persamaan 4, $\sigma = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2}$. Contoh perhitungannya digunakan

sampel 1, Sehingga $\sigma = \frac{3(15.08 \times 27)}{2(13 \times (1)^2)} = 49.68 \text{ Kg/cm}^2$. Untuk perhitungan

selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

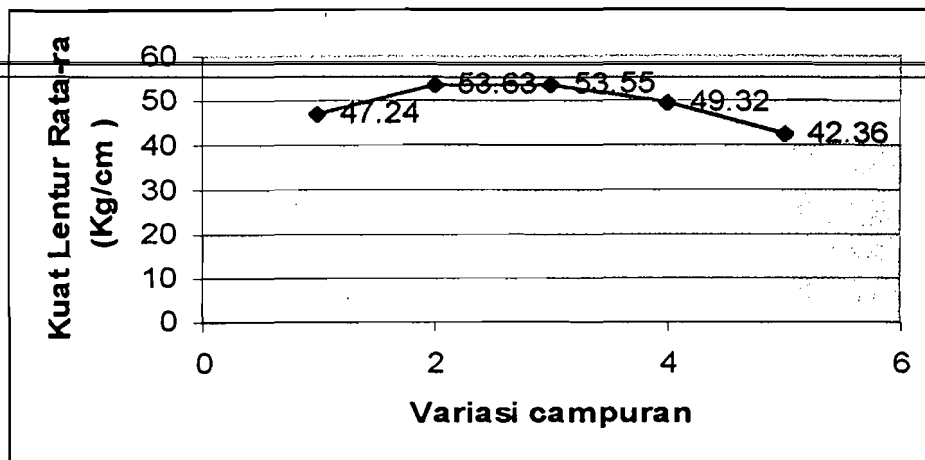
Tabel 4.4 Penentuan kuat lentur rata-rata pada pengujian *Panel Board*

Sampel	Kode Sampel	Gaya (N)	Beban (Kg)	Jarak Tumpuan (cm)	Lebar Benda (cm)	Tebal Benda (cm)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	K. Lentur Rata-rata (Kg/cm ²)
	T 1.1	148	15.08	27	13	1	46.98	
	T 1.2	160.3	16.34	27	13	1	50.9	
	T 1.3	177.4	18.08	27	13	1	56.33	
	T 1.4	163.9	16.71	27	13	1	52.01	
T 1	T 1.5	88.43	9.01	27	13	1	28.07	47.24
	T 1.6	175.1	17.85	27	13	1	55.61	
	T 1.7	171.5	17.48	27	13	1	54.46	
	T 1.8	127.9	13.04	27	13	1	40.62	
	T 1.9	137.9	14.06	27	13	1	43.8	
	T1.10	137.4	14.00	27	13	1	43.61	
	T 2.1	17	17.43	27	13	1	54.3	
	T 2.2	146.2	14.9	27	13	1	46.42	
	T 2.3	113.2	11.54	27	13	1	35.95	
	T 2.4	159.2	16.23	27	13	1	50.56	
T 2	T 2.5	156.2	15.92	27	13	1	49.6	53.63
	T 2.6	196.9	20.07	27	13	1	62.53	
	T 2.7	144.4	14.72	27	13	1	45.86	
	T 2.8	155	15.8	27	13	1	49.22	
	T 2.9	262.3	26.74	27	13	1	83.3	
	T 2.10	184.5	18.81	27	13	1	58.6	

(Sumber : Data Primer,2005)

Sampel	Kode Sampel	Gaya (N)	Beban (Kg)	Jarak Tumpuan (cm)	Lebar Benda (cm)	Tebal Benda (cm)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	K. Lentur Rata-rata (kg/cm ²)
	T 3.1	172.1	17.54	27	13	1	54.64	
	T 3.2	182.2	18.57	27	13	1	57.85	
	T 3.3	206.3	21.03	27	13	1	65.52	
	T 3.4	185.7	18.93	27	13	1	58.97	
T 3	T 3.5	173.3	17.67	27	13	1	55.05	53.55
	T 3.6	139.1	14.18	27	13	1	44.18	
	T 3.7	180.4	18.39	27	13	1	57.29	
	T 3.8	160.9	16.4	27	13	1	51.09	
	T 3.9	135	13.76	27	13	1	42.87	
	T 3.10	151.3	15.42	27	13	1	48.04	
	T 4.1	150.9	15.38	27	13	1	47.91	
	T 4.2	150.9	15.38	27	13	1	47.91	
	T 4.3	148	15.09	27	13	1	47.01	
	T 4.4	160.3	16.34	27	13	1	50.9	
T 4	T 4.5	156.2	15.92	27	13	1	49.6	49.32
	T 4.6	143.3	14.61	27	13	1	45.52	
	T 4.7	180.4	18.39	27	13	1	57.29	
	T 4.8	142.1	14.48	27	13	1	45.11	
	T 4.9	171.5	17.48	27	13	1	54.46	
	T 4.10	149.7	15.26	27	13	1	47.54	
	T 5.1	180.4	18.39	27	13	1	57.29	
	T 5.2	101.4	10.34	27	13	1	32.21	
	T 5.3	140.9	14.36	27	13	1	44.74	
	T 5.4	89.02	9.07	27	13	1	28.26	
T 5	T 5.5	143.8	14.66	27	13	1	45.67	42.36
	T 5.6	109.1	11.12	27	13	1	34.64	
	T 5.7	189.8	19.35	27	13	1	60.28	
	T 5.8	174.5	17.79	27	13	1	55.42	
	T 5.9	122	12.44	27	13	1	38.75	
	T 5.10	83.12	8.47	27	13	1	26.39	

(Sumber : Data Primer,2005)



Gambar 4.2 Grafik kuat Lentur Rata-rata

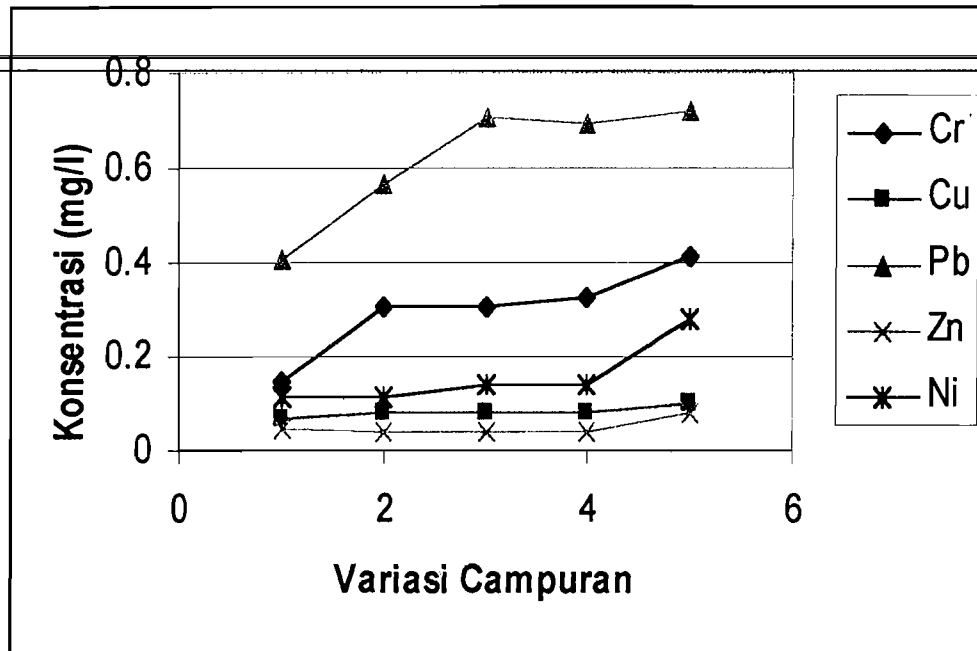
4.1.4 Uji Lindi

Hasil pengujian lindi/*leachate* pada masing-masing variasi ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.3.

Tabel 4.5 Hasil Analisa TCLP Logam Berat

No	Benda Uji	pH	Hasil Analisa TCLP Logam Berat Rata-rata (mg/l)				
			Cr	Cu	Pb	Zn	Ni
1	Variasi I	11.7	0.145	0.067	0.405	0.046	0.113
2	Variasi II	10.4	0.305	0.077	0.569	0.042	0.116
3	Variasi III	10.6	0.307	0.081	0.710	0.041	0.137
4	Variasi IV	9.33	0.329	0.081	0.693	0.041	0.138
5	Variasi V	9.12	0.414	0.099	0.723	0.078	0.279
Standar TCLP (PP 18/1999)			5	10	5	50	11

(Sumber : Data Primer,2005)



Gambar 4.3 Grafik Pelindian Logam berat Rata-rata

4.1.5 Efisiensi Immobilisasi Logam-logam Berat Dalam *Panel Board*

Efisiensi immobilisasi logam berat Cr, Zn, Pb, Cu dan Ni

menggunakan rumus $E = \frac{A1 - A2}{A1} \times 100\%$ (6)

Dimana : E = Efisiensi immobilisasi logam berat (%)

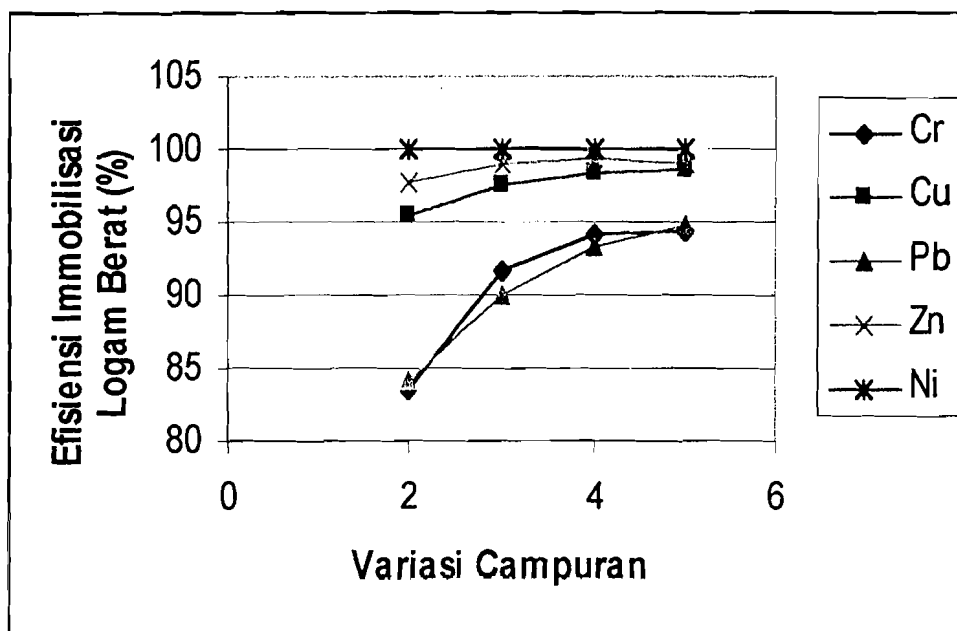
A1 = Konsentrasi awal (ppm)

A2 = Konsentrasi akhir (ppm)

Tabel 4.6. Efisiensi Immobilisasi Logam Berat Cr, Zn, Pb, Cu dan Ni

No.	Variasi	Logam Berat (%)				
		Cr	Zn	Pb	Cu	Ni
1	1 (0%)	-	-	-	-	-
2	2 (10%)	83,64	97,81	84,07	95,41	99,99
3	3 (20%)	91,74	98,94	89,93	97,58	99,99
4	4 (30%)	94,11	99,30	93,33	98,38	99,99
5	5 (40%)	94,45	98,99	94,87	98,53	99,99

(Sumber : Data Primer,2005)



Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Immobilisasi Logam Berat (%)

4.2 Pembahasan

4.2.1 Karakteristik Limbah Katalis

Dari hasil analisa yang dilakukan terhadap sifat fisik limbah katalis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, berat jenis 2.445 gr/ml, berat volume

1.17 gr/m³ dan modulus kehalusan sebesar 0.643 adalah berpotensi digunakan dalam pembuatan *panel board*.

Jika dilihat dari unsur-unsur yang terkandung seperti pada Tabel 4.2, maka limbah katalis tergolong jenis limbah berbahaya dan beracun (limbah B3) menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 85 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun yaitu Zn (19,379 mg/l), Pb (35,250 mg/l), Cr (18,627 mg/l), Cu (16,734 mg/l) dan Ni (12750 mg/l).

Karakteristik kimia pada limbah katalis terutama senyawa Al₂O₃ (30.76%), CaO (0.52 %), Fe₂O₃ (0.69 %) dan SiO₂ (64.06 %) merupakan senyawa-senyawa dasar pembentuk semen. Dalam penelitian ini limbah katalis tidak dapat di jadikan bahan pengganti semen pada pembuatan *panel board*, hal ini disebabkan karena di dalam katalis prosentase senyawa CaO yang berfungsi sebagai pengeras lebih kecil dari prosentase senyawa Cao di dalam semen. Jika limbah katalis tetap dijadikan sebagai bahan pengganti semen, maka kekuatan secara fisik (kuat lentur) akan menurun dan menyebabkan benda uji (*panel board*) mudah sekali untuk patah.

4.2.2 Uji Daya Serap air

Dari Tabel 4.3 dan Gambar 4.1 didapat penyerapan rata-rata maksimum dari benda uji (*Panel Board*) berumur 28 hari pada setiap prosentase penambahan limbah katalis.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian daya serap air *panel board* pada masing-masing variasi campuran masih di bawah persyaratan penyerapan air papan serat semen berdasarkan Standar Industri Indonesia (SII)



sebesar 35 % yaitu 0% limbah (28.3%), 10% limbah (28.76%), 20% limbah (28.96%), 30% limbah (29.34%) dan 40% limbah (29.47%).

Pada Gambar 4.1 (grafik daya serap air rata-rata) terlihat bahwa daya serap air tanpa penambahan katalis lebih kecil dibandingkan dengan penambahan limbah katalis pada berbagai variasi campuran, hal ini disebabkan karena limbah katalis memiliki berat jenis yang lebih kecil daripada berat jenis semen. Sedangkan untuk penambahan katalis, semakin besar prosentase penambahan limbah katalis ke dalam variasi campuran semakin besar pula nilai daya serap airnya, hal ini disebabkan karena limbah katalis memiliki nilai berat jenis (lihat Tabel 4.1) lebih kecil dari persyaratan berat jenis agregat halus sebesar $\geq 2,5$ ton/m³ (Anonim, 1985). Berat jenis rendah umumnya menunjukkan bahwa bahannya berpori, lemah dan bersifat menyerap banyak air (A. Antono, 1988).

4.2.3 Uji Kuat Lentur

Dari hasil pengujian kuat lentur, diperoleh *panel board* hasil penambahan limbah katalis 0% sebesar 47,24 Kg/cm², 10 % sebesar 53,63 Kg/cm², 20% sebesar 53,55 Kg/cm², 30 % sebesar 49,32 Kg/cm² dan 40 % sebesar 42,36 Kg/cm² masih memberikan mutu kuat lentur yang baik karena kuat lentur pada penambahan proporsi limbah katalis tersebut masih berada di atas nilai standar papan semen berdasarkan DIN-1101 dengan tebal benda 15 mm sebesar 17 kg/cm².

Pada Gambar 4.2 (grafik kuat lentur rata-rata) diketahui kuat lentur yang paling besar terjadi pada penambahan proporsi limbah sebanyak 10%, sedangkan pada proporsi penambahan katalis 20%, 30% dan 40% kuat lenturnya mengalami

penurunan, hal ini disebabkan karena pada penambahan 10% limbah katalis terjadi proses pengikatan antar bahan penyusun secara optimal dibandingkan dengan penambahan limbah katalis pada tahap yang lain. Penurunan kuat lentur pada proporsi penambahan limbah katalis lainnya disebabkan karena secara bertahap proporsi semen berkurang seiring bertambahnya proporsi limbah katalis yang memiliki sifat daya ikat dan pengerasan lebih kecil di banding 'semen sehingga menurunkan nilai kuat lentur.

Pada tahap 1 (0% limbah) nilai kuat lenturnya lebih kecil jika dibandingkan dengan tahap 2 (10%), tahap 3 (20%), dan tahap 4 (30%), hal ini disebabkan karena pada tahap tersebut terjadi proses pengikatan dan pengerasan yang optimal daripada pada tahap 1 yang proses pengikatan dan pengerasannya normal. Jadi dapat disimpulkan bahwa batas maksimum penambahan limbah katalis untuk menghasilkan nilai kuat lentur di atas nilai kuat lentur control/pembanding (0% limbah) adalah dengan menambahkan limbah katalis sebanyak 30% limbah dari berat *panel board*.

4.2.4 Uji Lindi/Leachate

Dari hasil penelitian pada tahap 1 (0% limbah) yang seharusnya tidak ada nilai logam berat beratnya ternyata ada, hal ini disebabkan mungkin ada kesalahan peneliti didalam proses penggerusan dan penyaringan pada uji *Leachate* logam berat. Pada saat penggerusan, tahap 1 (0% limbah) digerus dilakukan setelah tahap 5 (40% limbah) sedangkan media penggerus tidak dicuci terlebih dahulu, sehingga terakumulasi pada tahap 1. Begitu juga pada saat penyaringan,

pencucian media penyaring kurang bersih atau steril sehingga terjadi akumulasi

pada tahap I.

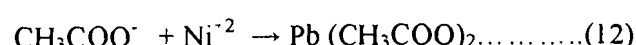
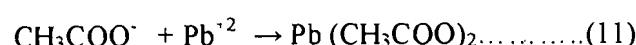
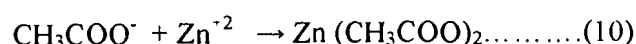
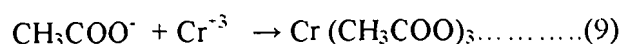
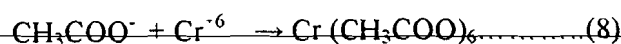
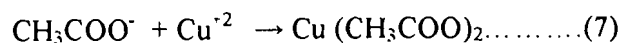
Berdasarkan data yang dihasilkan bahwa semakin banyak proporsi limbah cenderung menunjukkan semakin meningkat konsentrasi lindinya, akan tetapi ada proporsi limbah tertentu tidak menunjukkan hasil yang demikian seperti untuk analisa konsentrasi lindi Pb pada proporsi limbah 30 % yakni 0,693 mg/l cenderung lebih kecil dibandingkan dengan proporsi limbah 20 % yakni 0,710 mg/l untuk konsentrasi lindi Zn pada proporsi limbah 20 % dan 30 % yakni masing-masing 0,041 mg/l sedikit lebih kecil dibandingkan dengan proporsi limbah 10 % yakni 0,042 mg/l sehingga grafik yang ditampilkan tidak linier, hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor kurang homogennya campuran *panel board* yang dibuat. Dari data yang dihasilkan konsentrasi lindi yang terlepas seperti pada Tabel 4.5 baik itu logam berat Cr, Cu, Zn, Pb dan Ni semuanya kecil dan masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan yakni berdasarkan baku mutu TCLP (PP. 85/1999) dari berbagai Proporsi limbah yang ditambahkan untuk proporsi limbah 10 % menunjukkan konsentrasi lindi yang paling kecil dibandingkan proporsi limbah lainnya. Untuk efisiensi immobilisasi logam berat (lihat Tabel 4.6 dan Gambar 4.4) yang didapat semakin banyak porsi limbah yang ditambahkan cenderung semakin meningkat nilai efisiensi immobilisasinya hanya saja untuk efisiensi immobilisasi logam Zn dengan penambahan limbah 40 % nilai efisiensi immobilisasinya lebih kecil dari pada penambahan limbah 30 % hal ini dikarenakan konsentrasi lindinya paling besar dan bedanya dengan konsentrasi lindi penambahan limbah lainnya cukup signifikan sehingga berat Zn yang

keluarpun besar. Dari data yang didapat untuk logam Cr nilai efisiensi immobilisasi yang paling kecil adalah 83,64 % dengan penambahan limbah 10 % sedangkan nilai efisiensi terbesar adalah 99,99 % dengan penambahan limbah 10 %, 20 %, 30 % untuk logam Ni. Dari data efisiensi immobilisasi yang didapat menunjukkan hasil yang bervariasi hal ini tergantung dari jumlah/konsentrasi logam berat yang terlepas/keluar semakin kecil jumlah logam berat yang terlepas maka akan semakin besar efisiensi immobilisasi yang didapatkan.

Dari hasil penelitian diketahui adanya limbah logam berat Cu, Cr, Zn, Pb dan Ni yang masih terlindi, terutama pada konsentrasi penambahan limbah yang tinggi. Hal ini dikarenakan semakin tinggi penambahan limbah maka kebutuhan rongga-rongga dalam partikel mineral lokal akan semakin besar yang pada akhirnya akan mencapai kejenuhan. Pada keadaan tersebut partikel limbah tidak dapat terikat dengan sempurna baik secara fisik maupun secara kimia.

Di dalam proses ekstraksi logam pada analisa ini tergolong dalam hidrometalurgi, yang mana merupakan teknik untuk mengekstrak logam dari bijihnya dengan reaksi dalam larutan air, proses penting dalam hidrometalurgi adalah *leaching*. Setelah proses *leaching* logam atau senyawa terlarut dalam bentuk ion biasa atau ion kompleks (Hiskia Achmad, 1992). Umumnya dalam ikatan hidrolisis, di dalam larutan berpelarut air, garam terurai sempurna menjadi ion-ion. Ikatan hidrolisis itu adalah ikatan antara ion dengan air (Petrucci, 1992). Adapun larutan asam asetat mampu mengeluarkan anion (-) begitu pula pada asam-asam yang lain, asam asetat ini tergolong sebagai asam lemah pada larutan ekstraksi yang fungsinya untuk melepas logam-logam berat yang ada pada *panel*

board. Komponen logam-logam di dalam status padat/matrik padat dapat terbentuk berupa model kristal yang sederhana, kisi-kisinya adalah terdiri dari ion positif lekat ditempelkan pada suatu awan electron (Claude H.Yoder, 1980). Maka disini logam berat berupa Cu, Cr, Zn, Pb dan Ni yang berada dalam campuran *panel board* sebagai kation (+) atau ionnya positif, sedangkan semen yang unsur-unsurnya mengandung silica (SiO₂) dan alumina (Al₂O₃) hasil pembakaran batu kapur pada suhu yang tinggi membuat sifat umum dari mineral silikat adalah kekomplekskan anion silikatnya (Petrucci, 1992), begitu pula pada alumina. Maka pada campuran *panel board* yang mana logam berat yang berada pada *sludge* berionkan positif sedangkan semen sebagai anion (-) dengan ditambahkan air sehingga terjadi ikatan secara kimia yang membuat logam berat yang ada pada *panel board* hasil solidifikasi menjadi lebih stabil. Logam berat pada *panel board* yang berada dalam larutan ekstraksi dengan menggunakan asam asetat akan terbentuk garam/senyawa baru yang nantinya dianalisa pada AAS. Adapun reaksi yang terjadi, sebagai berikut :



Semen Portland dan air setelah bertemu akan bereaksi, butir-butir semen Portland bereaksi dengan air menjadi gel yang dalam beberapa hari menjadi keras

dan saling melekat. Agregat (yaitu serat bambu) tidak mengalami proses kimia, melainkan hanya sebagai bahan pengisi saja yaitu bahan yang dilekatkan (Kardiyono, 1992). Dari pernyataan diatas dapat diketahui bahwa bahan penyusun berupa serat bambu pada *panel board* tidak terjadi proses pengikatan secara kimia melainkan terjadinya pengikatan secara fisik saja/sebagai bahan pengisi, maka dari itu proses solidifikasi yang terjadi antara bahan penyusun *panel board* tidak saja terjadi pengikatan secara fisik melainkan juga terjadi pengikatan secara kimia.

Dari data-data dan keterangan yang didapat seperti diatas terlihat bahwa setelah jadi *panel board* unsur logam yang terdapat dalam limbah katalis menjadi lebih stabil, terbukti dalam air lindi nya (*leached*) jauh lebih kecil dan dibawah standar yang telah ditetapkan dibandingkan dengan sebelum dijadikan *panel board*.

4.7 Perbandingan Optimum DiTinjau dari Uji Kuat Lentur, Uji serap Air dan Uji Lindi/*Leachate*

Tabel 4.7 Kuat Tekan, Daya Serap Air dan lindi logam berat rata-rata

No.	Benda Uji	Kuat Lentur Rata-rata (Kg/cm ²)	Daya Serap Air Rata-rata (%)	Lindi Logam Berat Rata-rata				
				Cr	Cu	Pb	Zn	Ni
				mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	0%	47.24	28.3	0.145	0.067	0.405	0.046	0.113
2	10%	53.63	28.76	0.305	0.077	0.569	0.042	0.116
3	20%	53.55	28.96	0.307	0.081	0.71	0.041	0.137
4	30%	49.32	29.34	0.329	0.081	0.693	0.041	0.138
5	40%	42.36	29.47	0.414	0.099	0.723	0.079	0.279

(Sumber : Data Primer,2005)

Dari data hasil pengujian kuat lentur, daya serap air dan lindi logam berat seperti tertera pada Tabel 4.11 di atas menunjukkan bahwa keseluruhan hasil pengujian telah memenuhi standar. Untuk kuat lentur, standar yang digunakan berdasarkan DIN-1101 sebesar 17 kg/cm^2 dengan ketebalan 15 mm. Untuk daya serap air, standar yang digunakan berdasarkan Standar Industri Indonesia (SII) maksimal sebesar 35%. Sedangkan untuk lindi logam berat sudah dibawah baku mutu TCLP berdasarkan PP. 85/1999. Akan tetapi perbandingan penambahan proporsi limbah katalis yang paling baik berdasarkan aspek teknis dan tingkat toksisitas didapatkan dari hasil penelitian tentang kuat lentur, daya serap air dan tingkat perlindian yakni dengan penambahan limbah katalis sebanyak 10 % akan menghasilkan nilai kuat lentur yang paling besar, nilai daya serap air yang paling kecil dan konsentrasi lindi yang paling kecil dibandingkan dengan penambahan proporsi limbah katalis lainnya.

4.1 Nilai Produksi *Panel Board*

Untuk mengetahui nilai produksi *panel board* akan dilakukan perhitungan seperti pada Tabel 4.8 berikut ini :

Tabel 4.8 Nilai Produksi *Panel Board*

Biaya Pembuatan *Panel Board* per 20 *Panel* Ukuran 30cm×13cm×1cm

No.	Jenis Bahan/Upah	Harga tiap kg (Rp)	Jumlah Bahan (Kg)									
			T1	Harga (Rp)	T2	Harga (Rp)	T3	Harga (Rp)	T4	Harga (Rp)	T5	Harga (Rp)
1	Bahan Susun											
	• Semen	700,-	11,4	8.000,-	10,2	7.150,-	9	6.300,-	7,8	5.500,-	6,6	4.650,-
	• Serat Bambu	1.300,-	0,6	800,-	0,6	800,-	0,6	800,-	0,6	800,-	0,6	800,-
	• Katalis	1.000,-	0	0	1,2	1.200,-	2,4	2.400,-	3,6	3.600,-	4,8	4.800,-
2	Jumlah <i>Panel Board</i>		20		20		20		20		20	
3	Jasa											
	• Upah Pekerja (orang/Hari)			10.000,-		10.000,-		10.000,-		10.000,-		10.000,-
	Jumlah Biaya			18.800,-		19.150,-		19.500,-		19.900,-		20.250,-

Pembandingan nilai produksi dalam penelitian ini adalah menggunakan papan gips (*Gypsum Wall Board*) di pasaran dengan ukuran 120cm×13cm×9mm adalah Rp. 96.000,- atau Rp. 33.350,- tiap m². Harga *panel board* tiap m² pada tahap 2 adalah Rp. 25.650,-, sehingga *panel board* hasil penelitian ini lebih murah jika dibandingkan dengan harga papan gips di pasaran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian solidifikasi limbah katalis RCC 15 PT. PERTAMINA UP VI BALONGAN untuk *panel board* yang bermutu serta aman bagi kesehatan dan lingkungan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa konsentrasi lindi logam berat menunjukkan bahwa semakin banyak proporsi limbah yang ditambahkan cenderung meningkatkan konsentrasi lindinya, akan tetapi keseluruhan konsentrasi lindi masih di bawah baku mutu TCLP berdasarkan PP. 85/1999.
2. Limbah katalis dapat dimanfaatkan sebagai campuran dalam pembuatan *panel board* dengan nilai produksi yang relatif murah dibandingkan dengan nilai produksi dipasaran.
3. Penambahan proporsi limbah katalis yang paling baik dari hasil pengujian tentang tingkat perlindian, kuat lentur, dan uji daya serap air *panel board* yakni pada penambahan proporsi limbah katalis sebanyak 10 %, dengan konsentrasi perlindian logam Cr 0,305 mg/l, Cu 0,077 mg/l, Pb 0,569 mg/l, Zn 0,042 mg/l dan Ni 0,116 mg/l. Untuk nilai kuat lentur yang paling besar yakni 53,63 Kg/cm² dan nilai daya serap air yang paling kecil yaitu 28,76 % dibandingkan dengan penambahan proporsi limbah katalis lainnya.

5.2. Saran

1. Proporsi penambahan serat bambu antara 10%, 15% dan 20% perlu diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan nilai yang optimal.
2. Apabila melakukan penelitian serupa harus memperhatikan proses pembuatan, diantaranya pada tahap pencetakan dan pengepressan hendaknya tidak dilakukan secara manual sehingga memperoleh hasil yang optimal.
3. Perlu diteliti lebih lanjut penggunaan bahan alami lainnya, seperti serat kayu, ampas tebu, serabut kelapa dan tangkai padi.
4. Perlu diteliti penggunaan jenis limbah lainnya sebagai campuran dalam pembuatan *panel board*.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Antono, 1988, *Diktat Teknologi Beton*, Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Yogyakarta
- Achmad. H, 1992, *Kimia Unsur dan Radio Kimia*, PT. Citra Aditya Bakti, Bandung
- Agustria, 2005, *Solidifikasi Limbah Lumpur Industri Tekstil PT. APAC Hasil Pembakaran Incenerator dengan Pemanfaatan Paving blok*, Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta
- Anonim, 2000, Implementasi dan Sertifikasi Pemanfaatan Katalis Bekas RCC Sebagai Filler Beton Aspal dan Mineral *Admixture* Beton Struktur dan Non-Struktur, *Laporan Perkembangan*, Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran, Bandung
- Anonim, *Lembaran Serat Semen Berdasarkan SII (Standar Industri Indonesia)*, Departemen Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia
- Anonim, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan P.U., Bandung
- Anonim. 1985, *Petunjuk Pelaksanaan Perkerasan Kaku (Beton Semen)*, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung
- Anonim, 1999, *Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun*, Jakarta
- Ardhani. Z, dan Budi Santoso. A, 2001, Pengaruh Peran Bahan Serat Bambu terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang, *Skripsi*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
- Chandarwati. L, 2001, *Studi Berat Satuan, Kuat lentur dan Daya Serap Air pada Papan dari Semen, Serbuk Gergaji dan Sabut Kelapa*, Skripsi, STTL, Yogyakarta

-
- Choiruddin. F. dan Erlita. L, 1999, Studi Eksperimental Uji Kuat Lentur dan Penyerapan Air pada *Bamboos Fibre Cement Board*, Skripsi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
- Claude. H. Yoder, Fred. H. Suydam, Fred. A. Snavly, 1980, *Chemistry Second Edition*, HacourtBrace Jovanovich, Inc, New York
- Connor. R. J, 1990, *Chemical Fixation and Solidification of Hazardous waste*. Mc. Graw-Hill Inc, United States
- Ghavami. K, 1988, *Aplication of Bamboos A Low Cost Construction Material*, Proceeding of The International Bamboo Workshop Held In Coachin, India
- J. A. Slim and R. W. Wakefield, 1991, *The Utilisation of Sewage Sludge in The Manufacture of Clay brick Vol. 17. No. 3*. Water SA, New York
- Jumiyati, 2005, *Solidifikasi Limbah Fly Ash Hasil Pembakaran Incenerator Industri Tekstil sebagai Keramik*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta
- Kardiyono Tjokrodimuljo. 1995, *Teknologi Beton*. Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Kasmudjo, 1986, *Standarisasi Papan semen berdasarkan Standar DIN - 1101*
- Liese. W. , 1980, *Anatomy of Bamboo*, Proceeding of International Bamboo Workshop held in Cochin, India
- Manahan, S. E, 1994, *Environmental Chemistry 6th ed*. Lewis Publisher, USA
- Palar. H, 2004, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta
-
- Petrucci, Ralph, H, Suminar, 1992, *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern*, Erlangga. Jakarta
- Soemirat. J, 2002. *Kesehatan Lingkungan*. Gajahmada University Press, Yogyakarta
- Soenardi, 1976, *Sifat-sifat Mekanik Kayu*. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Jogjakarta
- Sutapa. J.P.G. .1986, *Pengujian Beberapa Sifat Anatomi, Fisik dan Mekanik Bambu Apus. Legi dan Petung*. Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta

JAMPIAN

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	M. Jazuli Iman S.S.	00513064	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Pemanfaatan Limbah Katalis sebagai Panel Board Dengan Penambahan Serat Bambu

PERIODE : IV
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, 14 Juni 2005
Koordinator TA

(Handwritten signature)
(Andik Yulianto, ST)

Catatan

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala Laboratorium Teknologi Bangunan Jurusan Arsitektur Universitas Islam Indonesia menerangkan bahwa :

Nama : Mohd. Jazuli Iman Setia. S

No. Mhs : 00. 513. 064

Jurusan : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas : Universitas Islam Indonesia

Benar-benar telah selesai melakukan penelitian/tidak mempunyai tanggungan meminjam alat/administrasi pada Laboratorium Teknologi Bahan.

Surat keterangan ini kami buat untuk keperluan pembuatan/penyetakan panel board (penelitian Tugas Akhir).

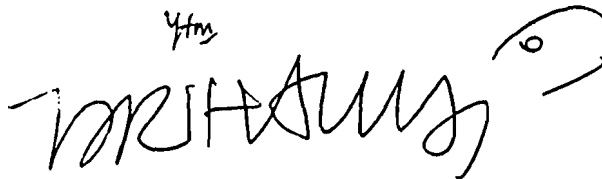
Demikian yang berkepentingan maklum

Yogyakarta, 10 Agustus 2005

Kepala Laboratorium Teknologi Bangunan

Jurusan Arsitektur

Universitas Islam Indonesia

Yms


Yulianto P Prihatmaji ST, MSA

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan dibawah ini teknisi Laboratorium Bahan Konstruksi Universitas Islam Indonesia menerangkan bahwa :

Nama : Mohd. Jazuli Iman Setia. S

No. Mhs : 00. 513. 064

Jurusan : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas : Universitas Islam Indonesia

Benar-benar telah selesai melakukan penelitian/tidak mempunyai tanggungan meminjam alat/administrasi pada Laboratorium Mekanika Bahan.

Surat keterangan ini kami buat untuk keperluan pengujian daya serap air panel board (penelitian Tugas Akhir).

Demikian yang berkepentingan maklum

Yogyakarta, 8 Agustus 2005
Laboratorium Bahan Konstruksi
Universitas Islam Indonesia

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII *Conor*
Conor

SURAT KETERANGAN

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

Nama : Mohd. Jazuli Iman Setia. S

No. Mhs : 00. 513. 064

Jurusan : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas : Universitas Islam Indonesia

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

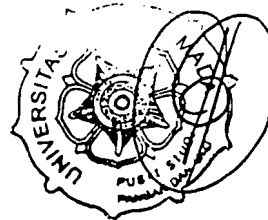
Surat keterangan ini kami buat untuk keperluan pengujian kuat lentur panel board (penelitian Tugas Akhir).

Demikian yang berkepentingan maklum

Yogyakarta, 9 Agustus 2005

Laboratorium Rekayasa Pangan dan Gizi

Pusat Antar Universitas UGM





**DATA PEMERIKSAAN
 BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Nama benda uji : KATALIS Di periksa Oleh :
 Asal : PERTAMINA 1. Emzita Hudaya
 Keperluan : Tugas Akhir 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	
Berat agregat (W)	400	Gram	400	Gram
Volume Air (V ₁)	600	Cc	600	Cc
Volume Air + Agregat (V ₂)	795		740	
Berat Jenis (B _j)	400		400	
$\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{795 - 600}$		$\frac{400}{740 - 600}$	
	= 2.05 gr / ml		= 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

Jl. Kallurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS

ngirim :
terima tanggal :
tepat asal : ~~Abdullah~~ Kertokus Pertamina
perluan : TUGAS AKHIR

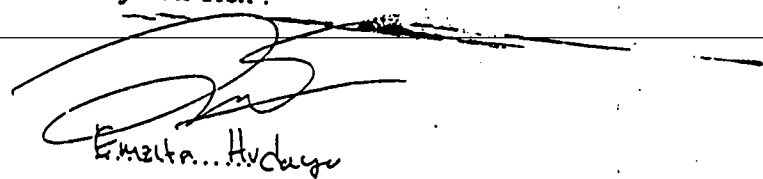
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
Berat tabung (W ₁) gram	5245	5225	5235
Berat tabung + Agregat kering (W ₂) gram	7396	7561	7478
Berat Agregat bersih (W ₃) (W ₂ -W ₁)	2151	2316	2233
Volume tabung (V)	1900	1900	1900
Berat isi padat = (W ₃ /V), gram/cm ³	1.13	1.22	1.17

ahkan

Yogyakarta, 2 Juli 2005

Dikerjakan oleh :

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII


E. Melta Huda



**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**

REKOR LAB. ANALITIK

No. : 822/HA-KA/G4/05
 Pengirim : Mohd. Jazuli Iman Setia, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
 Jumlah sampel : 1
 Penentuan : Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃ dan SiO₂ dalam sampel zeolit.
 Tgl. Analisis : 08 April 2005

NO	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			I	II	III	
1.	Zeolit	Al ₂ O ₃	275819,125	339899,629	307144,483	Atomic Absorption Spect.
2.		CaO	5245,492	5245,492	5109,024	"
3.		Fe ₂ O ₃	7029,216	6757,292	7029,216	"
4.		SiO ₂	631517,941	647945,992	642469,975	"

HASIL ANALISIS

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 Spect.
2.		Cu	16,878	16,878	16,446	"
3.		Pb	40,551	35,250	29,950	"
4.		Zn	19,139	19,620	19,380	"



LABORATORIUM KIMIA ANALITIK

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MAJU-BATAN

Terakreditasi sebagai Laboratorium Pengujian (LP-119-IDN)

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

Form-29/Sert/Uji

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

Hasil Pengujian Test Result

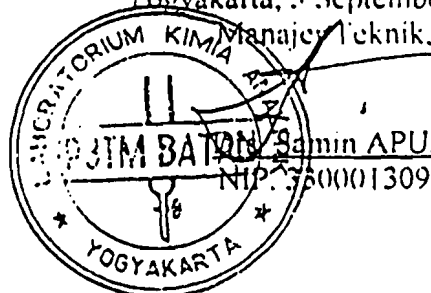
Nama Contoh	Kode	Label	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Keramik	443/P/KA	F ₁	Ni	µg/g	< 0,040	F-AAS
		F ₂	Ni	µg/g	< 0,040	F-AAS
		F ₃	Ni	µg/g	< 0,040	F-AAS
		F ₄	Ni	µg/g	< 0,040	F-AAS
		F ₅	Ni	µg/g	0,120 ± 0,010	F-AAS
Gypsum	443/P/KA	I	Ni	µg/g	0,160 ± 0,010	F-AAS
		II	Ni	µg/g	0,290 ± 0,010	F-AAS
		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
Note

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

Tabel Pengukuran Daya Serap Air

Sampel	Kode Sampel	Berat Kering (gram)	Berat Basah (Gram)	Daya Serap Air (%)	Daya Serap Air Rata-rata (%)
T1	T 1.1	560	723	29.1	28,3
	T 1.2	545	710	30.3	
	T 1.3	590	766	29.8	
	T 1.4	602	767.5	27.5	
	T 1.5	632	788.7	24.8	
T2	T 2.1	526	687	30.6	28.76
	T 2.2	566	727.3	28.5	
	T 2.3	550	710	29.1	
	T 2.4	573.5	735.8	28.3	
	T 2.5	567.3	722.2	27.3	
T3	T 3.1	581	745.4	28.3	28.96
	T 3.2	554	709	28	
	T 3.3	522.5	678	29.8	
	T 3.4	528	684	29.5	
	T 3.5	552.5	714	29.2	
T4	T 4.1	565	732	29.5	29.34
	T 4.2	560	732.5	30.8	
	T 4.3	590	760.5	28.9	
	T 4.4	574.2	736	28.2	
	T 4.5	578.2	747.6	29.3	
T5	T 5.1	533.4	692	29.8	29.47
	T 5.2	562	715	27.2	
	T 5.3	515	664	28.96	
	T 5.4	524	681	30	
	T 5.5	513.5	675	31.4	

Mengetahui,
 Laboratorium mekanika bahan
 Universitas Islam Indonesia

LABORATORIUM *Arif*
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII (Daruwatin).

Tabel Pengukuran Kuat Lentur

Sampel	Kode Sampel	Beban (N)	Beban (Kg)	Jarak Tumpuan (cm)	Lebar Benda (cm)	Tebal Benda (cm)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	Kuat Lentur Rata-rata (Kg/cm ²)
T1	T1.1	148	15.08	27	13	1	46.98	47.24
	T1.2	160.3	16.34	27	13	1	50.90	
	T1.3	177.4	18.08	27	13	1	56.33	
	T1.4	163.9	16.71	27	13	1	52.01	
	T1.5	88.43	9.01	27	13	1	28.07	
	T1.6	175.1	17.85	27	13	1	55.61	
	T1.7	171.5	17.48	27	13	1	54.46	
	T1.8	127.9	13.04	27	13	1	40.62	
	T1.9	137.9	14.06	27	13	1	43.80	
	T1.10	137.4	14.00	27	13	1	43.61	
T2	T2.1	171	17.43	27	13	1	54.30	53.63
	T2.2	146.2	14.9	27	13	1	46.42	
	T2.3	113.2	11.54	27	13	1	35.95	
	T2.4	159.2	16.23	27	13	1	50.56	
	T2.5	156.2	15.92	27	13	1	49.60	
	T2.6	196.9	20.07	27	13	1	62.53	
	T2.7	144.4	14.72	27	13	1	45.86	
	T2.8	155	15.80	27	13	1	49.22	
	T2.9	262.3	26.74	27	13	1	83.30	
	T2.10	184.5	18.81	27	13	1	58.60	
T3	T3.1	172.1	17.54	27	13	1	54.64	53.55
	T3.2	182.2	18.57	27	13	1	57.85	
	T3.3	206.3	21.03	27	13	1	65.52	
	T3.4	185.7	18.93	27	13	1	58.97	
	T3.5	173.3	17.67	27	13	1	55.05	
	T3.6	139.1	14.18	27	13	1	44.18	
	T3.7	180.4	18.39	27	13	1	57.29	
	T3.8	160.9	16.40	27	13	1	51.09	
	T3.9	135	13.76	27	13	1	42.87	
	T3.10	151.3	15.42	27	13	1	48.04	

T4	T4.1	150.9	15.38	27	13	1	47.91	49.32
	T4.2	150.9	15.38	27	13	1	47.91	
	T4.3	148	15.09	27	13	1	47.01	
	T4.4	160.3	16.34	27	13	1	50.90	
	T4.5	156.2	15.92	27	13	1	49.60	
	T4.6	143.3	14.61	27	13	1	45.52	
	T4.7	180.4	18.39	27	13	1	57.29	
	T4.8	142.1	14.48	27	13	1	45.11	
	T4.9	171.5	17.48	27	13	1	54.46	
	T4.10	149.7	15.26	27	13	1	47.54	
T5	T5.1	180.4	18.39	27	13	1	57.29	42.36
	T5.2	101.4	10.34	27	13	1	32.21	
	T5.3	140.9	14.36	27	13	1	44.74	
	T5.4	89.02	9.07	27	13	1	28.26	
	T5.5	143.8	14.66	27	13	1	45.67	
	T5.6	109.1	11.12	27	13	1	34.64	
	T5.7	189.8	19.35	27	13	1	60.28	
	T5.8	174.5	17.79	27	13	1	55.42	
	T5.9	122	12.44	27	13	1	38.75	
	T5.10	83.12	8.47	27	13	1	26.39	

Mengetahui,
 Laboratorium Rekayasa Pangan dan Gizi
 Pusat Antar Universitas-UGM



od Name: Ni Flame
 od Description: Ni Flame

Element: Ni

: 08/20/2005

nique: Flame
 length: 232.0 nm
 Current: 15

Calibration Equation: Zero Intercept: Linear
 Slit Width: 0.20 nm
 Energy: 64

le Info File: JAZULI.SIF Results Data Set: emzita Ni

o.	SampleID	Seq	El	Mean Signal (Absorbance)	Standard Dev Calibration	Mean Sample	Standard Deviation	Samp Units
1	Calib Blank	8	Ni	-0.000196	0.000326			mg/L
2	std 1	9	Ni	0.008182	0.000456			mg/L
3	std 2	10	Ni	0.019146	0.000929			mg/L
4	std 3	11	Ni	0.031059	0.001463			mg/L
5	std 4	12	Ni	0.039018	0.000530			mg/L
6	std 5	13	Ni	0.048181	0.000658			mg/L
7	T-11	32	Ni	0.002831		0.115936	0.013367	mg/L
8	T-12	33	Ni	0.002929		0.119953	0.009522	mg/L
9	T-13	34	Ni	0.002528		0.103521	0.013756	mg/L
10	T-21	35	Ni	0.003023		0.123787	0.010468	mg/L
11	T-22	36	Ni	0.002691		0.110185	0.004503	mg/L
12	T-23	37	Ni	0.002802		0.114750	0.021432	mg/L
13	T-31	38	Ni	0.003179		0.130177	0.006848	mg/L
14	T-32	39	Ni	0.002871		0.117580	0.006229	mg/L
15	T-33	40	Ni	0.003968		0.162494	0.006077	mg/L
16	T-41	41	Ni	0.002599		0.106442	0.009784	mg/L
17	T-42	42	Ni	0.002715		0.111189	0.008828	mg/L
18	T-43	43	Ni	0.004798		0.196453	0.011780	mg/L
19	T-51	44	Ni	0.037765		1.546428	0.015123	mg/L
20	T-52	45	Ni	0.007500		0.307095	0.012193	mg/L
21	T-53	46	Ni	0.006122		0.250678	0.011412	mg/L



=====
Mod Name: Cu Flame
Mod Description: Cu Flame

Element: Cu

Date: 07/28/2005

Modique: Flame

Wavelength: 324.8 nm

Current: 8

File Info File: JAZULI.SIF

Calibration Equation: Zero Intercept: Linear

Slit Width: 0.70 nm

Energy: 71

Results Data Set: emzita Cu

No.	SampleID	Seq	El	Mean Signal (Absorbance)	Standard Dev Calibration	Mean Sample	Standard Deviation	Samp Units
1	Calib Blank	1	Cu	-0.000013	0.000405			mg/L
2	std 1	2	Cu	0.038470	0.002722			mg/L
3	std 2	3	Cu	0.095978	0.000998			mg/L
4	std 3	4	Cu	0.135293	0.001512			mg/L
5	std 4	5	Cu	0.190646	0.000916			mg/L
6	std 5	6	Cu	0.246772	0.001037			mg/L
7	T11	7	Cu	0.003429		0.070600	0.006418	mg/L
8	T12	8	Cu	0.003418		0.070370	0.002085	mg/L
9	T13	9	Cu	0.002967		0.061098	0.003021	mg/L
10	T21	10	Cu	0.003944		0.081203	0.005219	mg/L
11	T22	11	Cu	0.003478		0.071610	0.007001	mg/L
12	T23	12	Cu	0.003768		0.077577	0.004980	mg/L
13	T31	13	Cu	0.004363		0.089833	0.002963	mg/L
14	T32	14	Cu	0.003618		0.074502	0.001052	mg/L
15	T33	15	Cu	0.003794		0.078128	0.001943	mg/L
16	T41	16	Cu	0.003707		0.076338	0.005099	mg/L
17	T42	17	Cu	0.003696		0.076108	0.003983	mg/L
18	T43	18	Cu	0.004456		0.091761	0.006090	mg/L
19	T51	19	Cu	0.005397		0.111133	0.001447	mg/L
20	T52	20	Cu	0.004396		0.090522	0.004843	mg/L
21	T53	21	Cu	0.004570		0.094102	0.005558	mg/L



Name: Pb Flame
Description: Analisa Pb

Element: Pb

7/26/2005

Source: Flame

Wavelength: 283.3 nm

Current: 5

Info File: JAZULI.SIF

Calibration Equation: Zero Intercept: Linear

Slit Width: 0.70 nm

Energy: 67

Results Data Set: emzita Pb

No.	SampleID	Seq	El	Mean Signal (Absorbance)	Standard Dev Calibration	Mean Sample	Standard Deviation	Samp Units
1	Calib Blank	1	Pb	-0.000239	0.000816			mg/L
2	std 1	2	Pb	0.018863	0.000549			mg/L
3	std 2	3	Pb	0.043825	0.001144			mg/L
4	std 3	4	Pb	0.058088	0.000639			mg/L
5	std 4	7	Pb	0.078540	0.000310			mg/L
6	std 5	6	Pb	0.106026	0.001213			mg/L
7	T11	8	Pb	0.004521		0.441147	0.014539	mg/L
8	T12	9	Pb	0.003123		0.304757	0.117194	mg/L
9	T13	10	Pb	0.004806		0.468991	0.050262	mg/L
10	T21	11	Pb	0.006244		0.609296	0.099064	mg/L
11	T22	12	Pb	0.005634		0.549694	0.076356	mg/L
12	T23	13	Pb	0.005391		0.525983	0.027083	mg/L
13	T31	23	Pb	0.007573		0.738943	0.059772	mg/L
14	T32	15	Pb	0.007100		0.692827	0.210436	mg/L
15	T33	16	Pb	0.007152		0.697830	0.035888	mg/L
16	T41	17	Pb	0.006938		0.676947	0.026527	mg/L
17	T42	18	Pb	0.007058		0.688694	0.011607	mg/L
18	T43	19	Pb	0.007308		0.713057	0.021116	mg/L
19	T51	20	Pb	0.007361		0.718278	0.047612	mg/L
20	T52	21	Pb	0.007381		0.720236	0.041827	mg/L
21	T53	22	Pb	0.007500		0.731765	0.106618	mg/L



No	KODE SAMPEL	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			I	II	III	
0.		Zn	0,020	0,022	0,039	"
1.		Cr	0,060	0,050	0,021	"
2.	Pasir-Katalis 0,8	Cu	0,052	0,041	0,041	"
3.		Ni	0,441	0,261	0,171	"
4.		Pb	0,102	ttd	0,264	"
5.		Zn	0,041	0,029	0,044	"
6.		Cr	0,088	0,021	0,031	"
7.	Pasir-Katalis 1,0	Cu	0,041	0,041	0,041	"
8.		Ni	0,126	0,261	0,081	"
9.		Pb	0,102	0,102	0,102	"
0.		Zn	0,090	0,085	0,094	"
1.	T 32	Cr	0,281	0,262	0,242	"
2.		Cu	0,064	0,052	0,064	"
3.		Ni	0,441	0,351	0,576	"
4.		Pb	0,264	0,020	0,346	"
5.		Zn	0,027	0,015	0,034	"

terangin

1. tidak terdeteksi di bawah limit kuantitas

PERHITUNGAN DAYA SERAP AIR

1. Perhitungan Daya Serap Air Tahap 1

Dengan menggunakan Persamaan 5 :

$$\text{Daya serap air} = \frac{\text{Beratbasah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

$$\text{Daya serap air T1.1} = \frac{(723 - 560)}{560} \times 100\% = 29,1\%$$

$$\text{Daya serap air T1.2} = \frac{(710 - 545)}{545} \times 100\% = 30,3 \%$$

$$\text{Daya serap air T1.3} = \frac{(766 - 590)}{590} \times 100\% = 29,8 \%$$

$$\text{Daya serap air T1.4} = \frac{(767,5 - 602)}{602} \times 100\% = 27,5 \%$$

$$\text{Daya serap air T1.5} = \frac{(788,7 - 632)}{632} \times 100\% = 24,8 \%$$

$$\text{Daya Serap Air Rata-rata pada T1} = \frac{(29,1 + 30,3 + 29,8 + 27,5 + 24,8)\%}{5} = 28,3 \%$$

2. Perhitungan Daya Serap Air Tahap 2

Dengan menggunakan Persamaan 5 :

$$\text{Daya serap air} = \frac{\text{Beratbasah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

$$\text{Daya serap air T2.1} = \frac{(687 - 526)}{526} \times 100\% = 30,6 \%$$

$$\text{Daya serap air T2.2} = \frac{(727,3 - 566)}{566} \times 100\% = 28,5 \%$$

$$\text{Daya serap air T2.3} = \frac{(766 - 590)}{590} \times 100\% = 29,1 \%$$

$$\text{Daya serap air T2.4} = \frac{(735,8 - 573,5)}{573,5} \times 100\% = 28,3 \%$$

$$\text{Daya serap air T2.5} = \frac{(722,2 - 567,3)}{567,3} \times 100\% = 27,3 \%$$

$$\text{Daya Serap Air Rata-rata pada T2} = \frac{(30,6 + 28,5 + 29,1 + 28,3 + 27,3)\%}{5} = 28,76 \%$$

3. Perhitungan Daya Serap Air Tahap 3

Dengan menggunakan Persamaan 5 :

$$\text{Daya serap air} = \frac{\text{Beratbasah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

$$\text{Daya serap air T3.1} = \frac{(745,4 - 581)}{581} \times 100\% = 28,3 \%$$

$$\text{Daya serap air T3.2} = \frac{(709 - 554)}{554} \times 100\% = 28 \%$$

$$\text{Daya serap air T3.3} = \frac{(678 - 522,5)}{522,5} \times 100\% = 29,8 \%$$

$$\text{Daya serap air T3.4} = \frac{(684 - 528)}{528} \times 100\% = 29,5 \%$$

$$\text{Daya serap air T3.5} = \frac{(714 - 552,5)}{552,5} \times 100\% = 29,2 \%$$

$$\text{Daya Serap Air Rata-rata pada T3} = \frac{(28,3 + 28 + 29,8 + 29,5 + 29,2)\%}{5} = 28,96 \%$$

4. Perhitungan Daya Serap Air pada Tahap 4

Dengan menggunakan Persamaan 5 :

$$\text{Daya serap air} = \frac{\text{Beratbasah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

$$\text{Daya serap air T4.1} = \frac{(732 - 565)}{565} \times 100\% = 29,5 \%$$

$$\text{Daya serap air T4.2} = \frac{(732,5 - 560)}{560} \times 100\% = 30,8 \%$$

$$\text{Daya serap air T4.3} = \frac{(760,5 - 590)}{590} \times 100\% = 28,9 \%$$

$$\text{Daya serap air T4.4} = \frac{(736 - 574,2)}{574,2} \times 100\% = 28,2 \%$$

$$\text{Daya serap air T4.5} = \frac{(747,6 - 578,2)}{632} \times 100\% = 29,3 \%$$

$$\text{Daya Serap Air Rata-rata pada T4} = \frac{(29,5 + 30,8 + 28,9 + 28,2 + 29,3)\%}{5} = 29,34 \%$$

5. Perhitungan Daya Serap Air pada Tahap 5

Dengan menggunakan Persamaan 5 :

$$\text{Daya serap air} = \frac{\text{Beratbasah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

$$\text{Daya serap air T5.1} = \frac{(692 - 533,4)}{533,4} \times 100\% = 29,8\%$$

$$\text{Daya serap air T5.2} = \frac{(715 - 562)}{562} \times 100\% = 27,2 \%$$

$$\text{Daya serap air T5.3} = \frac{(664 - 515)}{515} \times 100\% = 28,96 \%$$

$$\text{Daya serap air T5.4} = \frac{(681 - 524)}{524} \times 100\% = 30 \%$$

$$\text{Daya serap air T5.5} = \frac{(675 - 513,5)}{513,5} \times 100\% = 31,4 \%$$

$$\text{Daya Serap Air Rata-rata pada T5} = \frac{(29,8 + 27,2 + 28,96 + 30 + 31,4)\%}{5} = 29,47 \%$$

PERHITUNGAN KUAT LENTUR

Perhitungan kuat lentur *panel board* menggunakan Persamaan 4 : $\sigma = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2}$

1. Perhitungan Kuat Lentur *Panel Board* Tahap 1

$$\text{Kuat Lentur T1.1} = \frac{3 \times 15,08 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 46,98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T1.2} = \frac{3 \times 16,34 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 50,90 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T1.3} = \frac{3 \times 18,08 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 56,33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T1.4} = \frac{3 \times 16,71 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 52,01 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T1.5} = \frac{3 \times 9,01 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 28,07 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T1.6} = \frac{3 \times 17,85 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 55,61 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T1.7} = \frac{3 \times 17,48 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 54,46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T1.8} = \frac{3 \times 13,04 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 40,62 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T1.9} = \frac{3 \times 14,06 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 43,80 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T1.10} = \frac{3 \times 14,00 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 43,61 \text{ Kg/cm}^2$$

2. Perhitungan Kuat Lentur *Panel Board* Tahap 2

$$\text{Kuat Lentur T2.1} = \frac{3 \times 17,43 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 54,30 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T2.2} = \frac{3 \times 14,9 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 46,42 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T2.3} = \frac{3 \times 11,54 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 35,95 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T2.4} = \frac{3 \times 16,23 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 50,56 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T2.5} = \frac{3 \times 15,92 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 49,60 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T2.6} = \frac{3 \times 20,07 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 62,53 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T2.7} = \frac{3 \times 14,72 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 45,86 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T2.8} = \frac{3 \times 15,80 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 49,22 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T2.9} = \frac{3 \times 26,74 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 83,80 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T2.10} = \frac{3 \times 18,81 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 58,60 \text{ Kg/cm}^2$$

3. Perhitungan Kuat Lentur *Panel Board* Tahap 3

$$\text{Kuat Lentur T3.1} = \frac{3 \times 17,54 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 54,64 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T3.2} = \frac{3 \times 18,57 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 57,85 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T3.3} = \frac{3 \times 21,03 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 65,52 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T3.4} = \frac{3 \times 18,93 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 58,97 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T3.5} = \frac{3 \times 17,67 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 55,05 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T3.6} = \frac{3 \times 14,18 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 44,18 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T3.7} = \frac{3 \times 18,39 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 57,29 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T3.8} = \frac{3 \times 16,40 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 51,09 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T3.9} = \frac{3 \times 13,76 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 42,87 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T3.10} = \frac{3 \times 15,42 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 48,04 \text{ Kg/cm}^2$$

4. Perhitungan Kuat Lentur *Panel Board* Tahap 4

$$\text{Kuat Lentur T4.1} = \frac{3 \times 15,08 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 47,91 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T4.2} = \frac{3 \times 16,34 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 47,91 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T4.3} = \frac{3 \times 18,08 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 47,01 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T4.4} = \frac{3 \times 16,71 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 50,90 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T4.5} = \frac{3 \times 9,01 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 49,60 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T4.6} = \frac{3 \times 17,85 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 45,52 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T4.7} = \frac{3 \times 17,48 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 57,29 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T4.8} = \frac{3 \times 13,04 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 45,11 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T4.9} = \frac{3 \times 14,06 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 54,46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T4.10} = \frac{3 \times 14,00 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 47,54 \text{ Kg/cm}^2$$

5. Perhitungan Kuat Lentur *Panel Board* Tahap 5

$$\text{Kuat Lentur T5.1} = \frac{3 \times 18,39 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 57,29 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T5.2} = \frac{3 \times 10,34 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 32,21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T5.3} = \frac{3 \times 14,36 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 44,74 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T5.4} = \frac{3 \times 9,07 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 28,26 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T5.5} = \frac{3 \times 14,66 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 45,67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T5.6} = \frac{3 \times 11,12 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 34,64 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T5.7} = \frac{3 \times 19,35 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 60,28 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T5.8} = \frac{3 \times 17,79 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 55,42 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T5.9} = \frac{3 \times 12,44 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 38,75 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur T5.10} = \frac{3 \times 8,47 \times 27}{2 \times 13 \times 1^2} = 26,39 \text{ Kg/cm}^2$$

Efisiensi Immobilisasi Logam Berat Cr

Kode Sampel	Nomor Sampel	Sampel Awal		Massa Katalis (kg)	Kadar Cr		Sampel Akhir		Massa Cuplikan Panel (kg)	Massa Sampel Panel (kg)	Kadar Cr		Efisiensi (%)
		Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)		Input (mg)	Rata2 (mg)	Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)			Output (mg)	Rata2 (mg)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	1	18.627	1862.7	0	0		0.147610	14.7610	0.01	0.6	8.857		
	2	18.627	1862.7	0	0	0	0.157983	15.7983	0.01	0.6	9.479	8.699	
	3	18.627	1862.7	0	0		0.129334	12.9334	0.01	0.6	7.76		
T2	1	18.627	1862.7	0.06	111.76		0.327574	32.7574	0.01	0.6	19.654		
	2	18.627	1862.7	0.06	111.76	111.76	0.317695	31.7695	0.01	0.6	19.062	18.289	83.64
	3	18.627	1862.7	0.06	111.76		0.269205	26.9205	0.01	0.6	16.152		
T3	1	18.627	1862.7	0.12	223.52		0.296043	29.6043	0.01	0.6	17.763		
	2	18.627	1862.7	0.12	223.52	223.52	0.264513	26.4513	0.01	0.6	15.871	18.454	91.74
	3	18.627	1862.7	0.12	223.52		0.362151	36.2151	0.01	0.6	21.729		
T4	1	18.627	1862.7	0.18	335.29		0.339264	33.9264	0.01	0.6	20.356		
	2	18.627	1862.7	0.18	335.29	335.29	0.305511	30.5511	0.01	0.6	18.331	19.737	94.11
	3	18.627	1862.7	0.18	335.29		0.342064	34.2064	0.01	0.6	20.524		
T5	1	18.627	1862.7	0.24	447.05		0.403890	40.3890	0.01	0.6	24.233		
	2	18.627	1862.7	0.24	447.05	447.05	0.390389	39.0389	0.01	0.6	23.423	24.826	94.45
	3	18.627	1862.7	0.24	447.05		0.447029	44.7029	0.01	0.6	26.822		

Keterangan :

Kolom 4 = Kolom 3 × 100

Kolom 6 = (Kolom 4 × Kolom 5)

Kolom 9 = Kolom 8 × 100

Kolom 12 = ((Kolom 9 × Kolom 10)) × (Kolom 11/Kolom 10)

Kolom 14 = ((Kolom 7 – Kolom 12)/(Kolom 7)) × 100%

Efisiensi Immobilisasi Logam Berat Zn

Kode Sampel	Nomor Sampel	Sampel Awal		Massa Katalis (kg)	Kadar Cr		Sampel Akhir		Massa Cuplikan Panel (mg)	Massa Sampel Panel (mg)	Kadar Cr		Efisiensi (%)
		Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)		Input (mg)	Rata2 (mg)	Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)			Output (mg)	Rata2 (mg)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	1	19.379	1937.9	0	0		0.310454	0.00	0.01	0.6	0.00		
	2	19.379	1937.9	0	0	0	0.056535	5.6535	0.01	0.6	3.392	2.755	
	3	19.379	1937.9	0	0		0.035294	3.5294	0.01	0.6	2.118		
T2	1	19.379	1937.9	0.06	116.27		0.050946	5.0946	0.01	0.6	3.057		
	2	19.379	1937.9	0.06	116.27	116.27	0.040326	4.0326	0.01	0.6	2.419	2.546	97.81
	3	19.379	1937.9	0.06	116.27		0.036036	3.6036	0.01	0.6	2.162		
T3	1	19.379	1937.9	0.12	232.55		0.042320	4.2320	0.01	0.6	2.539		
	2	19.379	1937.9	0.12	232.55	232.55	0.032534	3.2534	0.01	0.6	1.952	2.468	98.94
	3	19.379	1937.9	0.12	232.55		0.048534	4.8534	0.01	0.6	2.912		
T4	1	19.379	1937.9	0.18	348.82		0.043062	4.3062	0.01	0.6	2.584		
	2	19.379	1937.9	0.18	348.82	348.82	0.025670	2.5670	0.01	0.6	1.540	2.434	99.30
	3	19.379	1937.9	0.18	348.82		0.052987	5.2987	0.01	0.6	3.179		
T5	1	19.379	1937.9	0.24	465.1		0.327335	0.00	0.01	0.6	0.00		
	2	19.379	1937.9	0.24	465.1	465.1	0.074877	7.4877	0.01	0.6	4.493	4.711	98.99
	3	19.379	1937.9	0.24	465.1		0.082135	8.2135	0.01	0.6	4.928		

Keterangan :

- * = Data tidak digunakan
- Kolom 4 = Kolom 3 × 100
- Kolom 6 = (Kolom 4 × Kolom 5)
- Kolom 9 = Kolom 8 × 100
- Kolom 12 = ((Kolom 9 × Kolom 10)) × (Kolom 11/Kolom 10)
- Kolom 14 = ((Kolom 7 – Kolom 12)/(Kolom 7)) × 100%

Efisiensi Immobilisasi Logam Berat Cu

Kode Sampel	Nomor Sampel	Sampel Awal		Massa Katalis (kg)	Kadar Cr		Sampel Akhir		Massa Cuplikan Panel (mg)	Massa Sampel Panel (mg)	Kadar Cr		Efisiensi (%)
		Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)		Input (mg)	Rata2 (mg)	Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)			Output (mg)	Rata2 (mg)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	1	16.734	1673.4	0	0		0.070600	7.0600	0.01	0.6	4.236		
	2	16.734	1673.4	0	0	0	0.070370	7.0370	0.01	0.6	4.222	4.041	
	3	16.734	1673.4	0	0		0.061098	6.1098	0.01	0.6	3.666		
T2	1	16.734	1673.4	0.06	100.40		0.081203	8.1203	0.01	0.6	4.872		
	2	16.734	1673.4	0.06	100.40	100.40	0.071610	7.1610	0.01	0.6	4.296	4.608	95.41
	3	16.734	1673.4	0.06	100.40		0.077577	7.7577	0.01	0.6	4.655		
T3	1	16.734	1673.4	0.12	200.81		0.089833	8.9833	0.01	0.6	5.389		
	2	16.734	1673.4	0.12	200.81	200.81	0.074502	7.4502	0.01	0.6	4.470	4.849	97.58
	3	16.734	1673.4	0.12	200.81		0.078128	7.8128	0.01	0.6	4.688		
T4	1	16.734	1673.4	0.18	301.21		0.076338	7.6338	0.01	0.6	4.580		
	2	16.734	1673.4	0.18	301.21	301.21	0.076108	7.6108	0.01	0.6	4.566	4.884	98.38
	3	16.734	1673.4	0.18	301.21		0.091761	9.1761	0.01	0.6	5.506		
T5	1	16.734	1673.4	0.24	401.62		0.111133	11.1133	0.01	0.6	6.668		
	2	16.734	1673.4	0.24	401.62	401.62	0.090522	9.0522	0.01	0.6	5.431	5.915	98.53
	3	16.734	1673.4	0.24	401.62		0.094102	9.4102	0.01	0.6	5.646		

Keterangan :

Kolom 4 = Kolom 3 × 100

Kolom 6 = (Kolom 4 × Kolom 5)

Kolom 9 = Kolom 8 × 100

Kolom 12 = ((Kolom 9 × Kolom 10) × (Kolom 11/Kolom 10))

Kolom 14 = ((Kolom 7 – Kolom 12)/(Kolom 7)) × 100%

Efisiensi Immobilisasi Logam Berat Pb

Kode Sampel	Nomor Sampel	Sampel Awal		Massa Katalis (kg)	Kadar Cr		Sampel Akhir		Massa Cuplikan Panel (mg)	Massa Sampel Panel (mg)	Kadar Cr		Efisiensi (%)
		Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)		Input (mg)	Rata2 (mg)	Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)			Output (mg)	Rata2 (mg)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	1	35.250	3525	0	0		0.441147	44.1147	0.01	0.6	26.469		
	2	35.250	3525	0	0	0	0.304757	30.4757	0.01	0.6	18.285	24.298	
	3	35.250	3525	0	0		0.468991	46.8991	0.01	0.6	28.139		
T2	1	35.250	3525	0.06	211.5		0.609296	60.9296	0.01	0.6	36.558		
	2	35.250	3525	0.06	211.5	211.5	0.549694	54.9694	0.01	0.6	32.982	33.699	84.07
	3	35.250	3525	0.06	211.5		0.525983	52.5983	0.01	0.6	31.559		
T3	1	35.250	3525	0.12	423		0.738943	73.8934	0.01	0.6	44.336		
	2	35.250	3525	0.12	423	423	0.692827	69.2827	0.01	0.6	41.569	42.591	89.93
	3	35.250	3525	0.12	423		0.697830	69.7830	0.01	0.6	41.869		
T4	1	35.250	3525	0.18	634.5		0.676947	67.6947	0.01	0.6	40.617		
	2	35.250	3525	0.18	634.5	634.5	0.688694	68.8694	0.01	0.6	41.322	42.296	93.38
	3	35.250	3525	0.18	634.5		0.713057	71.3057	0.01	0.6	42.783		
T5	1	35.250	3525	0.24	846		0.718278	71.8278	0.01	0.6	43.097		
	2	35.250	3525	0.24	846	846	0.720236	72.0236	0.01	0.6	43.214	43.406	94.87
	3	35.250	3525	0.24	846		0.731765	73.1765	0.01	0.6	43.906		

Keterangan :

Kolom 4 = Kolom 3 × 100

Kolom 6 = (Kolom 4 × Kolom 5)

Kolom 9 = Kolom 8 × 100

Kolom 12 = ((Kolom 9 × Kolom 10)) × (Kolom 11/Kolom 10)

Kolom 14 = ((Kolom 7 - Kolom 12)/(Kolom 7)) × 100%

Efisiensi Immobilisasi Logam Berat Ni

Kode Sampel	Nomor Sampel	Sampel Awal		Massa Katalis (kg)	Kadar Cr		Sampel Akhir		Massa Cuplikan Panel (mg)	Massa Sampel Panel (mg)	Kadar Cr		Efisiensi (%)
		Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)		Input (mg)	Rata2 (mg)	Konsentrasi Pengukuran (mg/l)	Massa Pengukuran (mg/kg)			Output (mg)	Rata2 (mg)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1	1	12750	1275000	0	0		0.115936	11.5936	0.01	0.6	6.956		
	2	12750	1275000	0	0	0	0.119953	11.9953	0.01	0.6	7.197	6.788	
	3	12750	1275000	0	0		0.103521	10.3521	0.01	0.6	6.211		
T2	1	12750	1275000	0.06	76500		0.123787	12.3787	0.01	0.6	7.427		
	2	12750	1275000	0.06	76500	76500	0.110185	11.0185	0.01	0.6	6.611	6.974	99.99
	3	12750	1275000	0.06	76500		0.114750	11.4750	0.01	0.6	6.885		
T3	1	12750	1275000	0.12	153000		0.130177	13.0177	0.01	0.6	7.811		
	2	12750	1275000	0.12	153000	153000	0.117580	11.7580	0.01	0.6	7.055	8.205	99.99
	3	12750	1275000	0.12	153000		0.162494	16.2494	0.01	0.6	9.749		
T4	1	12750	1275000	0.18	229500		0.106442	10.6442	0.01	0.6	6.386		
	2	12750	1275000	0.18	229500	229500	0.111189	11.1189	0.01	0.6	6.671	8.281	99.99
	3	12750	1275000	0.18	229500		0.196453	19.6453	0.01	0.6	11.787		
T5	1	12750	1275000	0.24	306000		1.546428	0.00	0.01	0.6	0.00		
	2	12750	1275000	0.24	306000	306000	0.307095	30.7095	0.01	0.6	18.426	16.733	99.99
	3	12750	1275000	0.24	306000		0.250678	25.0678	0.01	0.6	15.041		

Keterangan :

= Data tidak digunakan

Kolom 4 = Kolom 3 × 100

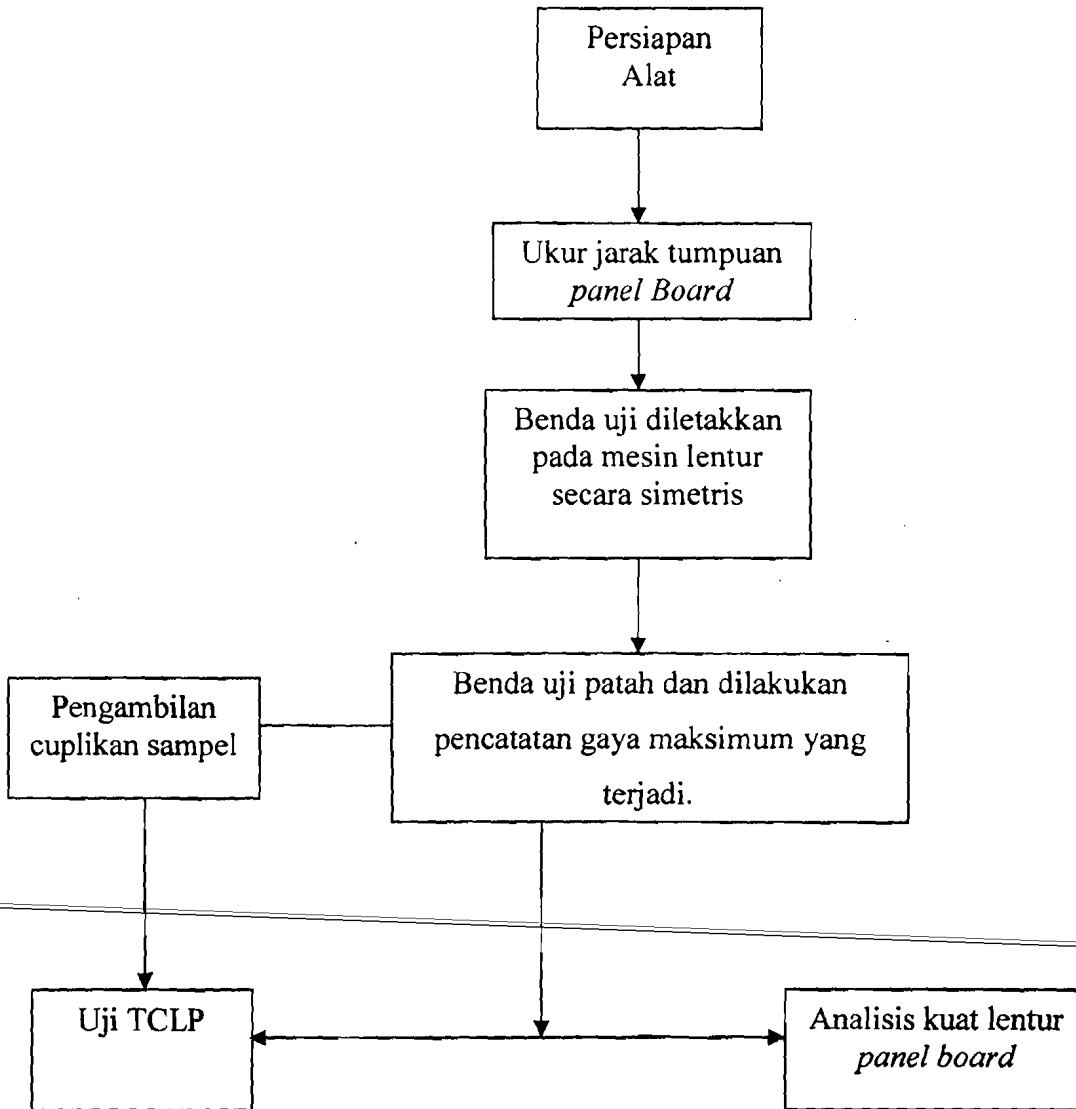
Kolom 6 = (Kolom 4 × Kolom 5)

Kolom 9 = Kolom 8 × 100

Kolom 12 = ((Kolom 9 × Kolom 10)) × (Kolom 11/Kolom 10)

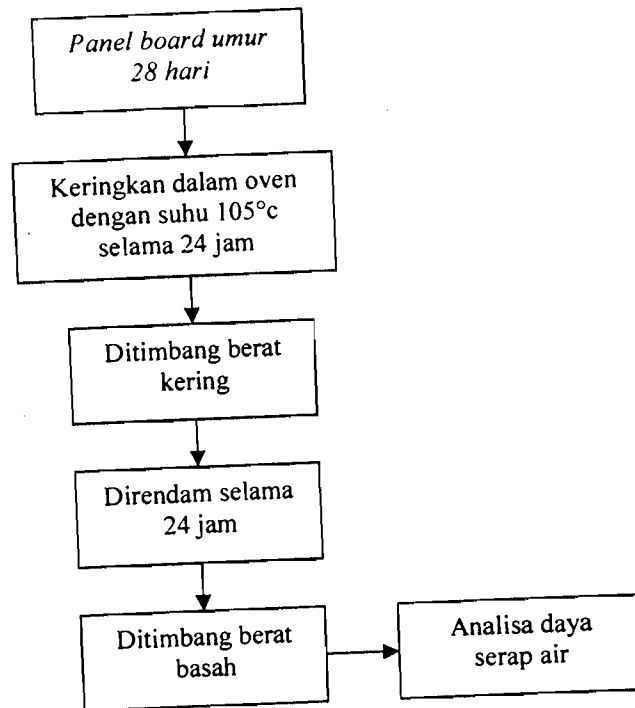
Kolom 14 = ((Kolom 7 - Kolom 12)/(Kolom 7)) × 100%

Pelaksanaan Pengujian Kuat Lentur



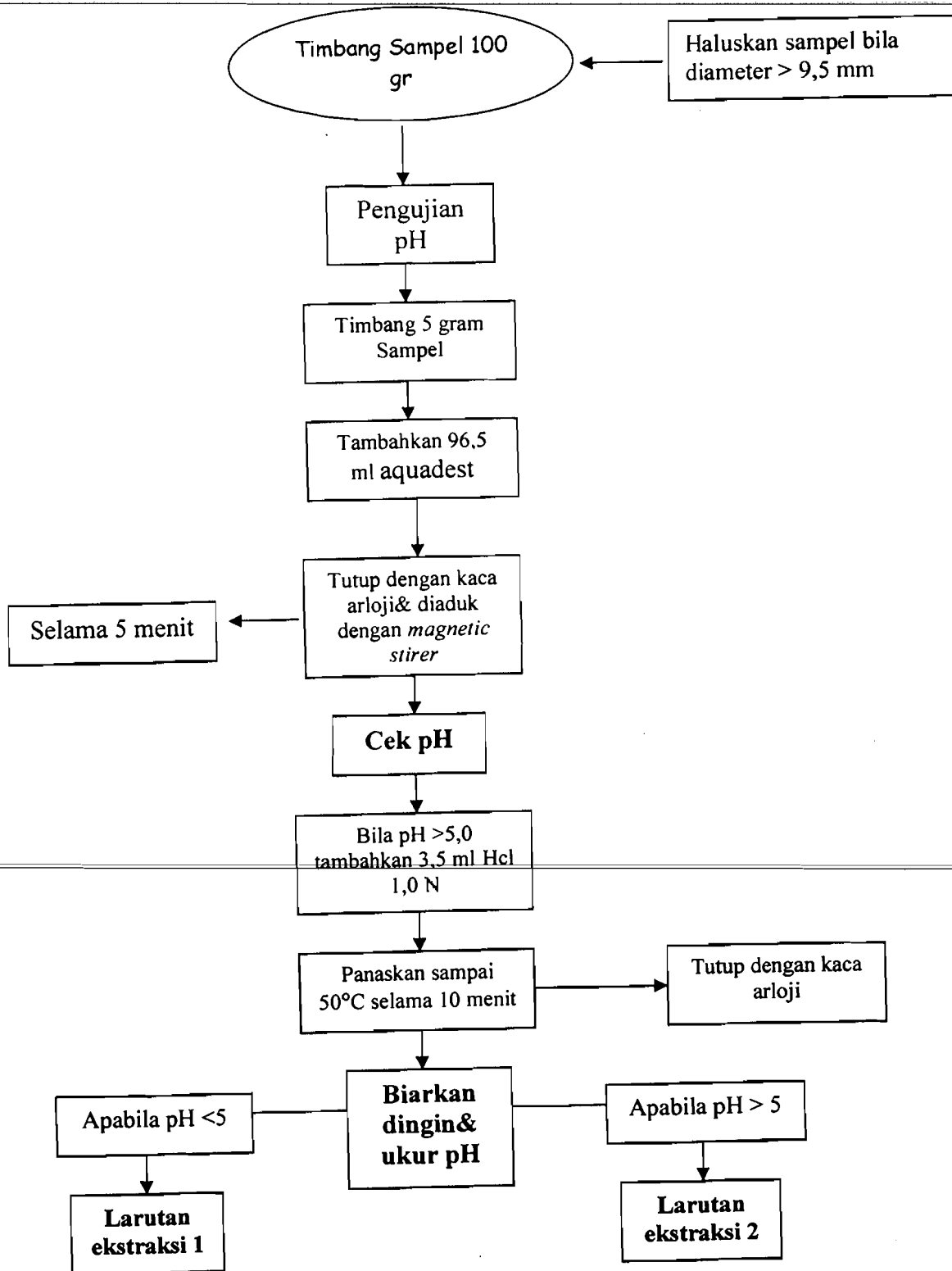
Gambar 3.3 Tahapan Pengujian Kuat Lentur

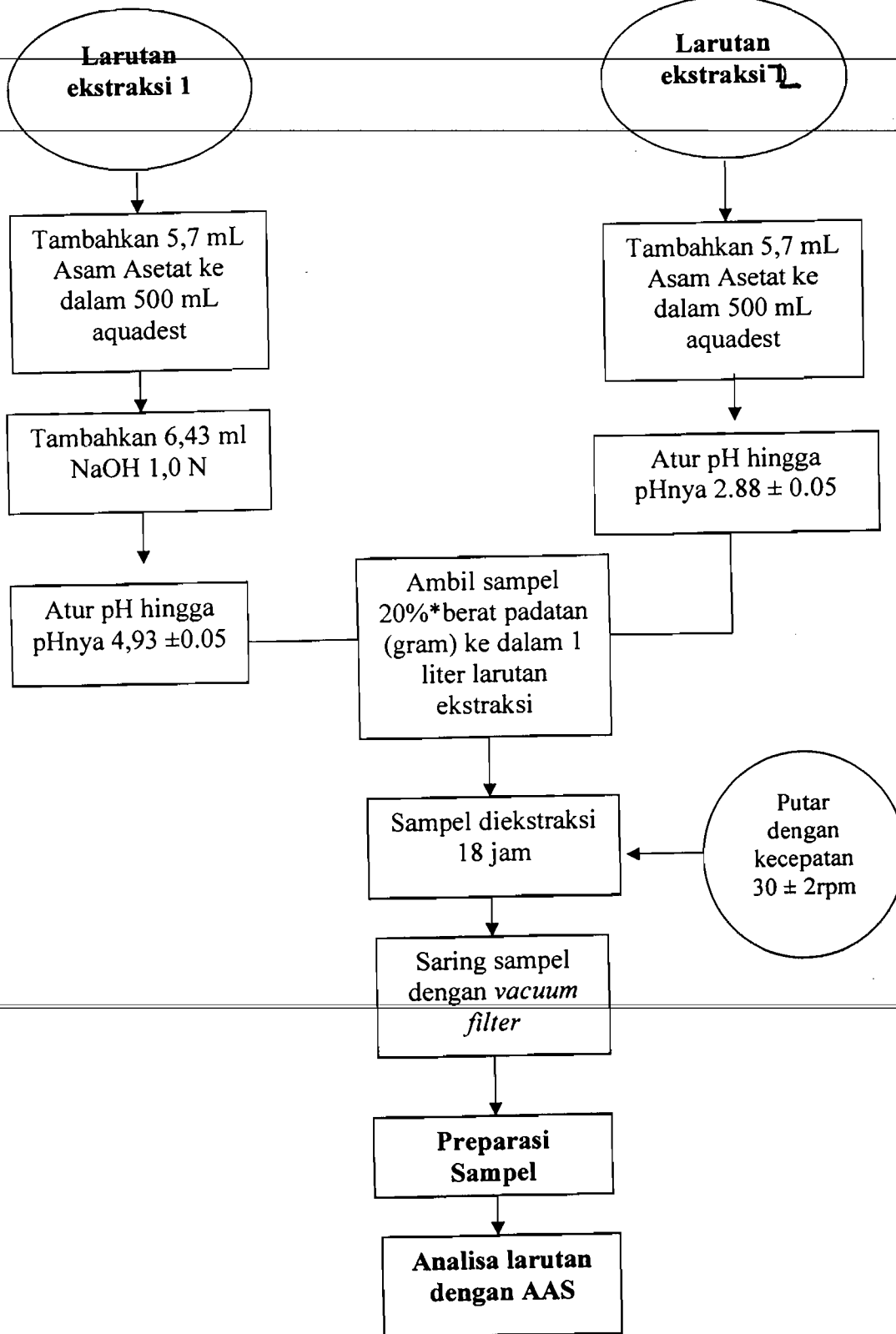
Pelaksanaan pengujian Daya Serap Air



Tahapan Pengujian Daya Serap Air

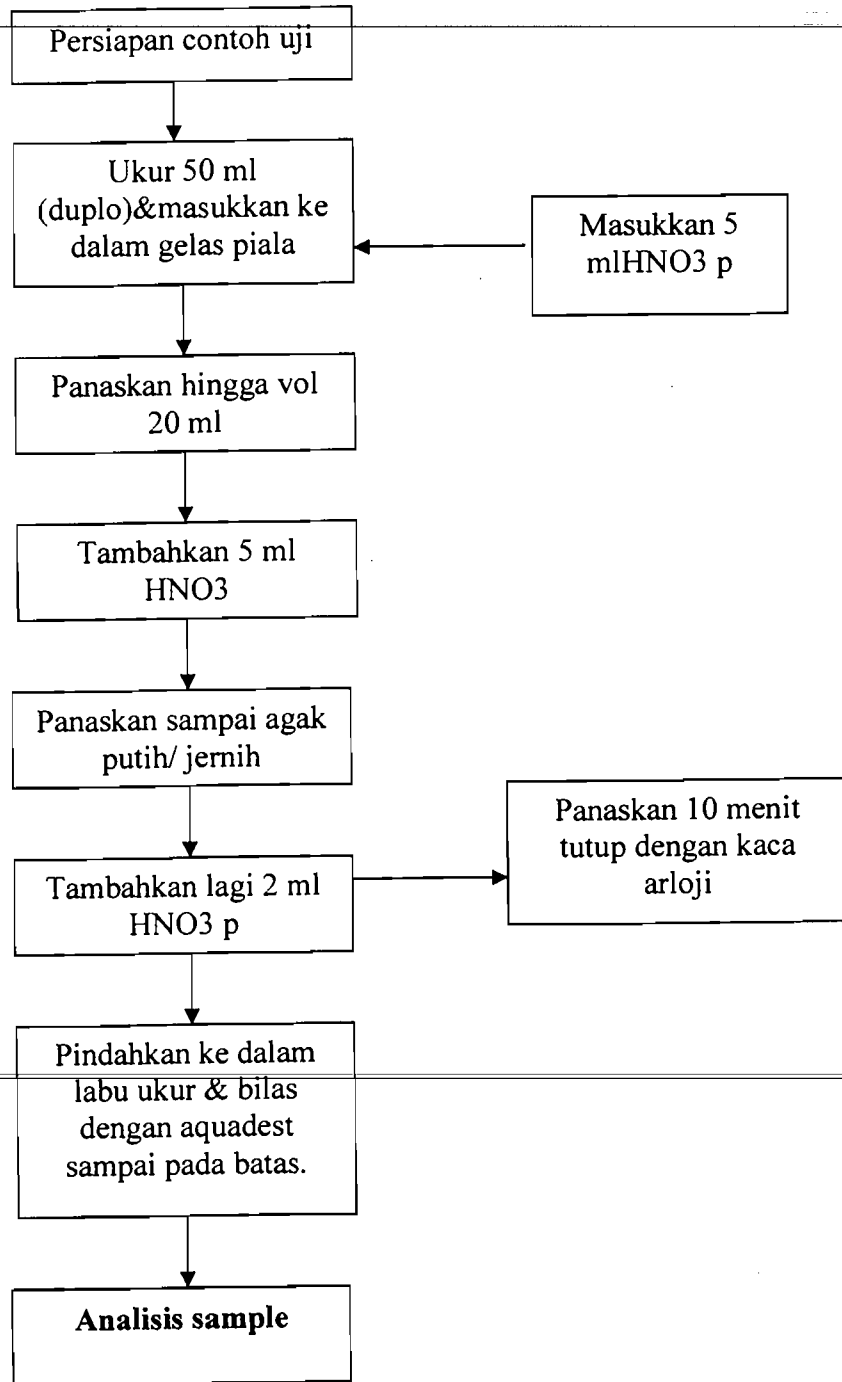
Pelaksanaan Analisa *Leachate*/Lindi dengan metode TCLP





Gambar 3.5 Tahapan Pengujian *Leachate/Lindi*

Pelaksanaan Preparasi Sample



Tahapan Preparasi Sampel

NONVOLATILE TCLP EXTRACTION

Perform Preliminary Evaluations (PE) if necessary to determine:

1. Amount of sample (solid or liquid phase) required for the procedure.

2. Enough solids (TCLP) to maintain a minimum amount of the volume of the TCLP extract and be sufficient to support all of the analytical chemistry.

3. The required TCLP extract volume = sample volume for each test + volume for maintenance.

If the **Percent solids**, as determined in the Preliminary Evaluations, is $< 0.5\%$ then:

1. Generate the required volume for analysis by filtering the sample through the filtration device using the procedure as described in **Instructions for Filtering samples**. The filtrate is the TCLP extract. If two phases are present after filtration, process each phase separately and combine the results mathematically.

2. Record the pH of the extract. Aliquot and preserve the extract for sample extraction and analysis. Store extract at 4 °C.

If the **Percent solids**, as determined in the Preliminary Evaluations, is $> 0.5\%$ then:

1. Calculate the amount of sample to generate the required TCLP extract volume.

a. Amount of sample required for extraction = [(Required TCLP extract volume)/(1 + 19 x Percent solids)]

2. Weigh out the appropriate amount of sample.

1. Proceed to **Particle size reduction** if necessary to reduce the particle size of the sample.

If the **Percent solids**, as determined in the Preliminary Evaluations, is $\geq 0.5\%$ and $< 100\%$, then:

1. Transfer the sample to the filtration device and separate the liquid phase from the solid phase as described in **Instructions for Filtering samples**. Save the filtrate for recombination with the sample extract or for independent analysis.

Proceed to **Particle size reduction** if necessary to reduce the particle size of the solid phase of the sample.

1. After the particle size of the sample or solid phase has been reduced to meet method requirements, transfer the material (including the filter used to separate the phases) to the extraction vessel.

2. **Note:** A plastic extraction vessel can be used for extracting inorganic analytes. A glass extraction vessel must be used for extracting the organic compounds.

1. Refer to **Extraction fluid determination** for the appropriate extraction fluid.

2. Two methods can be used to calculate the weight of extraction fluid: Wt. of extraction fluid =

a. $[20 \times (\text{Percent solids}) \times (\text{sample wt.})]$ if **Percent solids** is = 100%.

b. $[20 \times (\text{sample wt.} - \text{wt. of filtrate})]$ if **Percent solids** is $\geq 0.5\%$ and $< 100\%$.

Note: Because subsampling errors can occur between the original determination of the **Percent solids** and the selection of the weight of the multiphase sample for filtration and extraction, calculate the actual weight of filtered solids at the time the material is separated for extraction.

3. Prepare the appropriate extraction fluid as follows:

a. Extraction fluid #1: Add 5.7 ml of acetic acid for every liter of extraction fluid required to 500 ml of laboratory grade water, add 64.3 ml of 1 N NaOH for every liter of extraction fluid required and dilute to the final volume. Use a pH meter to adjust if necessary, the pH of the solution to 4.93 ± 0.05 with acetic acid or 1 N NaOH.

b. Extraction fluid #2: Add 5.7 ml of acetic acid for every liter of extraction fluid required to 500 ml of laboratory grade water and dilute to the final volume. Use a pH meter to adjust if necessary, the pH of the solution to 2.88 ± 0.05 with acetic acid or 1 N NaOH.

4. Add the extraction fluid to the extraction vessel.

5. Wrap Teflon tape around the threads of the extraction vessel.

6. Close the extraction vessel.

7. Place the extraction vessel in the TCLP rotation device, secure the vessel, and rotate the vessel at 30 rpm for 18 ± 2 hrs.

8. Ambient temperature in the extraction room shall be maintained at 23 ± 2 °C during agitation.

9. **Note:** As agitation continues, pressure may build up within the vessel for some types of solids. To relieve excess pressure, the extractor vessel may be periodically opened inside a fume hood.

10. Filter the sample as described in **Instructions for Filtering samples**. The filter may be changed, if necessary to facilitate filtration.

11. Save filtrate and discard solids.

If the **Percent solids** = 100%

1. Record the pH of the TCLP extract and aliquot and preserve the extract for sample extraction and analysis. Store extract at 4 °C.

If original sample contained one or more liquid phase(s) and the extract is *miscible* with the filtrate,

1. Combine the extract with filtrate, this becomes the TCLP extract

2. Record the pH of the TCLP extract and aliquot and preserve the extract for sample extraction and analysis. Store extract at 4 °C.

If original sample contained one or more liquid phase(s) and the extract is *not miscible* with the filtrate,

1. Record the pH of the extract.

2. Record the pH of the filtrate

3. Aliquot and preserve the extract and filtrate separately for sample extraction and analysis. Store extract and filtrate at 4 °C

4. Combine results from the analyses for the extract and filtrate mathematically according to the volume ratio of the original phases

a. Final analyte concentration = $[(V_1) \times (C_1) + (V_2) \times (C_2)] / [V_1 + V_2]$

i. V_1 = the volume of the first phase (L)

ii. C_1 = the concentration of the analyte of concern in the first phase (mg/L)

iii. V_2 = the volume of the second phase (L)

iv. C_2 = the concentration of the analyte of concern in the second phase (mg/L)

Compare the analyte concentrations in the TCLP extract with the levels identified in the appropriate regulations.

PRELIMINARY EVALUATIONS

Percent solids

Percent solids is defined as that fraction of a waste sample from which no liquid may be forced out by an applied pressure, as described below.

If the waste will obviously yield its liquid when subject to pressure filtration (i.e., 100% solids), proceed to Particle size reduction. If the sample contains one or more liquid phases:

- Determine and record the volume of each phase of the sample.
- Determine the percent solids by using the filtration device.

Note: Some wastes, such as oily wastes, obviously contain some material that appears to be liquid. Even after applying vacuum or pressure filtration, the material may not filter. If this is the case, the material inside the filtration device is treated as a solid. Do not replace the filter during the percent solids determination.

If sample contains one or more liquid phases:

- Prepare the filter, sample container, and the filter container.
- Assemble the filtration device with the filter in place.
- Weigh out an amount of the sample (100 gram minimum) and record the weight.
- Quantitatively transfer the sample to the filtration device and attach the top hose to the filtration device. Place the filtration container underneath the filtration device.
- Filter sample until no further filtrate can be collected. If the sample contains gas, transfer the material to a suitable container and transfer it to the filtration device.
- Now the instructions for filtering samples.

Instructions for Filtering samples

1. Only between 7 and 1075°C. Proceed with the filtration until the pressure has increased to a point where the filter is no longer able to pass the liquid through the filter. Record the weight of the filter and the weight of the dried filter. Record the weight of the dried filter and the weight of the dried filter. Record the weight of the dried filter and the weight of the dried filter. Record the weight of the dried filter and the weight of the dried filter. Record the weight of the dried filter and the weight of the dried filter.

Percent Dry Solids

If the Percent solids is $\geq 0.5\%$ and a small amount of liquid is entrapped in the filter, determine Percent dry solids.

- Remove the solid phase and the filter from the filtration device.
- Dry the filter and solid phase at $100 \text{ }^\circ\text{C} \pm 20 \text{ }^\circ\text{C}$ until two successive weightings of the filter are within $\pm 1\%$. Record the final weight. $100 - [(2^{\text{nd}}$ wt. of dried filter) / (1st wt. of dried filter)] $\times 100 \leq 1\%$
- Note:** Caution should be used to ensure that the solid phase will not flash (ignite) upon heating and it is recommended that the drying oven is vented to a chemical fume hood.
- Calculate Percent dry solids: $\{[(\text{wt. of dry waste} + \text{filter}) - (\text{tare wt. of filter})] / (\text{sample wt.})\} \times 100$.
- If Percent dry solids is $\geq 0.5\%$, separate the liquid phase from the solid phase on a fresh aliquot of the sample and perform particle size reduction if necessary and determine the appropriate extraction fluid.

If the Percent solids or Percent Dry solids is $< 0.5\%$, go to Nonvolatile TCLP extraction or Particle size reduction

If the Percent solids or Percent Dry solids is $\geq 0.5\%$, then determine if the solid phase requires particle size reduction.

- Particle size reduction is required if the solid phase is incapable of passing through a 9.5 mm sieve or if the surface area per gram is less than $3.1 \text{ cm}^2/\text{g}$.
- Note:** Surface area per gram criteria are meant for filamentous (paper, cloth, and similar) waste materials. Measure the surface area of a portion of the sample with a ruler. Weigh the measured portion of the sample. Divide the area by the weight to calculate surface area per gram and to determine if the reduction of the particle size for the sample is required.
- If particle size reduction is required, prepare the solid phase of the sample for extraction by grinding, crushing or cutting the solids to meet the particle size requirements.
- Note:** If solids require the Volatile TCLP extraction, minimize the exposure of the solid phase to the atmosphere and do not generate heat during the particle size reduction step.

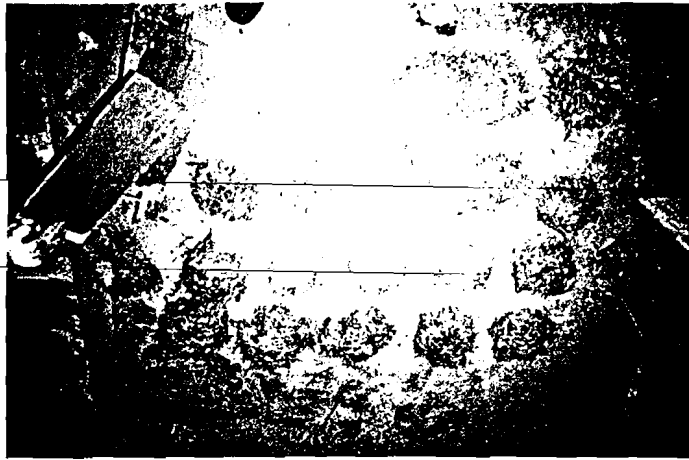
Extraction fluid determination

If the Percent solids or Percent dry solids is $\geq 0.5\%$, determine the appropriate extraction fluid for Nonvolatile TCLP extraction.

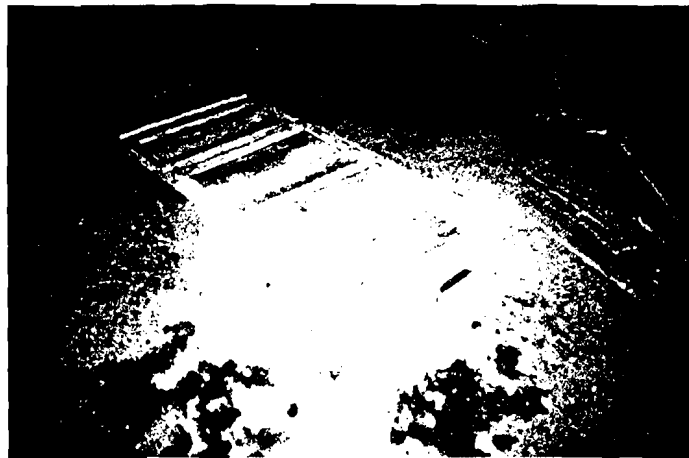
Note: Only extraction fluid #1 is used for the Volatile TCLP extraction.

- Reduce the solid phase (if necessary) to a particle size of approximately 1 mm in diameter and transfer 5 grams to a beaker.
- Add 96.5 ml of water, cover with a watchglass and stir for 5 minutes. Measure and record the pH.
- If the pH of the slurry is ≤ 5.0 , use extraction fluid #1 for the nonvolatile TCLP extraction.
- If the pH of the slurry is > 5.0 :
 - Add 3.5 ml of HCl and stir briefly.
 - Cover the beaker with a watchglass and place on a hotplate.
 - Heat to $50 \text{ }^\circ\text{C}$ and hold at $50 \text{ }^\circ\text{C}$ for 10 minutes.
 - Let the slurry cool to room temperature and record the pH.
 - If the pH is ≤ 5.0 , use extraction fluid #1, otherwise use extraction fluid #2 for the nonvolatile TCLP extraction.

Go to either the Nonvolatile TCLP extraction or the



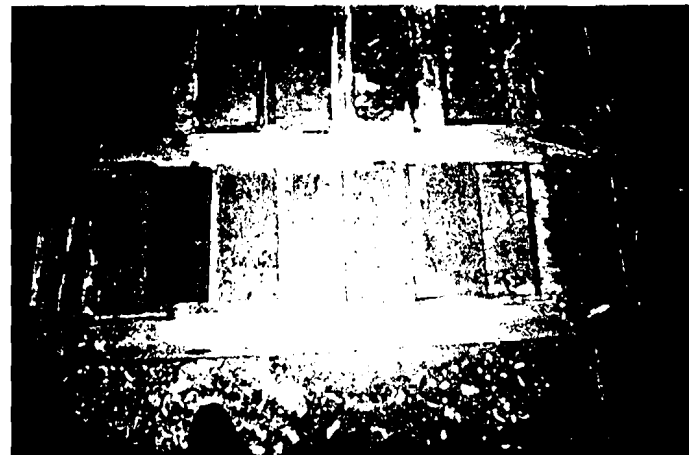
Penimbangan Fibre



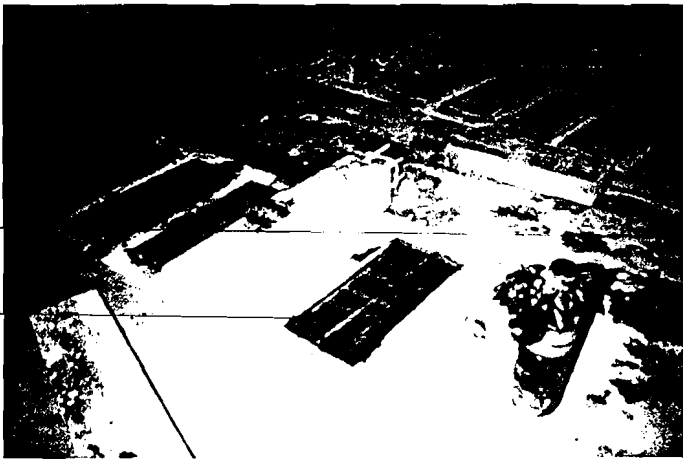
Cetakan *panel board*



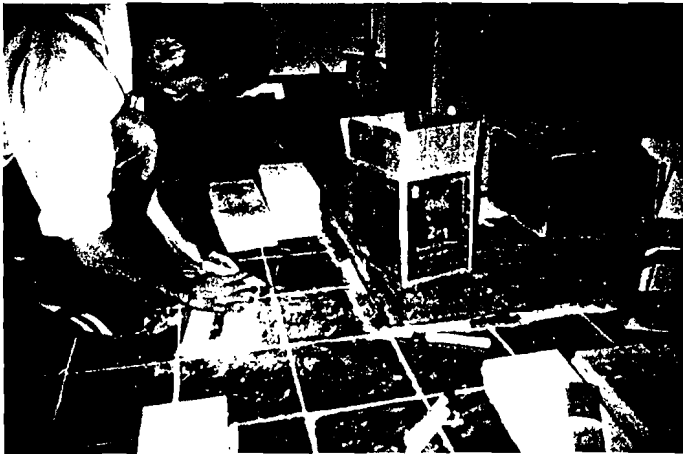
Proses pencetakan.



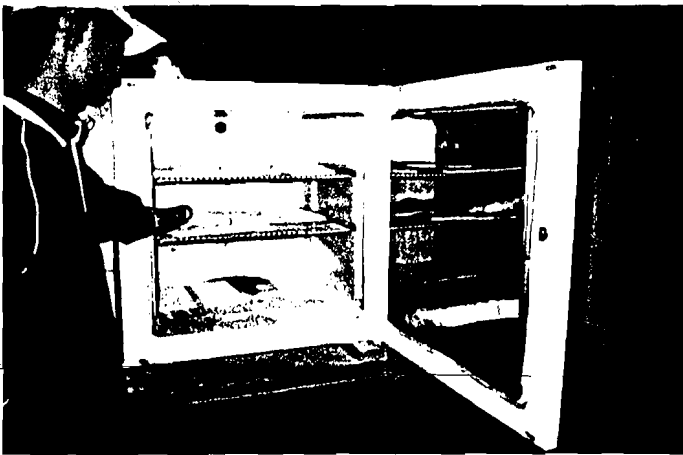
Hasil cetakan



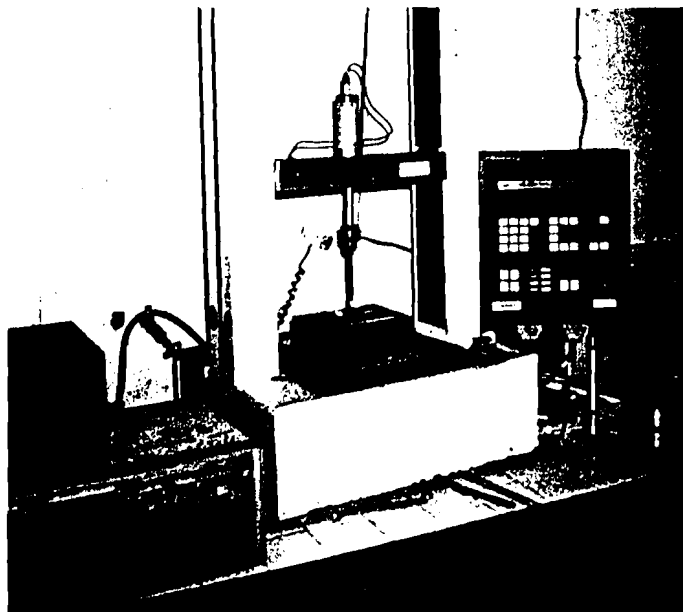
Proses pengepressan



Pengukuran jarak tumpuan



Proses pengeringan



Universal Testing Machine