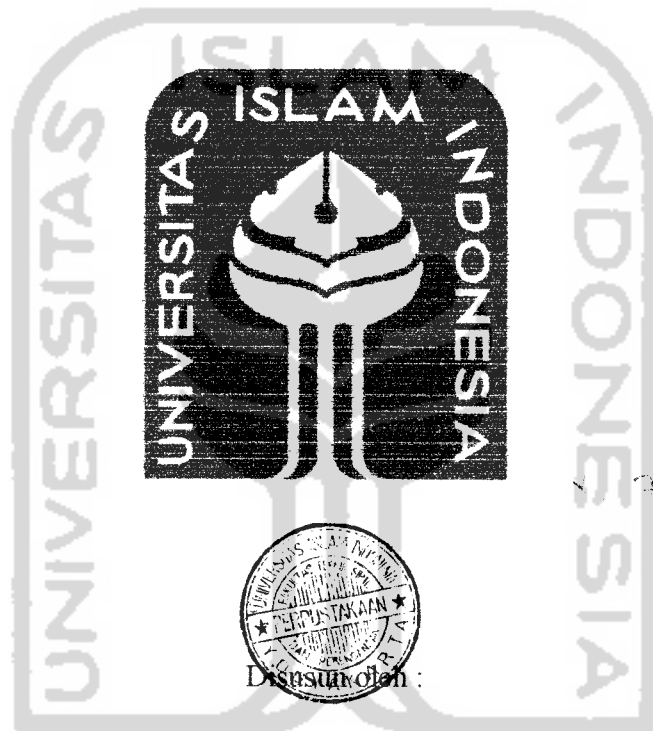


TA / TL / 2007 / 0196

<b>PERPUSTAKAAN FTSP UII</b>	
HADIAN/BELI	
TGL TERIMA :	21 Juni 2007
NO. JUDUL :	00 24 69
NO. INV. :	6200024 69 001
NO. INDIK. :	

**SOLIDIFIKASI LIMBAH *FLY ASH* HASIL  
PEMBAKARAN *INCINERATOR* INDUSTRI TEKSTIL  
SEBAGAI CAMPURAN BATAKO**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan Ujian Sarjana Jurusan Teknik  
Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia



Nama : Anggoro Jatu Prianggodo  
No Mahasiswa : 01513079

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2007**

MILIK PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SOLIDIFIKASI LIMBAH *FLY ASH* HASIL  
PEMBAKARAN *INCINERATOR* INDUSTRI TEKSTIL  
SEBAGAI CAMPURAN BATAKO**


*Disusun oleh :*

**NAMA : Anggoro Jatu Prianggodo**  
**NIM : 01 513 079**  
**PROGRAM STUDI : Teknik Lingkungan**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**IR. H. KASAM, MT**

Dosen Pembimbing I

  
Tanggal : 6-5-07

**ANDIK YULIANTO, ST**

Dosen Pembimbing II

\_\_\_\_\_  
Tanggal :

# SOLIDIFIKASI LIMBAH *FLY ASH* HASIL PEMBAKARAN *INCINERATOR* INDUSTRI TEKSTIL SEBAGAI CAMPURAN BATAKO

Kasam<sup>1)</sup>, Andik Yulianto<sup>2)</sup>, Anggoro Jatu Prianggodo<sup>3)</sup>

## ABSTRAK

*Limbah fly ash industri tekstil yang dihasilkan dari pembakaran dengan incinerator tergolong jenis limbah berbahaya dan beracun (limbah B3) sehingga perlu pengelolaan secara khusus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat logam berat yang terimmobilisasi dalam batako yang telah ditambahkan limbah fly ash dan bahan-bahan aditif. Di samping itu juga untuk mengetahui kualitas kuat tekan batako dan persentase penambahan limbah fly ash yang optimum dalam pembentukan batako dari aspek teknis (kuat tekan) dan aspek kesehatan dan lingkungan.*

*Salah satu metode pengolahan yang digunakan adalah solidifikasi limbah fly ash sebagai batako. Dalam proses solidifikasi ini, digunakan penambahan variasi konsentrasi 10%, 20%, 30% dan 40% limbah fly ash dalam bahan campuran batako, yang kemudian diberi air secukupnya dan dicetak dengan ukuran 38 cm x 18 cm x 10 cm. Dimana setelah dicetak, dilakukan perawatan selama 28 hari sebelum kemudian dilakukan uji kuat tekan. Masing-masing variasi percobaan dibuat 7 sampel batako. Terhadap benda uji batako yang diperoleh, dilakukan uji kuat tekan dan uji lindi dengan metode TCLP.*

*Dari hasil pengujian kuat tekan diperoleh, batako hasil penambahan 10% yaitu sebesar 3.829 kg/cm<sup>2</sup>, 20% sebesar 4.012 kg/cm<sup>2</sup> dan 30% sebesar 3.665 kg/cm<sup>2</sup> limbah fly ash memberikan mutu kuat tekan yang baik karena nilai kuat tekan berada diatas nilai batako pembanding yaitu sebesar 3.396 kg/cm<sup>2</sup>; sedangkan pada penambahan 40% limbah fly ash menghasilkan nilai kuat tekan dibawah nilai pembanding yaitu sebesar 1.869 kg/cm<sup>2</sup>, sehingga menghasilkan mutu batako kurang baik. Kuat tekan tertinggi adalah 4.012 kg/cm<sup>2</sup> yaitu pada penambahan 20% limbah fly ash. Dan untuk pemeriksaan pelindian logam berat Cr, Zn dan Pb pada padatan batako dengan metode Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) pada penambahan 10%, 20%, 30% dan 40% limbah fly ash masih berada dibawah baku mutu yang ditentukan berdasarkan PP 18 tahun 1999. Oleh karena itu persentase penambahan limbah fly ash yang optimum dalam pembentukan batako dari aspek teknis (kuat tekan) dan aspek kesehatan dan lingkungan yaitu 20% dengan nilai kuat tekan sebesar 4.012 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai lindi logam berat Cr, Zn dan Pb sebesar 0.6633 mg/L; 8.5979 mg/L dan 1.3271 mg/L. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa limbah fly ash dari hasil pembakaran incinerator industri tekstil layak digunakan sebagai campuran batako baik dinilai dari aspek teknis (kuat tekan) maupun aspek kesehatan dan lingkungan.*

**Kata Kunci :** *Limbah Fly Ash, Solidifikasi, Batako*

- 
- <sup>1</sup> Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
  - <sup>2</sup> Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
  - <sup>3</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

# THE SOLIDIFICATION OF FLY ASH FROM INCINERATOR WOVEN AS A MIXTURE BATAKO

Kasam<sup>1)</sup>, Andik Yulianto<sup>2)</sup>, Anggoro Jatu Prianggodo<sup>3)</sup>

## ABSTRACT

*Fly ash from incinerator is classified into hazardous waste (B3 waste) so that need a special treatment. This research aimed to find out the level of heavy metal mobilization into batako with fly ash. Beside that to find out the quality of compression and percentage of optimum fly ash increasing in batako from technical, health and environmental aspect.*

*One of treatment methods which is used in this research is solidification. In this process, there are 10%, 20%, 30% and 40% varied concentrations of fly ash in mixture batako, with sufficient water in that mixture, and formed in 38 cm x 18 cm x 10 cm. After that, it should be care for 28 days before compression test. This make for 7 of batako sample. After pressure test, that sample should be test for compression and leachate using TCLP methods.*

*From this research, in 20% the results from compression is 4.012 kg/cm<sup>2</sup>, with better quality because the compression of batako is bigger than standart, is 3.396 kg/cm<sup>2</sup>, then in 10%, 20% and 30%, with 3.829 kg/cm<sup>2</sup>, 4.012 kg/cm<sup>2</sup> and 3.665 kg/cm<sup>2</sup> creating the compression value looks the same as standart, while in 40% of fly ash is 1.869 kg/cm<sup>2</sup> creating the compression under of standart is 3.396 kg/cm<sup>2</sup> so, it can make a less batako quality. The leachate examination of Cr, Zn and Pb in batako with Toxicity Charateristic Leaching Procedure (TCLP) methods in 10%, 20%, 30% and 40%, fly ash were still below the quality standart PP 18 tahun 1999. Because of that, the percentage of optimum fly ash in batako from technical, health and environmental aspect is 20% with compression value is 4.012 kg/cm<sup>2</sup> and leachate examination of Cr, Zn and Pb are 0.6633 mg/L; 8.5979 mg/L and 1.3271 mg/L. Fly ash from incinerator woven suitable for using as a mixture batako.*

**Key Words :** Fly Ash, Solidification, Batako

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

<sup>2</sup> Staf Pengajar, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

<sup>3</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan - Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



## MOTTO

**"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan  
Maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah dengan  
sungguh - sungguh urusan yang lain**

**Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap"**

**( Al - Insyirah 6-7 )**

**"Bacalah, dan Tuhanmulah yang paling pemurah  
Yang mengajar dengan perantaraan kalam  
Dia mengajar manusia sesuatu yang tidak diketahui"**

**( Al - 'Alaq 3-5 )**

**"BUKU adalah guru yang tidak pernah marah"**

**( Penulis )**

## PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk :

- Ibuku, Ibuku, Ibuku dan Bapakku yang sangat penyabar beserta kedua Kakak Perempuanku atas Do'a, bimbingan, nasihat dan dorongannya.
- *My Angel Flying To Close To The Ground* for energy, spirit & love.

- ENVIRO '01. ( The Golden Generation )  
thank's for everything

- UII sebagai Almamater kebanggaanku.

# DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
MOTTO .....	iii
PERESEMPAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
1.5. Batasan Masalah .....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Industri Tekstil .....	6
2.2. Karakteristik Limbah Padat Industri Tekstil .....	8
2.3. Pengolahan Limbah Padat .....	9
2.4. <i>Fly Ash</i> .....	12
2.4.1. Komposisi Kimia dan Mineral <i>Fly Ash</i> .....	12
2.5. Logam Berat .....	13
2.5.1. Kromium (Cr) .....	14

2.5.1.1. Efek Cr Bagi Kesehatan.....	16
2.5.1.2. Efek Cr Bagi Lingkungan.....	17
2.5.2. Seng (Zn).....	18
2.5.2.1. Efek Zn Bagi Kesehatan.....	20
2.5.2.2. Efek Zn Bagi Lingkungan.....	21
2.5.3. Timbal (Pb).....	21
2.5.3.1. Efek Pb Bagi Kesehatan.....	23
2.5.3.2. Efek Pb Bagi Lingkungan.....	24
2.6. Batako.....	25
2.7. Semen ( <i>Portland Cement</i> ).....	25
2.8. Agregat.....	30
2.9. Air.....	31
2.10. Lindi ( <i>Leachate</i> ).....	32
2.11. Solidifikasi/Stabilisasi).....	32
2.12. <i>Extraction Procedure Toxicity Test</i> .....	35
2.13. <i>Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)</i> .....	36
2.14. Kuat Tekan Batako.....	37
2.15. Hipotesis.....	40
 BAB III. Metodologi Penelitian.....	 42
3.1. Umum.....	42
3.2. Lokasi Penelitian.....	42
3.3. Waktu penelitian.....	42
3.4. Alat dan Bahan Penelitian.....	43
3.4.1. Bahan.....	43
3.4.2. Alat.....	43
3.5. Asal Bahan Susun.....	44
3.5.1. Asal Limbah <i>Fly Ash</i> .....	44
3.6. Tahapan Penelitian.....	45

3.6.1. Analisa Karakteristik Bahan .....	45
3.6.2. Variabel yang diteliti.....	46
3.6.3. Penentuan Komposisi Sampel.....	46
3.7. Pelaksanaan Penelitian.....	47
3.7.1. Uji Berat Jenis Agregat Halus.....	47
3.7.2. Mencari Modulus Halus Butir/Agregat Halus .....	47
3.7.3. Pemeriksaan Berat Isi Padat (Volume Agregat) ....	48
3.7.4. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji .....	49
3.7.5. Perawatan Batako (Benda Uji).....	50
3.7.6. Pelaksanaan Pengujian Batako.....	50
3.7.7. Metode Uji Kuat Tekan.....	50
3.7.8. Pengujian Kuat Tekan.....	51
3.8. Analisis Toksisitas .....	51
3.8.1. Prosedur Uji Lindi untuk limbah Non Volatil.....	51
3.8.2. Uji TCLP .....	52
3.9. Tahapan Kerja.....	54
 BAB IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	 59
4.1. Hasil Penelitian .....	59
4.1.1. Hasil Uji Karakteristik Limbah <i>Fly Ash</i> .....	59
4.1.2. Rancangan Campuran Batako.....	59
4.1.3. Uji Kuat Tekan.....	60
4.1.4. Uji <i>Leachate</i> Dengan Metode TCLP.....	61
4.2. Pembahasan.....	62
4.2.1. Karakteristik Limbah <i>Fly Ash</i> .....	62
4.2.2. Rancangan Campuran Batako.....	63
4.2.3. Uji Kuat Tekan.....	64
4.2.4. Uji Lindi Dengan Metode TCLP.....	64
4.2.5. Perbandingan Optimum Ditinjau Dari	

Uji Kuat Tekan dan Uji TCLP .....	67
BAB V. Kesimpulan dan Saran.....	69
5.1. Kesimpulan .....	69
5.2. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA .....	71

LAMPIRAN



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Segala puji bagi Allah, Tuhan seruan alam. Semoga Allah perjalankan kita dalam kebaikan dan kebenaran. Shalawat serta salam semoga senantiasa kita haturkan untuk junjungan kita Nabi besar Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wa 'ala 'Alihi Wa sallam. Allahuma amin.*

Berkat limpahan rahmat dan karunia dari Allah S.W.T penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **"SOLIDIFIKASI LIMBAH FLY ASH HASIL PEMBAKARAN INCINERATOR INDUSTRI TEKSTIL SEBAGAI CAMPURAN BATAKO"**.

Maksud dan tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah untuk melengkapi dan memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Universitas Islam Indonesia jurusan Teknik Lingkungan jenjang Strata I di Jogjakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mengalami kendala yang menghambat proses penyusunan ini. Namun dengan adanya dorongan, bimbingan, serta do'a dari semua pihak maka semua kendala dan hambatan dapat penulis atasi.

### *Ucapan Terima Kasih*

*Semoga Allah Ta'ala membalas dengan kebaikan yang besar,  
menjernihkan hati kita dan menyelamatkan kita dari fitnah akhīrat.  
Dengan memuji kepada Allah, Saya ingin menyampaikan rasa terima kasih*

*kepada :*

**B**apak Luqman Hakim, ST, MSi. Selaku kepala jurusan Teknik Lingkungan, Bapak Ir. Kasam, MT. Selaku dosen pembimbing I ( terima kasih atas bimbingannya selama ini pak, ga' akan saya lupakan itu pak... ), Bapak Andik Yulianto, ST. Selaku dosen pembimbing II ( sereemm... ), Bapak Eko Siswoyo, ST. yang juga telah banyak

membantu saya ( anak 3 mbarep kabeh pak... ), Bapak Hudori, ST, Ibu Ir. Yureana, MSc, Ibu Any Yuliany, MSc, Bapak Ir. Hananto, MSc, Bapak Ir. Widodo, MSc, Mas Agus ( apik tenan kowe mas,ra iso nesu... ),The Best Friend in Enviro '01 **Moh. Ismail Huruji, ST** ( santai fren belanda masih jauh...jangan buru2,cari yang bener2 istimewa...! Terima kasih banget dah bantuin aku sampai qatam... ), Miftah Imamah, ST ( wis waras too...? ), Ari Wisnu 'Kuncung' Wibowo, ST ( bantu gawul... ), Indrasto, ST ( raja glontor dari sragen... ) Basecamer ( Dede, ST, Zulfikar, Mochtar 'Boncel', Jack Daniel, ST ), Pandu ( manusia super santai...), Martono ( sumantoon...ora edan lho toon... ), Jhon PL ( muka garang payee... ), Ajiz, ST & Pipit, ST, The lost friend ( Q-noy, ST, Affan, ST, Warih, ST, A'an, ST, Iddef, ST, Andre, ST, Azzri, ST ) serta banyak lagi nama yang tidak bisa saya sebut satu per satu.

*Juga untuk My Angel Flying To Close To The Ground  
Dan salam takzim untuk ibuku, ibuku, ibuku dan bapakku  
Serta mBa' Lupi dan mBa' Duri  
Raka dan Rafi.*

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

*Logjarkarta, 03 mei 2007  
Rabiul Awal 1428 H*

*Anggoro Jatu Prianggodo*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan industri di Indonesia semakin pesat dalam bermacam-macam bidang, mulai dari industri pertanian, industri tekstil, industri elektroplating dan galvanis, industri penyamakan kulit, industri eksplorasi dan produksi minyak, gas dan panas bumi dan lain-lain. Pertumbuhan industri akan membawa dampak positif, diantaranya dapat meningkatkan taraf hidup rakyat, penyerapan tenaga kerja dan lain-lain. Disamping dampak positif, industri juga akan menyebabkan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh penanganan limbah yang tidak sesuai dengan peraturan-peraturan yang berlaku.

Industri tekstil, dalam proses produksinya menghasilkan limbah. Limbah tersebut selain limbah cair juga limbah padat yang berupa *sludge*. Limbah padat berupa lumpur dihasilkan dari proses koagulasi-sedimentasi dan lumpur aktif dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun menyatakan bahwa limbah lumpur dari industri tekstil termasuk jenis limbah berbahaya dan beracun (limbah B3) dari sumber yang spesifik dengan kode D213. Hal ini karena dalam limbah tersebut umumnya mengandung unsur-unsur berbahaya seperti As, Cd, Cr, Pb, Cu dan Zn.

*United State Environment Protection Agency (US EPA)* memberikan perkiraan kasar mengenai limbah yang dihasilkan dari industri tekstil bahwa tiap 100 m<sup>3</sup> limbah cair akan dihasilkan limbah padat sebanyak 10 kg (Anonim, 1990). Dengan demikian untuk suatu industri tekstil yang tiap harinya mengolah limbah cair sebanyak 3500-4000 m<sup>3</sup> dapat menghasilkan limbah padat antara 350-400 kg/hari. Umumnya limbah padat jenis lumpur ditampung pada suatu tangki penyimpanan (*thickener*) sebelum dilewatkan pada mesin *Belt Press* agar kandungan air pada lumpur dapat dikurangi. Di industri tekstil PT. Apac Inti Corpora, lumpur yang sudah kering selanjutnya dihancurkan dengan pemanasan tinggi (*thermal reduction*) dalam alat insinerator. Pembakaran dengan insinerator menghasilkan sisa pembakaran berupa abu terbang (*fly ash*). Abu terbang (*fly ash*) tersebut berjumlah tidak kurang 328,5 ton/tahun per unit instalasi pembakaran. Mulai tahun 2002-2004 telah dioperasikan sebanyak 1 unit pembakaran.

Pengelolaan limbah *fly ash* selama ini adalah dengan ditimbun dalam areal pabrik (*land disposal*) dan dibuang bersama sampah yang lain ke tempat pembuangan sampah kota (TPA). Hal ini bila tidak ditangani secara memadai akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu mengingat jumlah limbah abu terbang yang dihasilkan dari tahun ketahun terus meningkat sesuai dengan pemakaian bahan bakar, maka diupayakan pemanfaatan kembali (*reuse*) dan penemuan kembali (*recovery*).

Pada penelitian sebelumnya yaitu "solidifikasi limbah *fly ash* hasil pembakaran *incinerator* industri tekstil sebagai campuran keramik", (Jumiati, 2005).

Didapatkan hasil, bahwa persentase penambahan limbah *fly ash* yang optimum dalam pembentukkan batako dari aspek teknis (kuat tekan) dan aspek toksisitas (kesehatan dan lingkungan) yaitu 10%, hal ini dikarenakan memiliki nilai kuat tekan terbesar yaitu  $77,188 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai lindi Cr, Zn dan Pb sebesar 0,013 mg/l; 0,308 mg/l dan 0,176 mg/l berada dibawah nilai minimum yang ditetapkan. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa limbah *fly ash* tersebut dapat disolidifikasi. Proses solidifikasi relatif efektif mencegah mobilisasi logam-logam berat. Oleh karena itu pemanfaatan limbah *fly ash* harus baik, agar dalam pemanfaatannya nanti tidak menimbulkan efek atau dampak negatif bagi yang menggunakannya, yaitu dengan memanfaatkan limbah *fly ash* industri tekstil untuk pembuatan batako. Hal ini dimungkinkan karena pada limbah *fly ash* mengandung unsur oksida, diantaranya :  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang dapat membentuk ikatan dan memberikan kontribusi kuat mekanik pada bahan batako.

Dari uraian diatas, perlu kiranya dilakukan penelitian terhadap karakteristik fisik (kuat tekan) dan kimia (*leachate*) yang terjadi dari limbah *fly ash* industri tekstil yang disolidifikasi dengan bahan pembuat batako.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan komposisi *fly ash* terhadap sifat mekanis dan lingkungan dari batako yang dihasilkan.

2. Apakah limbah *fly ash* yang dimanfaatkan untuk pembuatan batako dapat mengimmobilisasi logam-logam berat seperti kromium (Cr), Seng (Zn), dan Timbal (Pb).
3. Menentukan komposisi yang optimum antara material *fly ash* dengan pasir.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui seberapa besar komposisi campuran limbah *fly ash* yang bisa digunakan untuk pembuatan batako dengan penambahan komposisi bahan dasar batako dan pengaruhnya terhadap kualitas batako yang dihasilkan
2. Untuk mengetahui apakah limbah *fly ash* yang dimanfaatkan untuk pembuatan batako dapat mengimmobilisasi logam-logam berat antara lain kromium (Cr), Seng (Zn), dan Timbal (Pb).
3. Untuk mengetahui persentase limbah *fly ash* yang optimum dalam pembentukan batako dari aspek teknis (kuat tekan) maupun aspek kesehatan dan lingkungan.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Pemanfaatan limbah *fly ash* dari industri tekstil dalam pembuatan batako diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memperoleh pengetahuan mengenai pengolahan limbah *fly ash* yang mengandung unsur-unsur logam berat dengan proses solidifikasi (pemadatan) menggunakan teknologi batako sebagai salah satu alternatif pengolahan.
2. Menerapkan sistem pemanfaatan kembali (*reuse*) dan penemuan kembali (*recovery*).
3. Meminimalkan unsur-unsur logam berat yang terkandung dalam *fly ash* supaya tidak terlepas secara langsung ke lingkungan sehingga mengurangi pencemaran terhadap lingkungan.

#### 1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, agar penelitian ini lebih spesifik dan fokus maka perlu adanya batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Pemanfaatan limbah *fly ash* sebagai salah satu alternatif pengolahan limbah B3 yang akan digunakan untuk bahan campuran batako.
2. Hasil dari pengolahan dengan prinsip solidifikasi dan uji TCLP berupa campuran bahan batako akan disesuaikan dengan standar untuk bahan bangunan.
3. Limbah *fly ash* yang digunakan dalam bahan penelitian ini adalah berasal sisa pembakaran *incinerator* di industri tekstil PT. Apac Inti Corpora
4. Parameter uji yaitu kuat tekan, uji TCLP, dan perlindungan untuk kandungan logam berat antara lain kromium (Cr), Seng (Zn), dan Timbal (Pb).
5. Benda uji Batako berbentuk empat persegi panjang

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Industri Tekstil**

Di Indonesia industri tekstil merupakan salah satu penyumbang yang cukup besar terhadap pencemaran air sungai karena fluktuasi limbah cairnya yang sering berwarna-warni. Keadaan ini sering dijumpai di beberapa daerah penghasil tekstil terbesar seperti daerah, Pekalongan Solo, Bandung dan lain-lainnya khususnya pada musim kemarau. Karakteristik limbah cair industri tekstil disamping mempunyai fluktuasi volume yang besar dan beranekaragam pencemar juga mempunyai nilai pencemaran organik seperti BOD, COD dan TSS yang cukup tinggi dan juga mengandung bahan yang toksis (logam berat) yang berasal dari proses pewarnaan bahan.

Zat warna yang biasanya dipakai dalam industri tekstil pada umumnya terdiri dari dua komponen yaitu chromophore yang merupakan inti dari zat warna tersebut dan auxochrome yang merupakan zat yang berfungsi sebagai pengikat antara zat dengan fiber. Jenis zat yang biasa dipakai jumlahnya mencapai ratusan dan jenis ini dibagi dalam beberapa golongan berdasarkan struktur kimianya. Adapun jenis golongan pewarna tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Golongan Warna

No.	Golongan	Zat Warna
1.	Hidrokarbon aromatic	Benzena, toluena, o-xilena, m-xilena, p-xilena, naftalena
2.	Fenol dan turunannya	Fenol, o-kresol, m-kresol, p-kresol, difenilenaoksida
3.	Senyawa nitrogen	Piridin, kinoline, kinaldina

Menurut “Colour Index Number” zat warna pada industri tekstil digolongkan berdasarkan sistem kerjanya (*Mode of Action*) yaitu kelompok *Reactive dyes*, *Acid & Base dyes*, *Direct dyes*, *metal complex dyes*, *Mordant dyes*, *Sulfur dyes*, *Disperse dyes* dan sebagainya.

Dalam proses pewarnaan tidak semua zat warna yang ditambahkan akan terserap semua dalam kain dan sebagian zat warna yang tidak terserap oleh kain tersebut akan terikut dalam air limbah. Dibawah ini kandungan air limbah rata-rata industri tekstil pewarnaan.

Tabel 2.2. Karakteristik Air Limbah Pewarnaan Tekstil

Jenis Zat warna	Jenis kain	BO D mg/L	TOC mg/L	TSS mg/L	TDS mg/L	Cd mg/L	Cr mg/L	Pb mg/L	Hg mg/L	Zn mg/L
Acid	Polyamide	240	315	14	2028	0.02	0.08	0.21	0.38	1.39
Basic	Polyester	1470	1120	4	1360	0.05	0.05	0.26	0.43	0.46
Disperse	Polyester	234	300	39	914	0.05	0.10	0.18	0.99	1.53
Reaktif	Cotton	102	230	9	6910	0.20	0.12	0.54	0.62	0.65
Sulfur	Cotton	990	400	34	2000	0.01	0.08	0.28	1.15	0.54
Vat	Cotton	294	265	41	3945	0.05	0.07	0.42	2.20	0.83
Basic	Acrylic	210	255	13	1469	0.03	0.03	0.12	0.39	1.06
Disperse/Vat	Cotton	360	350	9	691	0.05	0.04	0.27	0.50	1.54

(Sumber: Jumiati, 2005)

Secara umum untuk mengolah air limbah industri tekstil ini dikenal ada 3 (tiga) macam pengolahan yaitu pengolahan secara fisika (*physical treatment*), pengolahan secara kimia (*chemical treatment*) dan pengolahan secara biologi (*biological treatment*).

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengendapkan zat warna yang terikat dalam air limbah industri tekstil yaitu dengan proses oksidasi, koagulasi, adsorpsi, ion exchange dan teknologi membran (Venceslau MC 1994). Namun yang umum dilakukan pada hampir semua industri tekstil di Jawa Tengah dengan cara koagulasi dengan menambah koagulan seperti aluminium sulfat, fero sulfat, PAC dan sebagainya. Dengan proses koagulasi ini diharapkan semua komponen dalam zat warna akan mengendap sehingga akan memudahkan proses pengolahan air limbah selanjutnya (*biological treatment*). Endapan yang terjadi dipisahkan dan kemudian dikeringkan dalam *drying bed*.

## **2.2. Karakteristik Limbah Padat Industri tekstil**

Selain limbah cair proses pengolahan industri tekstil juga menghasilkan *sludge* (limbah padat) yang berasal dari padatan terlarut dan tersuspensi dan yang paling utama penghasil limbah padat ini adalah proses pengolahan flokulasi dan koagulasi yang digunakan dalam proses pengolahan air limbah. Limbah padat dari pengolahan koagulasi dan flokulasi ini mengandung unsur pencemar kimia yang pada umumnya limbah berwarna gelap dan kadang-kadang berwarna merah kecoklatan bila mengandung besi. *Sludge* ini biasanya berupa material semi padat dengan



kandungan zat padatnya antara 25-45%, tergantung pada operasi dan proses yang digunakan. Akan tetapi jika *sludge* telah dikeringkan densitas *sludge* akan meningkat.

Beberapa zat yang terkandung dalam *sludge* hasil proses pengendapan kimia antara lain :

1. Pigmen dan zat warna
2. Pelarut organik
3. Hidrogen terhalogenasi (dari proses dressing dan finishing)
4. Logam-logam berat (As, Cd, Cr, Pb, Cu, Zn, Al dan Fe)
5. Zat-zat tensioaktif (Surfactant)

Zat-zat diatas merupakan bahan yang berbahaya bagi lingkungan karena kandungan logam-logam berat yang tergolong limbah B3.

### **2.3. 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.

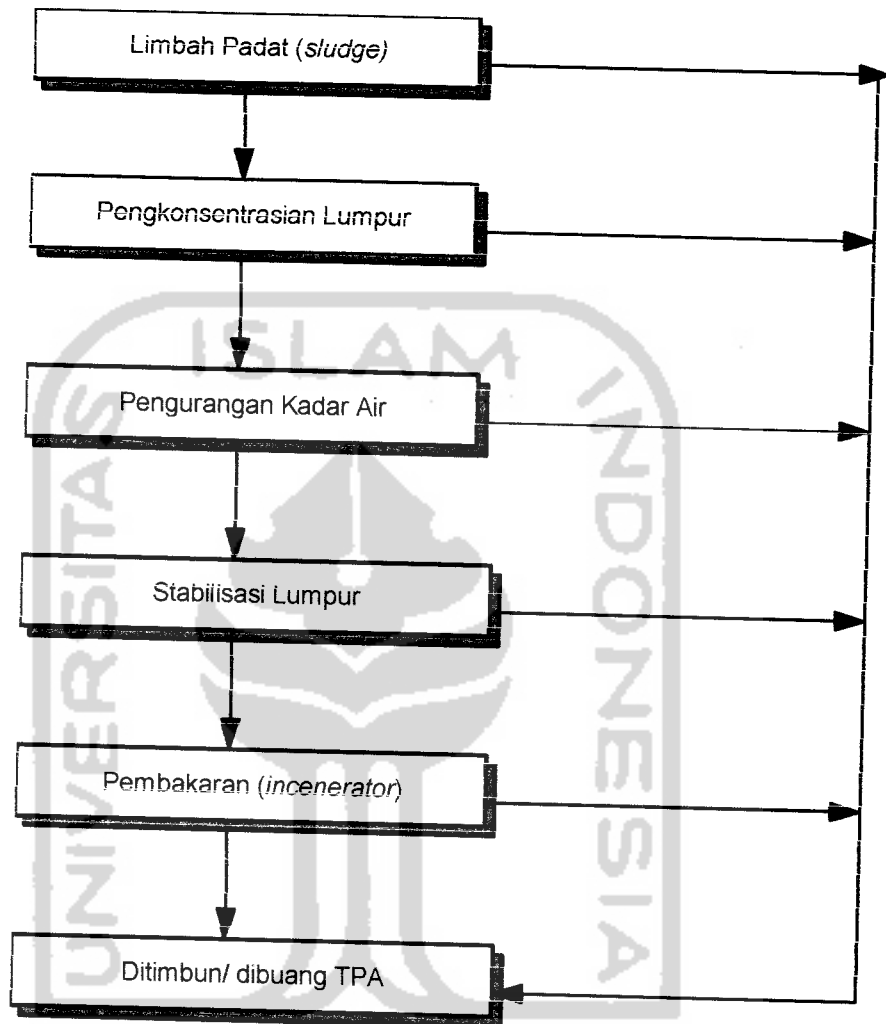
## 3. Stabilisasi

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.



Gambar 2.1. Skema Pengolahan Limbah Padat

## 2.4. Fly Ash

Pembakaran *sludge* dengan *incenerator* akan menghasilkan limbah abu padat. Abu tersebut dapat diklasifikasi menjadi dua jenis, yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*).

### 1. Abu dasar

Abu dasar merupakan fraksi yang lebih kasar dan memiliki warna abu-abu gelap. Setelah melalui proses pembakaran abu dasar akan jatuh dan terkumpul di dasar tungku pembakaran (*furnance*). Berdasarkan sifatnya, abu dasar ini dapat digunakan sebagai campuran agregat kasar atau sebagai *filler*.

### 2. Abu terbang

Abu terbang merupakan fraksi yang halus dan memiliki warna lebih terang serta memiliki butiran yang lebih bundar dibandingkan dengan abu dasar. Setelah proses pembakaran, abu terbang akan turut terbawa oleh gas buang, selanjutnya abu terbang akan dipisahkan dari gas buang oleh presipator elektro-statik, silikon atau kantung-kantung filter.

#### 2.4.1. Komposisi Kimia dan Mineral Fly Ash

Komposisi kimia abu layang secara keseluruhan erat kaitannya dengan komponen mineral yang ada pada batu bara dari proses pembakaran yang berlangsung sampai pengabuan. Komposisi kimia abu layang hampir sama dengan abu dasar dengan komponen utama  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  serta banyak mengandung fase *amorf*.

Secara mineralogi abu terbang tersusun oleh fase gelas amorf, fasa kristalin, komponen sekunder dan unsur-unsur jejak/trace elements, dimana senyawa utama dalam gelas adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) (Akbar, 1996). Gelas silikat atau gelas kuarsa merupakan silikat *amorf* (tidak berbalur-balur/tidak berhablur). Sifat *amorf* adalah suatu sifat yang apabila salah satu bentuk belum dipanaskan diatas titik leburnya ia akan menjadi cairan yang sangat kental. Karena kekentalannya itu maka untuk mengeluarkan gelembung-gelembung udara perlu dipanaskan sampai  $500^\circ\text{C}$  diatas titik leburnya. Apabila cairan itu didinginkan karena kental tidak dapat dibentuk lagi menjadi balur-balur, tetapi seolah-olah menjadi cairan yang beku. (Sugiono dan Sukirman, 1979).

Sedangkan secara kimia abu terbang terdiri dari *Calcium*  $\text{CaO}$  (22.98%), *Silicon*  $\text{SiO}$  (21.92%), *Iron*  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (16.47%), *Aluminium*  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (16%), Sul-phur  $\text{SO}_3$  (11.85%), Magnesium  $\text{MgO}$  (7.9%), Sodium  $\text{Na}_2\text{O}$  (1.37%), *Titanium*  $\text{TiO}_2$  (0.6%), *Manganese*  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  (0.18%), dan *Phosphorus*  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0.11%). Berdasarkan sifat-sifat tersebut, maka abu terbang memiliki potensi yang besar digunakan dalam berbagai bentuk bahan konstruksi dan bahan bangunan.

Dari hasil penelitian, abu terbang (*fly ash*) dapat dimanfaatkan sebagai matriks padat berupa batako, keramik, gypsum dan lain-lain.

## 2.5. Logam Berat

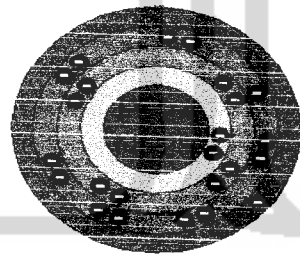
Logam berat adalah komponen alamiah lingkungan yang mendapatkan perhatian berlebih akibat ditambahkan ke dalam tanah dalam jumlah yang semakin

meningkat dan bahaya yang mungkin ditimbulkan. Logam berat menunjuk pada logam yang mempunyai berat jenis lebih tinggi dari 5 atau 6 g/cm<sup>3</sup>. Namun pada kenyataannya dalam pengertian logam berat ini, dimasukkan pula unsur-unsur metaloid yang mempunyai sifat berbahaya seperti logam berat sehingga jumlah seluruhnya mencapai lebih kurang 40 jenis. Beberapa logam berat yang beracun tersebut adalah As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, dan Zn. (Jumiati, Wild, 1995).

### 2.5.1. Kromium (Cr)

Nama kromium berasal dari bahasa Yunani yaitu *chrôma* (*color*). Ditemukan oleh Louis Vauquelin pada tahun 1797. Logam ini berwarna *gray* (abu-abu) dan di golongkan dalam *transition metal*.

#### *Atomic Structure*



Gambar 2.2. Struktur Atom Cr

Tabel 2.3. Beberapa Sifat Fisik Kromium

Nama	Kromium
Simbol	Cr
Nomor atom	24
Massa atom relative	51,996 g.mol <sup>-1</sup>
Konfigurasi elektron	3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>
Jari-jari atom	0,117 nm

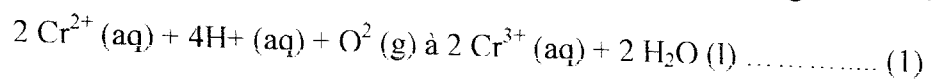
Jari-jari Ion	0,069 nm (+3) ; 0,044 nm (+6)
Keelektronegatifan	1,6
Energi Ionisasi	659 kJ mol <sup>-1</sup>
Kerapatan	7,19 g cm <sup>-3</sup>
Titik leleh	1857°C
Titik didih	2672°C
Bilangan oksidasi	2, 3, 6
Potensial standar	- 0.71 V (Cr <sup>3+</sup> / Cr)

(Sumber : Anonim, 2005).

Salah satu logam transisi yang penting adalah kromium. Sepuluh kromium (*chrome plating*) banyak digunakan pada peralatan sehari-hari, pada mobil dan sebagainya, karena lapisan kromium ini sangat indah, keras dan melindungi logam lain dari korosi. Kromium juga penting dalam paduan logam dan digunakan dalam pembuatan "*stainless steel*".

Kromium mempunyai konfigurasi elektron 3d<sup>5</sup>4s<sup>1</sup>, sangat keras, mempunyai titik leleh dan titik didih tinggi diatas titik leleh dan titik didih unsur-unsur transisi deret pertama lainnya. Bilangan oksidasi yang terpenting adalah +2, +3 dan +6. jika dalam keadaan murni melarut dengan lambat sekali dalam asam encer membentuk garam kromium (II). (Achmad, Hiskia, 1992).

Senyawa-senyawa yang dapat dibentuk oleh kromium mempunyai sifat yang berbeda-beda sesuai dengan valensi yang dimilikinya. Senyawa yang terbentuk dari logam Cr<sup>+2</sup> akan bersifat basa, dalam larutan air kromium (II) adalah reduktor kuat dan mudah dioksidasi diudara menjadi senyawa kromium (III) dengan reaksi :



Senyawa yang terbentuk dari ion kromium (III) atau  $\text{Cr}^{3+}$  bersifat amporter dan merupakan ion yang paling stabil di antara kation logam transisi yang lainnya serta dalam larutan, ion ini terdapat sebagai  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  yang berwarna hijau. Senyawa yang terbentuk dari ion logam  $\text{Cr}^{6+}$  akan bersifat asam.  $\text{Cr}^{3+}$  dapat mengendap dalam bentuk hidroksida. Krom hidroksida ini tidak terlarut dalam air pada kondisi pH optimal 8,5–9,5 akan tetapi akan melarut lebih tinggi pada kondisi pH rendah atau asam.  $\text{Cr}^{6+}$  sulit mengendap, sehingga dalam penanganannya diperlukan zat pereduksi dari  $\text{Cr}^{6+}$  menjadi  $\text{Cr}^{3+}$ . (Palar,1994).

Kromium dengan bilangan oksidasi +6 mudah membentuk senyawa oksidator dengan unsur lain karena memiliki sifat oksidasi yang kuat, maka  $\text{Cr}^{6+}$  mudah tereduksi menjadi  $\text{Cr}^{3+}$  dan kromium (VI) kebanyakan bersifat asam.

#### **2.5.1.1. Efek Cr Bagi Kesehatan**

Logam kromium (Cr) dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui pernapasan, minuman atau makanan dan melalui kulit. Kebanyakan orang makan makanan mengandung kromium (III), karena kromium (III) terjadi secara alami di dalam sayur-sayuran, buah-buahan dan daging. Kromium (III) adalah suatu bahan gizi yang penting untuk manusia, dan kekurangan kromium (III) menyebabkan jantung, kencing manis dan gangguan metabolisme. Akan tetapi kromium (III) yang berlebih dapat mempengaruhi kesehatan, seperti *skin rashes* (Anonim 2005).



Logam kromium (VI) berbahaya bagi kesehatan manusia, sebagian besar pada orang-orang yang bekerja di industri tekstil dan baja. Ketika kromium (VI) di dalam kulit, menyebabkan alergi kulit seperti *skin rashes*. Permasalahan kesehatan yang lain disebabkan oleh kromium (VI) adalah :

1. Gangguan borok dan perut
2. Permasalahan yang berhubungan dengan pernapasan
3. Kerusakan hati dan ginjal
4. Kanker paru-paru.

#### **2.5.1.2. Efek Cr bagi Lingkungan**

Ada berbagai macam perbedaan logam kromium yang berbeda-beda pada dampak organisma. Logam kromium (Cr) dapat masuk di udara (lapisan atmosfer), air dan tanah didalam kromium (III) dan kromium (VI) yang terbentuk melalui proses alami dan aktivitas manusia.

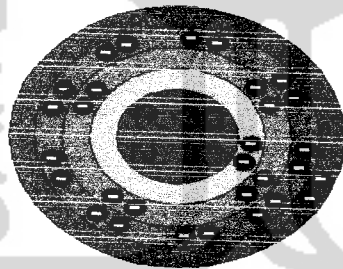
Aktivitas utama manusia yang meningkatkan konsentrasi logam kromium (III) adalah pabrik kulit dan tekstil. Aktivitas utama manusia yang meningkatkan konsentari logam kromium (VI) adalah yang memproduksi bahan kimia, tekstil, kulit, elektro dan penggunaan kromium (VI) lainnya dalam industri. Sebagian besar penggunaan ini akan meningkatkan konsentrasi logam kromium dalam air. Melalui pembakaan batu bara juga terdapat kromium diudara dan melalui *waste disposal* kromium juga ada di tanah.

Kebanyakan kromium terdapat diudara dan *end up* di air dan tanah. Kromium di dalam tanah mengikat kuat butiran partikel sehingga tidak menyebar ke *ground water*. Di air kromium akan terserap dalam *sediment* sehingga tidak menyebar. Hanya sebagian kecil logam kromium mengendap dan pada akhirnya akan larut dalam air (Anonim 2005)

### 2.5.2. Seng (Zn)

Nama seng berasal dari bahasa Jerman yaitu *Zin* (*meaning tin*). Ditemukan oleh Andreas Marggraf pada tahun 1746. Logam *zinc* berwarna *bluish pale grey* dan di golongkan dalam *transition metal*.

#### *Atomic Structure*



Gambar 2.3 Struktur Atom Zn

Tabel 2.4. Beberapa Sifat Fisik Seng

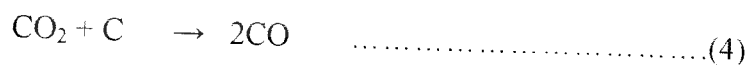
Nama	Seng
Simbol	Zn
Nomor atom	30
Massa atom relative	65,37 g.mol <sup>-1</sup>
Konfigurasi elektron	3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> (Ar)
Jari-jari atom	0,117 nm
Jari-jari Ion	0,074 nm (+2)

Keelektronegatifan	1,6
Energi Ionisasi 1	904,5 kJ mol <sup>-1</sup>
Energi Ionisasi 2	1723 kJ mol <sup>-1</sup>
Kerapatan	7.11 g.cm <sup>-3</sup> at 20°C
Titik leleh	420 °C
Titik didih	907 °C
Potensial standar	-0,763 V

(Sumber : Anonim 2005).

Seng adalah suatu *bluish-white*, metal berkilauan, *Zinc* merupakan logam seperti perak banyak digunakan dalam industri baja supaya tahan karat, membuat kuningan, membuat kaleng yang tahan panas dan sebagainya. Rapuh pada suhu lingkungan tetapi lunak pada suhu 100-150°C. Merupakan suatu konduktor listrik dan terbakar tinggi di dalam udara pada panas merah-pijar.

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



Tipe lain dari ekstraksi adalah *electrolytic*. Penguraian dari *zinc oxide* mentah, ZnO, di dalam sulphuric acid menjadi *zinc sulfate*, ZnSO<sub>4</sub>. Solusi dari elektrolisi ZnSO<sub>4</sub> menggunakan katoda aluminium dan dicampur timah dengan anoda

perak membentuk logam seng murni yang dilapisi aluminium. Gas oksigen dibebaskan pada anoda.

### 2.5.2.1. Efek Seng bagi Kesehatan

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

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

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

Seng bisa merupakan suatu bahaya bagi anak-anak belum lahir dan baru lahir. Ketika para ibu mereka sudah menyerap konsentrasi seng yang besar, anak-anak dapat kena melalui darah atau susu dari para ibu mereka (Anonim, 2005).

### 2.5.2.2. Efek Seng Bagi Lingkungan

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

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

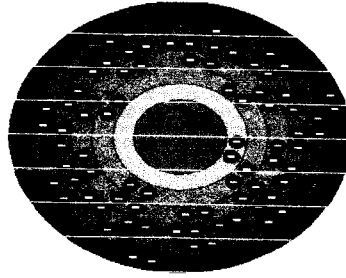
Beberapa ikan dapat mengumpulkan seng di dalam badan mereka, ketika mereka tinggal di terusan *zinc-contaminated*. Ketika seng masuk ke badan dari ikan tersebut bisa memperbesar bio rantai makanan.

Jumlah seng yang besar dapat ditemukan di dalam tanah. Ketika lahan tanah pertanian dikotori dengan seng, binatang akan menyerap konsentrasi tersebut yang akan merusak kesehatan mereka. Seng tidak hanya suatu ancaman bagi lembu, tetapi juga untuk jenis tanaman (Anonim, 2005).

### 2.5.3. Timbal (Pb)

Timbal (Pb) telah dikenal sejak zaman dahulu karena sangat banyak terdapat pada kerak bumi. Timbal berwarna *bluish white* dan di golongkan dalam *other metals*; halus, lembut dan merupakan konduktor listrik yang lemah. Timbal terutama terdapat sebagai *galena*, PbS.

## Atomic Structure



Gambar 2.4 Struktur Atom Pb

Tabel 2.5. Beberapa Sifat Fisik Timbal

Nama	Timbal
Simbol	Pb
Nomor atom	82
Massa atom relative	207.2 g.mol <sup>-1</sup>
Konfigurasi elektron	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>
Jari-jari atom	0.154 nm
Jari-jari Ion	0.132 nm (+2) ; 0.084 nm (+4)
Keelektronegatifan	1,8
Energi Ionisasi 1	715.4 kJ.mol <sup>-1</sup>
Energi Ionisasi 2	1450.0 kJ.mol <sup>-1</sup>
Energi Ionisasi 3	3080.7 kJ.mol <sup>-1</sup>
Energi Ionisasi 4	4082.3 kJ.mol <sup>-1</sup>
Energi Ionisasi 5	6608 kJ.mol <sup>-1</sup>
Kerapatan	11.34 g.cm <sup>-3</sup> at 20°C
Titik leleh	327 °C
Titik didih	1755 °C

(Sumber : Anonim, 2005).

Timbal dalam industri digunakan sebagai bahan pelapis untuk bahan kerajinan dari tanah karena pada temperatur yang rendah bahan pelapis dapat digunakan. Sekarang banyak juga digunakan sebagai pelapis pita-pita, karena mempunyai sikap resisten terhadap bahan korosif dan bahan baterai, cat. Senyawaan

yang terpenting adalah  $(\text{CH}_3)_4\text{Pb}$  dan  $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$  yang dibuat dalam jumlah yang sangat besar untuk digunakan sebagai zat “antiknock” dalam bahan bakar.

### 2.5.3.1. Efek Timbal bagi Kesehatan

Timbal adalah logam halus yang telah dikenal banyak penerapannya dari tahun ketahun. Timbal termasuk salah satu logam golongan empat yang sangat merugikan bagi kesehatan manusia. Dapat masuk melalui tubuh melalui makanan (65%), air (20%) dan udara (15%). Makanan seperti buah, sayur-sayuran, daging dan *seafood* kemungkinan mengandung timbal. Asap rokok juga mengandung sedikit timbal (Anonim, 2005).

Timbal dapat masuk dalam air (minum) melalui pipa yang berkarat. Oleh karena itu lebih mungkin untuk terjadi ketika air *acidic*. Oleh sebab itu mengapa diperlukan alat pengukur pH pada sistem pengolahan air pada tujuan yang akan dilayani.

Keracunan timbal diakibatkan oleh pengisapan bagian kecil dari asap atau debu timbal yang kemudian diserap oleh aliran darah diakumulasi pada sumsum tulang belakang. Pelepasan timbal dari tulang terjadi sangat lambat sehingga efek penimbunan ini yang menimbulkan keracunan kronis.

Dampak negatif (kesehatan) yang disebabkan oleh timbal, seperti:

- kekurangan darah merah (anemia)
- kerusakan ginjal
- kerusakan otak

- terjadi paralysis pada urat saraf

Timbal juga dapat masuk kejanin melalui plasenta dari ibu. Oleh karena itu dapat menyebabkan kerusakan yang serius pada system otak pada anak yang belum lahir.

### **2.5.3.2.Efek Timbal Bagi Lingkungan**

Timbal terjadi secara alami di dalam lingkungan. Kebanyakan konsentrasi timbal yang ditemukan dalam lingkungan adalah dari hasil aktivitas manusia. Dalam mesin kendaraan (motor, mobil) timbal dibakar sehingga timbal *salts* (*Chlorines, bromines, oxides*) akan bereaksi. Timbal *salts* masuk ke lingkungan melalui pipa pembuangan (knalpot) kendaraan. Partikel yang lebih besar akan jatuh ke tanah sehingga mencemari air permukaan atau tanah. Partikel yang lebih kecil akan lepas melalui udara dan sisanya akan tinggal di atmosfer. Sebagian akan kembali ke bumi ketika sedang hujan.. Disisi lain aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar, proses industri dan pembakaran limbah padat juga mempengaruhi.

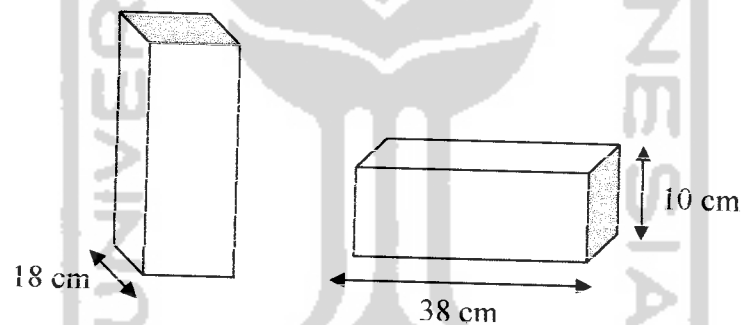
Timbal dapat terjadi dalam tanah dan air melalui korosi pipa pada sistem transport air dan karatan cat. Ini tidak bisa dihancurkan, hanya dapat dikonversi ke bentuk lain. Timbal terkumpul di dalam tubuh organisme air dan tanah. Pengaruh kesehatan pada organisme air dapat tetap berlangsung meskipun konsentrasi timbal saat itu sangat kecil.



Fungsi tanah terganggu karena intervensi timbal, terutama disekitar lahan pertanian dan jalan raya, dimana konsentrasi sangat tinggi. Organisme di dalam tanah juga dapat terganggu karena timbal beracun tersebut (Anonim, 2005).

## 2.6. Batako

Batako merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk masa padat, kuat tekan batako disyaratkan  $f_c^o$  adalah kuat tekan batako yang ditetapkan oleh perencanaan struktur (benda uji berbentuk silinder diameter (150 mm dan tinggi 300 mm) dipakai dalam perencanaan struktur batako, dinyatakan dalam mega paskal (MPa),



Gambar 2.5 Model sample Batako *fly ash*

## 2.7. Semen (Portland Cement)

Semen Portland adalah semen *hidrolis* yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI – 1982).

Menurut SII 0031-81 (Evariani Sulastri, Tjokrodinuljo,1995) semen Portland dibagi menjadi 5 jenis sebagai berikut :

Jenis I : Semen untuk penggunaan umum tidak memerlukan persyaratan khusus

Jenis II : Semen untuk batako tahan sulfat dan mempunyai hidrasi sedang

Jenis III : Semen untuk batako dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras)

Jenis IV : Semen untuk batako yang memerlukan panas hidrasi rendah

Jenis V : Semen untuk batako yang tahan terhadap sulfat

Jenis-jenis semen tersebut mempunyai laju kenaikan kekuatan yang berbeda. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat, walaupun semen hanya kira-kira mengisi 10-30 % dari volume batako (Anonim,1995).

Kandungan silikat dan aluminat pada semen merupakan unsur utama pembentuk semen yang mana apabila bereaksi dengan air akan menjadi media perekat. Media perekat ini kemudian akan memadat dan membentuk massa yang keras. Proses hidrasi ini terjadi bila semen bersentuhan dengan air. Proses ini berlangsung 2 arah yakni keluar dan kedalam, maksudnya hasil hidrasi mengendap di bagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi di bagian dalam secara bertahap terhidrasi (Anonim,1995).

Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan batako. Jika terjadi faktor air semen sama (nilai slump berubah) batako dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen terlalu sedikit

berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan batako sulit dipadatkan sehingga kuat tekan batako rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga batako mengandung banyak pori dan akibatnya kuat tekan batako rendah.

Jika nilai *slam* sama (nilai faktor air semen berubah) batako dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi. Hal ini karena pada nilai *slam* sama jumlah air sama sehingga penambahan semen berarti pengurangan nilai faktor air semen yang berakibat penambahan kuat tekan batako.

Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan batako karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan bahan agregat halus dan kasar menjadi satu massa yang kompak dalam artian 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 batako dan kecenderungan retak pada batako. Reaksi semen dengan air dibedakan menjadi dua 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 (Anonim,1995).

Semen Portland sebagai penyusun batako mempunyai sifat sebagai berikut:

a. Susunan Kimia

Ketika semen dicampur dengan air akan menimbulkan reaksi kimia unsur-unsur penyusunan semen dengan air. Reaksi ini menghasilkan bermacam-macam senyawa kimia yang menyebabkan ikatan dan pengerasan. Unsur penyusun semen tersebut seperti pada tabel

3.2 berikut berikut ini.

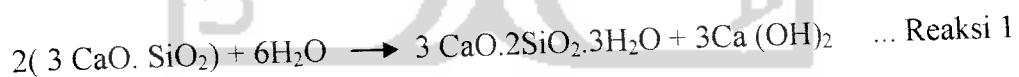
Tabel 2.6 Unsur – unsur penyusun semen

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

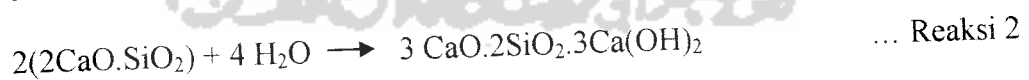
Sumber: Anonim, 1995

Reaksi – reaksi yang terjadi dalam batako adalah sebagai berikut :

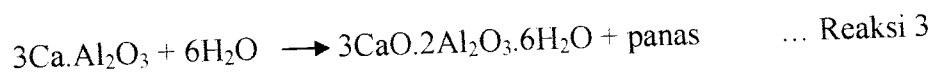
- ◆ Reaksi Trikalsium silikat dengan air :



- ◆ Reaksi Dikalsium silikat dengan air :

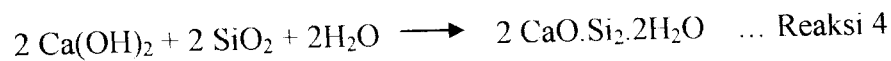


- ◆ Reaksi semen Portland dalam batako dengan membentuk ikatan awal adalah :



Unsur-unsur 3CaO.SiO<sub>2</sub> dan 2CaO.SiO<sub>2</sub> 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. Dari persamaan reaksi di atas terlihat adanya  $\text{Ca(OH)}_2$  bebas. Dengan adanya Spent katalis dalam batako dengan campuran semen Portland,  $\text{Ca(OH)}_2$  bebas akan diikat oleh senyawa silikat yang terkandung di dalamnya, dengan reaksi sebagai berikut:



reaksi Pozzolan

Dengan reaksi tersebut campuran batako akan menjadi lebih padat (*impermeable*) dan lebih kuat serta tahan sulfat.

#### b. Hidrasi semen

Apabila semen bersentuhan dengan air maka proses hidrasi berlangsung, dalam arah keluar dan kedalam, maksudnya hidrasi mengendap di bagian dalam secara bertahap terhidrasi sehingga volumenya mengecil. Reaksi tersebut berlangsung lambat, antara 2-5 jam sebelum mengalami percepatan setelah kulit permukaan pecah. Pada tahap hidrasi berikutnya, pasta semen terdiri dari gel dan sisa-sisa semen yang tak bereaksi, Kalsium Hidroksida  $\text{Ca(OH)}_2$ , air dan beberapa senyawa lain.

#### c. Kekuatan Pasta semen dalam faktor air semen

Kekuatan semen yang telah mengeras tergantung pada jumlah air yang dipakai waktu proses hidrasi berlangsung. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses Hidrasi hanya kira-kira 25% dari berat semen, penambahan jumlah air akan mengurangi kekuatan setelah mengeras. Air yang berlebihan memang akan memudahkan pencampuran batako secara baik, memudahkan pengadukan dan dapat

dicetak tanpa rongga yang besar (tidak keropos). Akan tetapi hendaknya selalu diusahakan jumlah air sedikit mungkin agar kekuatan batako tidak terlalu rendah.

#### d. Sifat Fisik Semen

Sifat fisik semen antara lain kehalusan butiran, waktu ikat dan berat jenis semen. Kehalusan butiran semen akan meningkatkan daya kohesi pada batako segar dan mengurangi *bleeding*, tetapi akan mempunyai sifat susut yang lebih besar dan retak mudah terjadi waktu ikat semen dan air dipengaruhi oleh jumlah air, kehalusan semen, temperatur dan penambahan zat kimia tertentu.

### 2.8. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran batako. agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume batako, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan batako karena sangat berpengaruh terhadap sifat dan mutu batako.

Agregat halus berupa pasir alam, terbentuk dari pecahan batu yang diperoleh dari sumber endapan yang bermacam-macam kondisinya, agregat halus pasir sedangkan agregat dengan ukuran maksimum 4,75 mm, sedangkan agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm. Agregat halus berupa pasir sedangkan ageagat kasar dapat berupa kerikil atau batu pecah.

Untuk mendapatkan mutu batako yang baik agregat yang akan digunakan harus memenuhi persyaratan yaitu :

1. Agregat harus bersih dan tidak mengandung zat yang berbahaya terhadap

batako, seperti :

- a. Partikel lebih kecil dari 200 mass
  - b. Zat organik
  - c. Garam - garam Khlorida
  - d. Sulfat
2. Agregat harus keras
  3. Agregat harus kekal ( tidak mudah berubah bentuk )
  4. Agregat tidak boleh bersifat reaktif terhadap alkali

## 2.9. Air

Air merupakan bahan dasar penyusun batako yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan untuk bahan antara agregat, agar dapat dengan mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang dibutuhkan hanya 30% dari berat semen, tapi pada kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air dapat dipakai sebagai pelumas. Secara umum air akan dapat digunakan untuk pencampuran batako adalah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan batako dengan kekuatan lebih dari 90%.

Menurut PUBI 1982, dalam pemakaian untuk adukan batako sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut.

- a. Tidak mengandung lumpur (benda-benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter)

- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak batako (asam, zat organik dan lainnya)
- c. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih sulfat dari 1 gram/liter.

#### **2.10. Lindi (*Leachate*)**

Lindi/*leachate* adalah cairan yang keluar dari suatu cairan yang terkontaminasi oleh zat-zat pencemar yang ditimbulkan dari limbah yang mengalami proses pembusukan. Menurut EPA *Leachate* adalah suatu cairan yang mencakup semua komponen di dalamnya yang terkandung di dalam cairan tersebut sehingga cairan tersebut tersaring dari limbah yang berbahaya.

Perlindungan merupakan parameter yang sangat menentukan terhadap kualitas hasil solidifikasi kaitannya dengan pencemaran lingkungan adalah kualitas lindi yang dikeluarkan mengingat hasil solidifikasi yang akan digunakan sebagai bahan bangunan. Salah satu metode untuk melihat kualitas lindi dari ligam berat adalah dengan uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*).

#### **2.11. Solidifikasi/Stabilisasi**

Stabilisasi adalah proses penambahan bahan-bahan aditif tertentu untuk mengurangi sifat berbahaya limbah dengan mengubah limbah tersebut menjadi bentuk yang:



- mempunyai laju migrasi kontaminan serendah mungkin
- mempunyai tingkat toksisitas rendah (Buckingham. L; C. Evans; D. La Grega, 1994).

Dengan demikian proses stabilisasi, yang dikenal pula sebagai solidifikasi adalah suatu tahapan proses pengolahan limbah B3 untuk mengurangi potensi racun dan kandungan limbah B3 melalui upaya memperkecil/membatasi daya larut immobilisasi unsur yang bersifat racun sebelum limbah B3 tersebut dibuang ke tempat penimbunan akhir (landfill) (Yulinah. T, 2000).

Tujuan dari proses stabilisasi/solidifikasi adalah mengkonversi limbah beracun menjadi massa yang secara fisik inert, memiliki daya leaching rendah serta kekuatan mekanik yang cukup untuk agar aman untuk di buang ke landfill limbah B3.

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.

Produk stabilisasi diharapkan memiliki karakteristik sebagai berikut :

- stabil
- mampu menahan beban
- toleran terhadap kondisi basah dan kering yang silih berganti
- permeabilitas rendah

- tidak menghasilkan lindi yang berkualitas buruk

Bahan aditif yang ditambahkan untuk stabilisasi/solidifikasi harus bersifat:

1. Dapat memperbaiki karakteristik fisik limbah.
2. Mengurangi luas permukaan limbah.
3. Mengurangi kelarutan polutan yang terdapat dalam limbah
4. Mengurangi toksisitas kontaminan.

Jenis bahan aditif dan bahan-bahan lainnya yang umum digunakan untuk stabilisasi/solidifikasi adalah :

1. Bahan pencampur : gypsum, pasir, lempung, abu terbang.
2. Bahan perekat/pengikat : semen, kapur, tanah liat, dan lain-lain.

Prosedur stabilisasi/solidifikasi adalah sebagai berikut :

1. Sebelum distabilisasi/solidifikasi karakteristik limbah B3 harus ditentukan karakteristiknya terlebih dahulu guna menentukan komposisi bahan-bahan yang perlu ditambahkan.
2. Setelah dilakukan stabilisasi/solidifikasi, selanjutnya dilakukan uji Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) terhadap hasil olahan tersebut untuk mengukur kadar/konsentrasi parameter dalam lindi (extract/eluate). Hasil uji TCLP sebagaimana dimaksud, kadarnya tidak boleh melewati nilai ambang batas sebagaimana ditetapkan Bapedal.

3. Terhadap hasil olahan tersebut selanjutnya dilakukan uji kuat tekan (*compressive strength*). Hasil stabilisasi mempunyai nilai tekanan minimum sebesar 10 ton/m<sup>2</sup> dan lolos uji paint filter test.

4. Hasil stabilisasi yang memenuhi persyaratan baku mutu TCLP, nilai uji kuat tekan dan paint filter test harus ditimbun di tempat penimbunan (*landfill*) B3.

Proses stabilisasi biasa digunakan untuk :

1. Stabilisasi limbah cair B3 sebelum dibuang ke landfill.
2. Remediasi lahan-lahan yang terkontaminasi limbah B3.

Jenis-jenis proses stabilisasi yang banyak digunakan antara lain :

1. Stabilisasi dengan semen
2. Vitrifikasi atau glasifikasi
3. Absorpsi
4. Kapsulasi termoplastik
5. Kapsulasi makro

### **2.12. Extraction Procedure Toxicity Test**

Dalam banyak kasus, pengurangan berbagai zat pencemar dapat berpindah kedalam lingkungan dan hal itu merupakan alasan utama untuk menggunakan stabilisasi/solidifikasi sebagai teknik pengolahan limbah berbahaya. Ketika terjadi infiltrasi pada limbah stabilisasi, kontaminan berpindah dari massa padat ke dalam air (medium transfer) dan menuju ke dalam lingkungan.

Tes leachate tertera pada Tabel 2.9. Istilah *extraction* dan *leaching* adalah proses dimana zat tercemar ditransfer dari matriks padatan menjadi *leachant*. Dalam hal ini kemampuan suatu material yang telah distabilkan untuk melepaskan zat pencemar disebut *leachability*.

Untuk menentukan lindi/*leachate* yang keluar dari padatan yang telah distabilkan digunakan metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)* adalah salah satu evaluasi toksisitas limbah untuk bahan-bahan yang dianggap berbahaya dan beracun dengan penekanan pada nilai *leachate* (Buckingham. L; C. Evans; D. La Grega, 1994).

Tabel 2.7. Metode Tes Lindi

No	<i>Leaching Test Methods</i>
1	<i>Paint Filter Test</i>
2	<i>Liquids Release Test</i>
3	<i>Extraction Procedure Toxicity Characteristic (EPTox)</i>
4	<i>Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)</i>
5	<i>Modified Uniform Leach Procedure (ANS 16.1)</i>
6	<i>Maximum Possible Concentration Test</i>
7	<i>Equilibrium Leach Test</i>
8	<i>Dynamic Leach Test</i>
9	<i>Sequential Leach Test</i>
10	<i>Multiple Extraction Procedure</i>

### 2.13. *Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)*

TCLP digunakan pada tanggal 7 November tahun 1986, oleh U.S. EPA dibawah Amandemen Limbah Padat dan Berbahaya pada tahun 1984. Test ini, suatu

pengatur, dipakai sebagai pengganti untuk *EP Toxicity Test* untuk menjelaskan pengolahan partikel limbah dengan menggunakan standar pengolahan aplikasi dasar teknologi menjadi land disposed. *TCLP* juga secara luas digunakan untuk mengevaluasi efektivitas stabilisasi. Dalam metode ini, material yang distabilkan dihancurkan untuk suatu partikel butir dengan ukuran <9,5 millimeter. Material yang dihancurkan bercampur dengan *acetic acid extraction liquid*, dan diaduk dalam *rotary extractor* selama 18 jam pada 30 RPM dan 22°C. setelah 18 jam, sampel disaring melalui 0,6 - 0,8 micrometer glass fiber filter dan air saringan sebagai *TCLP extract*. *TCLP extract* dianalisa untuk mengetahui kontaminan pencemar yang mencakup *volatile* dan *semi-volatile organics*, *metals*, dan *pesticides*. (Buckingham. L; C. Evans; D. La Grega, 1994).

#### **2.14. Kuat Tekan Batako**

Kuat tekan batako merupakan besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji batako hancur bila dibebani gaya tekan tertentu. Kekuatan tekan batako terutama dipengaruhi oleh perbandingan air dan semennya. Semakin rendah perbandingan air dan semennya semakin tinggi kuat tekan batako. Disamping itu kuat tekan batako pada umumnya dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Sifat - sifat dari bahan pembentuknya
2. Perbandingan bahan - bahannya
3. Cara pengadukan dan penuaan
4. Cara pemadatan

5. Perawatan selama proses pengerasan, dan

6. Umur batako

Pengujian kuat tekan/desak batako dilakukan terhadap benda uji batako dengan ukuran 10 x 20 cm. Pengujian batako/*concrete* berdasarkan atas benda uji berumur 28 hari.

Untuk menghitung kekuatan tekan/desak masing-masing batako dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(5)$$

dengan: P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji ( cm<sup>2</sup>)

Hasil pengujian pada batako perlu diperiksa perkiraan kuat tekan dari keseluruhan benda uji batako yang telah diuji.

Sedangkan pengujian nilai kuat tekan rata-rata (*mean*) dihitung berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$\sigma_{rt} = \sum \frac{\sigma}{n} \dots\dots\dots(6)$$

dengan: n = Jumlah seluruh nilai hasil pengujian

$\sigma$  = Kuat tekan batako yang didapat dari masing-masing uji (Kg/cm<sup>2</sup>)

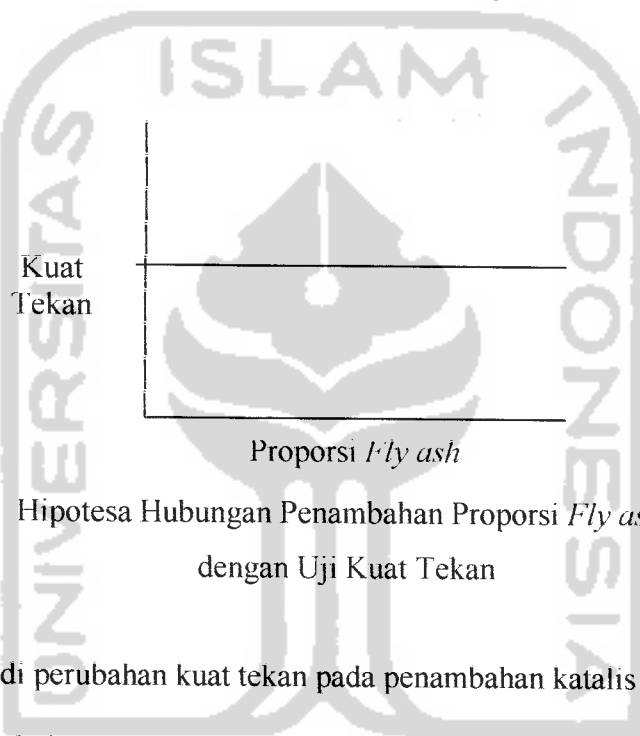
$\sigma_{rt}$  = kuat tekan concrete/ batako rata - rata (Kg/cm<sup>2</sup>)

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kuat tekan batako adalah (Evariani S, Tjokrodimulyo,1995):

## 2.15. Hipotesis

Dari tinjauan pustaka di atas maka dapat ditarik hipotesa pada penelitian kali ini. Hipotesa ini menurut variasi yang akan dilakukan. Dimana variasi yang dimaksud dapat dilihat pada grafik berikut

Oleh karena sifat-sifat *Fly ash* yang hampir sama dengan pasir, maka diduga penggantian pasir dengan *Fly ash* tidak akan mempengaruhi kuat tekan batako.



Gambar 2.6. Hipotesa Hubungan Penambahan Proporsi *Fly ash* terhadap Pasir dengan Uji Kuat Tekan

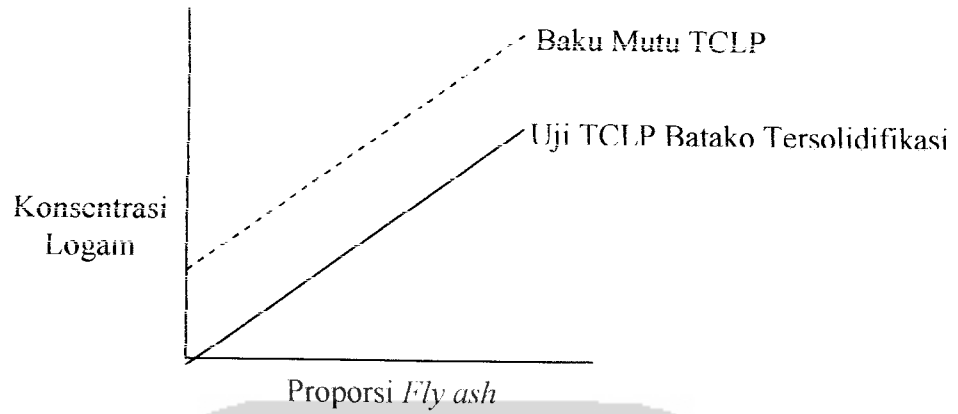
**H0** : Tidak terjadi perubahan kuat tekan pada penambahan katalis

**H1** : Terjadi perubahan kuat tekan pada penambahan katalis

Dengan proses solidifikasi, maka logam akan terimobilisasi. Oleh karena itu diduga hasil Uji TCLP masih memenuhi baku mutu.

**H0** : Uji TCLP batako tersolidifikasi di bawah Baku mutu Uji TCLP

**H1** : Uji TCLP batako tersolidifikasi sama atau di atas Baku Mutu Uji TCLP



Gambar 2.7. Hipotesa Hubungan Penambahan Proporsi *Fly ash* terhadap Pasir dengan Uji TCLP





## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Umum**

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian eksperimen yang berada pada skala laboratorium dengan tahapan-tahapan yang sesuai literatur, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2. Secara garis besar penelitian ini meliputi kegiatan sebagai berikut :

1. Analisa karakteristik limbah fisik dan kimia *fly ash*.
2. Analisa karakteristik fisik hasil solidifikasi yaitu uji kuat lentur.
3. Analisa pelindian (*leachate*) hasil solidifikasi dengan metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP).

#### **3.2. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium lingkungan – Jurusan Teknik Lingkungan, Laboratorium Konstruksi Teknik Sipil (Laboratorium BKT), serta Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

#### **3.3. Waktu penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai dengan bulan Desember 2006

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

#### **3.4.1. Bahan**

Dalam membuat sampel untuk penelitian ini, bahan-bahan susun yang dipergunakan adalah :

1. Limbah *fly ash* hasil pembakaran *incinerator*
2. Bahan campuran Batako / concrete yang dipergunakan adalah :
  - a. Semen Portland [PC] merk Semen Serbaguna
  - b. Air Bersih
  - c. Agregat halus berupa pasir
3. Air

Air yang digunakan berasal dari air PDAM Laboratorium Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

#### **3.4.2. Alat**

Adapun alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

- a. Saringan / ayakan
- b. Timbangan
- c. Cetakan untuk batako ukuran panjang 38 cm, tinggi 18 cm dan lebar 10 cm
- d. Gelas Ukur
- e. Alat penumbuk

- f.* Gelas Ukur
- g.* Erlenmeyer
- h.* Pengaduk Mekanik (*Magnetik stirer*)
- i.* Alat Uji Kuat Tekan (*Compression test*) merk Controls
- j.* Alat putar ( Uji TCLP)
- k.* Bahan kimia untuk analisa Toksisitas ( Uji TCLP )

### **3.5. Asal Bahan Susun**

#### **3.5.1 Asal Limbah *Fly Ash***

Limbah *fly ash* yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah berasal dari proses pembakaran dengan *incinerator* yang dihasilkan dari sistem pengolahan limbah cair dan limbah lumpur (Gambar 3.1). Limbah lumpur dihasilkan dari Unit Pengolahan Limbah Cair (UPLC) yang berasal dari proses produksi di *weaving 1*, *weaving 4*, *weaving 5*, laundry dan laboratorium WWT.. Tahapan-tahapan proses produksi tekstil PT. Apac Inti Corpora ialah pengkajian, proses penghilangan kanji, penggelantangan, pemasakan, merserisasi, pewarnaan, pencetakan dan proses penyempurnaan. Dari tahapan tersebut dihasilkan limbah berupa gas, cair dan uap yang diolah di unit *Waste Water Treatment* (WWT), baik diunit WWT I maupun diunit WWT II.

Selanjutnya limbah lumpur dimasukkan dalam mesin pemeras lumpur (Alfa Laval NX 4500) yang bertujuan untuk memisahkan lumpur dengan air



(*dewatering*) dengan cara memberikan tekanan kepada lumpur sehingga airnya bisa keluar/terpisahakan dengan padatnya. Lumpur yang telah kering selanjutnya dibakar dengan *rotaring dryer dan incinerator* yang beroperasi selama 24 jam dengan suhu tinggi, yaitu  $> 700^{\circ}\text{C}$ .

Pembakaran dengan *rotaring dryer dan incinerator* pada industri tekstil menghasilkan limbah abu padat. Abu tersebut diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*). Dalam penelitian ini limbah abu padat yang digunakan sebagai sampling adalah abu terbang (*fly ash*).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun menyatakan bahwa limbah lumpur dari industri tekstil termasuk jenis limbah berbahaya dan beracun (limbah B3) dari sumber yang spesifik dengan kode D213. Hal ini karena dalam limbah tersebut umumnya mengandung unsur-unsur berbahaya seperti As, Cd, Cr, Pb, Cu dan Zn.

### **3.6. Tahapan Penelitian**

#### **3.6.1. Analisa Karakteristik Bahan**

Dalam menganalisa limbah *Fly Ash* dilakukan pemeriksaan fisik dan kimia meliputi :

1. Pengujian konsentrasi Cr, Zn, dan Pb di dalam *Fly Ash*
2. Uji fisik (berat jenis)

### 3.6.2. Variabel yang diteliti

1. Variabel terikat , yaitu analisis terhadap kuat tekan untuk batako dan Modulus halus, Volume, berat jenis (untuk *Fly Ash*) kemudian uji TCLP untuk perlindungan.
2. Variabel bebas yaitu analisa logam berat berupa Cr, Zn, dan Pb total

### 3.6.3. Penentuan Komposisi Sampel

Pada penelitian ini, masing-masing Formula percobaan dibuat tujuh sampel batako berbentuk empat persegi panjang dengan komposisi limbah *Fly Ash* dan bahan-bahan pembuat batako berbeda, yaitu variasi komposisi antara pasir dan *Fly Ash* yang diformulasikan dari 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4. Secara lengkap komposisi bahan pembuat batako dengan penambahan limbah *Fly Ash* dapat dilihat pada table dan keterangan berikut.

Tabel 3.1. Jenis, Ukuran dan Jumlah Benda Uji

Pengujian Benda Uji	Ukuran (cm)	Jumlah Sampel Uji					Cetakan
		Formula 1 (0 %)	Formula 2 (10 %)	Formula 3 (20 %)	Formula 4 (30 %)	Formula 5 (40 %)	
Kuat Tekan	38 x 18 x 10	7	7	7	7	7	Persegi panjang
TCLP	Lolos ayakan 9.5 mm	100 gram	100 gram	100 gram	100 gram	100 gram	-

Keterangan :

1. Penambahan limbah *fly ash* dibuat dalam 4 formula, yaitu 10%, 20%, 30% dan 40% terhadap bahan penyusun batako, yakni agregat halus(pasir). Dimana masing-masing formula 10 benda uji.

2. Pengujian kuat tekan batako untuk masing-masing formula 10 benda uji.

Pengujian pelindian (*leachate*) batako dengan metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) untuk masing-masing formula 100 gram dari 3 batako yang telah diuji kuat tekannya dan dihancurkan (lolos ayakan 50 mesh). Kemudian dilakukan 3 analisa untuk masing-masing formula

### **3.7. Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.7.1. Uji Berat Jenis Agregat Halus**

Berat jenis agregat adalah rasio antara massa padat agregat dengan massa air pada volume yang sama dan bersuhu sama.

Pada pelaksanaan uji berat jenis pasir dilaksanakan dengan urutan langkah sebagai berikut :

1. Menyiapkan agregat halus dan timbangan dengan ketelitian 0,1 gr.
2. Timbang agregat dengan berat = A gram
3. Gelas ukur diisi sebesar = B ml
4. Gelas ukur diisi air dan agregat sebesar = C ml
5. Dihitung volume agregat =  $C - B = D$  ml
6. Dihitung berat jenis agregat =  $A/B$

#### **3.7.2. Cara Mencari Modulus HalusButir / Agregat Halus**

Untuk mencari modulus halus (pasir ) dilaksanakan pengukuran sebagai berikut :

1. Ambil contoh dalam kondisi kering dengan cara di oven selama 24 jam suhu  $\pm 100-150^\circ$
2. Timbang contoh secukupnya untuk mengetahui berat total dan dicatat
3. Siapkan saringan yang sudah dibersihkan dan disusun dari atas ke bawah dari saringan yang terbesar sampai terkecil, ukuran saringan 10, 4.75, 2.36, 1.18, 0.60, 0.30, 0.15, pan.
4. Masukkan contoh ke dalam saringan yang tersusun dan ditutup serta di set ke mesin penggetar.
5. Hidupkan selama  $\pm 15$  menit
6. Timbang contoh di masing-masing saringan dan catat
7. Hitung berat tinggal atau yang lolos dalam prosen dan komulatifnya.

### **3.7.3. Pemeriksaan Berat Isi Padat (Volume Agregat)**

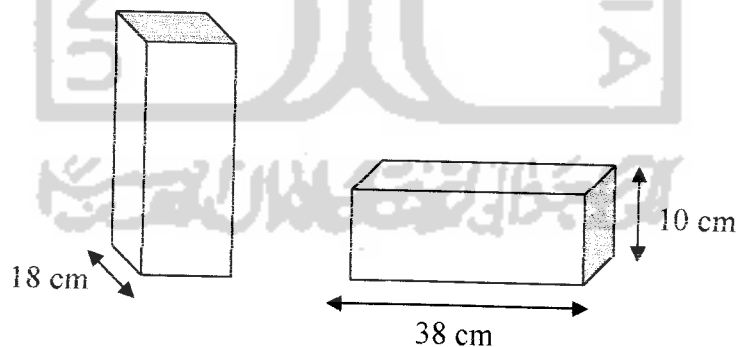
Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan di dalam cetakan batako berukuran tertentu dengan menggunakan alat penumbuk 2,5 kg, berat isi padat (volume agregat) dilaksanakan pengukuran sebagai berikut:

1. Ambil contoh dalam keadaan kering
2. Timbang cetakan batako dan beri simbol  $W^1$  (gram)
3. Masukkan agregat ke dalam cetakan dan ditumbuk dengan menggunakan tongkat tumbuk  $\rightarrow 16$  mm dan panjang 60 cm setiap sepertiga bagian tabung sampai penuh.

4. Timbang cetakan yang berisi agregat tersebut dan dicatat  $W^1$  (gram)
5. Hitung berat isi padat dengan cara membagi berat agregat bersih dengan volume cetakan.

#### 3.7.4. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

1. Limbah *Spent* katalis dan bahan-bahan pembuat batako ditimbang beratnya sesuai dengan variasi komposisinya
2. Mencampurkan bahan-bahan pembuat batako ke dalam talem baja, aduk dalam kondisi kering dengan cetok sampai adukan homogen
3. Kemudian ditambahkan air dan diaduk kembali sampai rata
4. Kemudian masukkan adukan sedikit demi sedikit ke dalam cetakan batako yang berbentuk empat persegi panjang sampai cetakan penuh.
5. Benda uji dilepas dari cetakan
6. Kemudian dilakukan perawatan



Gambar 3.1. Model sampel Batako *Fly Ash*



### **3.7.5. Perawatan Batako (Benda Uji)**

Setelah adukan batako berbentuk empat persegi panjang dilepaskan dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan. Perawatan batako merupakan suatu upaya agar benda uji berupa batako bisa mengeras sempurna sampai usia 28 hari.

Pada penelitian ini dilakukan perawatan Batako dengan cara sebagai berikut :

1. Setelah pencetakan batako, dan adukannya sudah menyatu (keras) batako dikeluarkan dari cetakan dan diletakkan ditempat yang terlindung dari matahari
2. Batako disiram air tiap hari selama 28 hari agar mengeras sempurna

### **3.7.6. Pelaksanaan Pengujian Batako**

Nilai kuat desak batako diperoleh melalui pengujian yang menggunakan mesin uji dengan cara memberi beban tingakat dengan kecepatan peningkatan pada beban tertentu di atas benda uji sampai hancur. Sebagai standar kekuatan batako dipakai kuat desak batako pada umur 28 hari.

### **3.7.7. Metode Uji Kuat Tekan**

Tahapan pengujian kuat desak Batako adalah sebagai berikut :

1. Benda uji yang telah memenuhi umur pengujian, kemudian diambil dan diletakkan pada mesin tekan secara otomatis
2. Mesin dihidupkan dengan penambahan beban yang konstan sebesar 2-4 Kg/cm<sup>2</sup>, dan

3. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dilakukan pencatatan beban maksimum yang terjadi.

### **3.7.8. Pengujian Kuat Tekan**

1. Siapkan benda uji yang telah berumur 28 hari
2. Dibersihkan dan dioven dengan suhu 60°C selama 2 x 24 jam
3. Didinginkan
4. Diletakkan pada mesin uji kuat desak / tekan dengan jarak tumpuan 26 cm
5. Kuat tekan dihitung berdasarkan beban yang bekerja

### **3.8. Analisis Toksisitas**

Dilakukan uji TCLP dan dilihat dari masing-masing perbandingan samapai seberapa besar penurunan kadar logam beratnya. Logam berat yang akan dianalisa adalah : Cr, Zn, dan Pb.

#### **3.8.1. Prosedur Uji Lindi untuk limbah Non Volatil**

Pengujian perlindungan untuk limbah non volatil dilakukan dengan metode TCLP. Langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menimbang sampel 100 gram, kemudian sampel dihaluskan apabila diameternya lebih dari 9,5 mm ( tidak lolos standar 9,5mm).
2. Pengujian pH (Preliminary evaluation)
  - a) - Menimbang sub sampel 5 gram

- Masukkan ke dalam *beaker glass*
  - Menambahkan 96,5 ml air destilasi
  - Menutup dengan kaca arloji dan diaduk dengan *magnetic stirer* (pengaduk mekanik) selama 5 menit
  - Mengukur pH (pH awal)
- b) – Apabila pH langkah (a) lebih dari 5,0 maka ditambahkan 3,5 ml Hcl 1,0 N
- Menutup dengan kaca arloji dan dipanaskan sampai 50° C selama 10 menit
  - Membiarkan sampai larutan dingin
  - Mengukur pH (pH akhir)

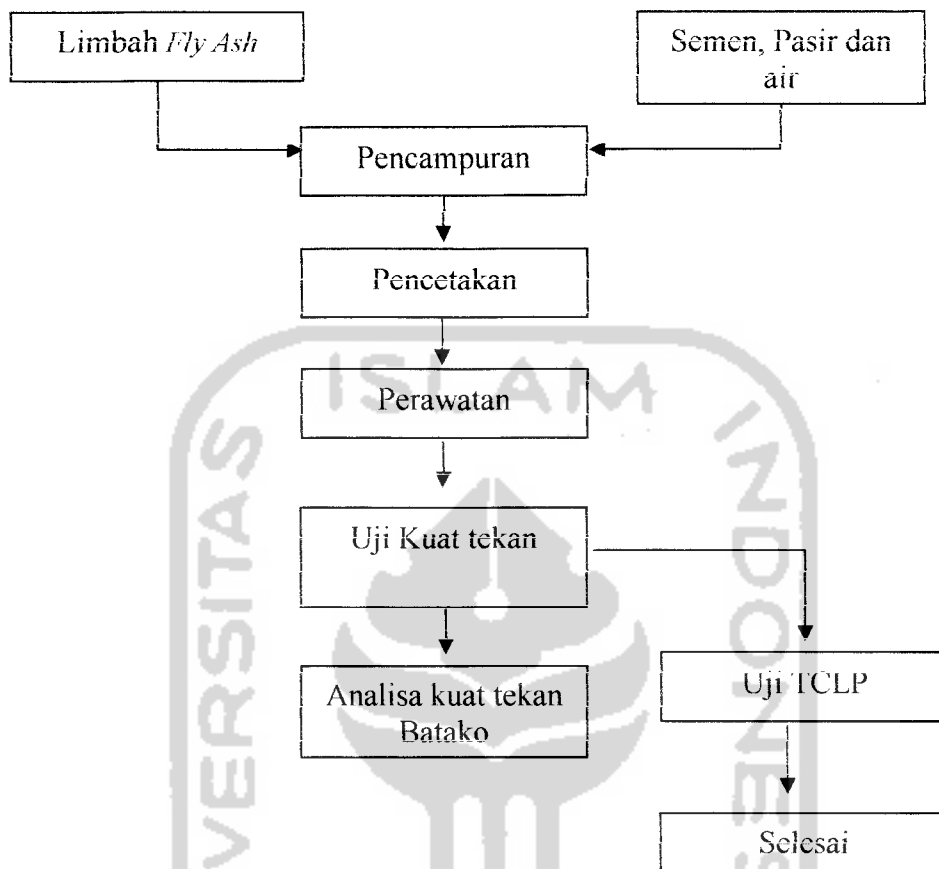
### 3.8.2. Uji TCLP

Uji TCLP dilakukan pada pecahan benda uji yang telah dan dilihat dari masing–masing perbandingan sampai seberapa besar penurunan kadar logam beratnya. Langkah–langkahnya:

1. Timbang sampel 100 gram, haluskan sampel apabila mempunyai diameter lebih dari 9,5 mm (tidak lolos saringan standar 9,5 mm)
2. Lakukan pengujian pH
  - a) – Timbang sub sampel 5 gram (berasal dari sampel 100 gram)
    - Tambahkan 96,5 ml air destilasi
    - Tutup dengan kaca arloji dan aduk dengan magnetic stirer (pengaduk mekanik) selama 5 menit
    - Ukur pH

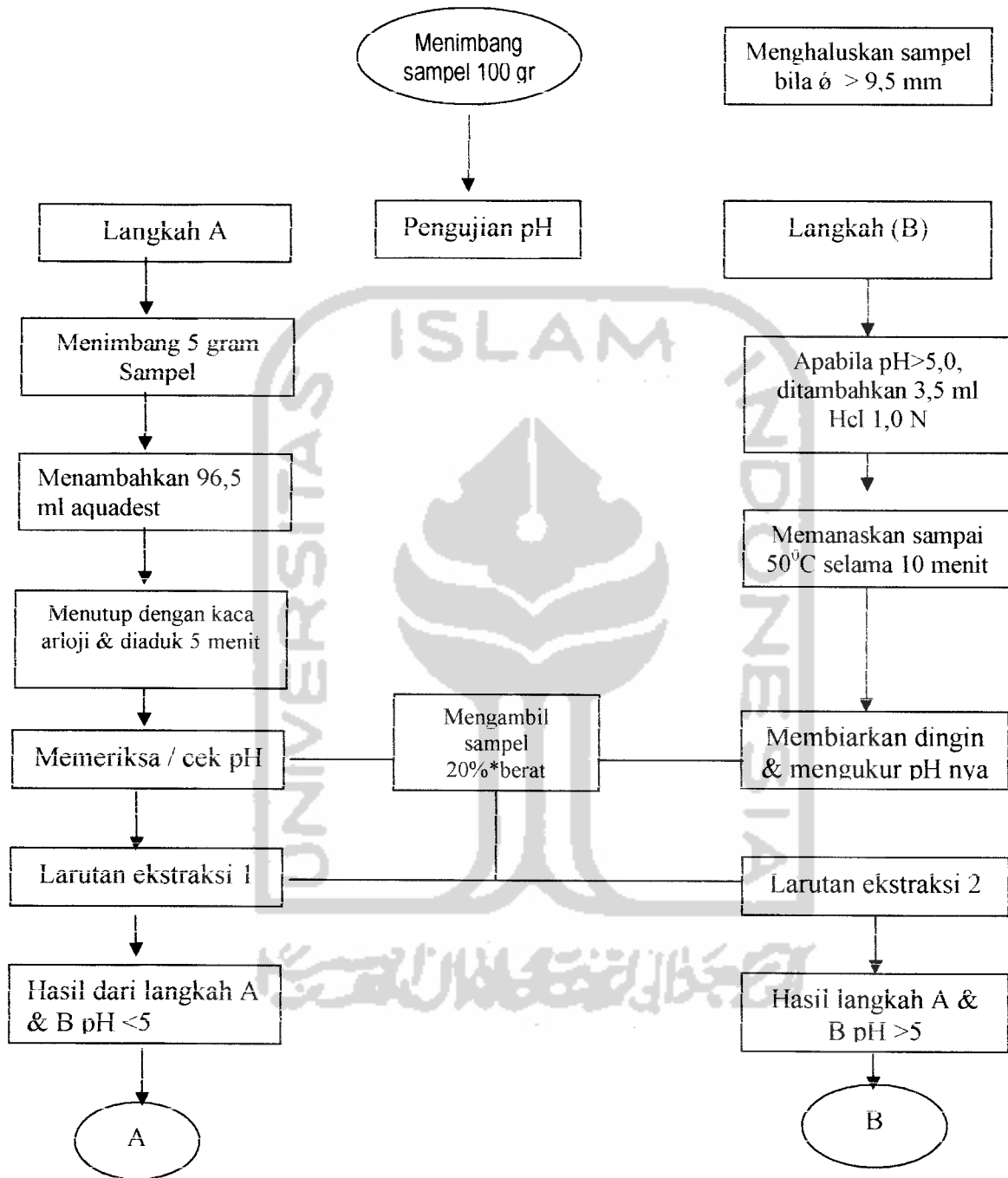
- b) – Bila angka pH lebih dari 5,0 (pada langkah a) tambahkan 3,5 ml HCl 1,0 N
- Tutup dengan kaca arloji dan panaskan sampai 50°C selama 50 menit
  - Biarkan larutan dingin
  - Ukur pH
3. Bila hasil 2 (a) dan 2 (b) pH-nya < 5 gunakan larutan ekstraksi 1 , dan bila hasil 2 ( b ) memiliki pH > 5 gunakan larutan ekstraksi 2
- a) Larutan Ekstraksi 1:
- Larutan HoAc (asam Asetat) sebanyak 5,7 ml dimasukkan ke dalam 500 ml H<sub>2</sub>O tipe 1 (aquadest) ditambahkan 64,3 ml NaOH 1,0 N. Kemudian diencerkan sampai volume 1 liter sehingga pH  $4,93 \pm 0,05$
- b) Larutan Ekstraksi 2 :
- Larutan sebanyak 5,7 ml HoAc dilarutkan ke dalam H<sub>2</sub>O tipe 2 (Bidest) sampai volume 1 liter (pH  $2,88 \pm 0,05$ )
4. Ekstraksi sampel dalam larutan ekstraksi yang sesuai selama 18 jam pada suhu (19 – 25)°C dengan kecepatan putaran  $30 \pm 2$  rpm
5. Lakukan pencucian filter / kertas dengan asam lalu kemudian saring hasil ekstraksi (di atas)
6. Analisa larutan Ekstraksi

### Diagram Alir Pembuatan Benda Uji



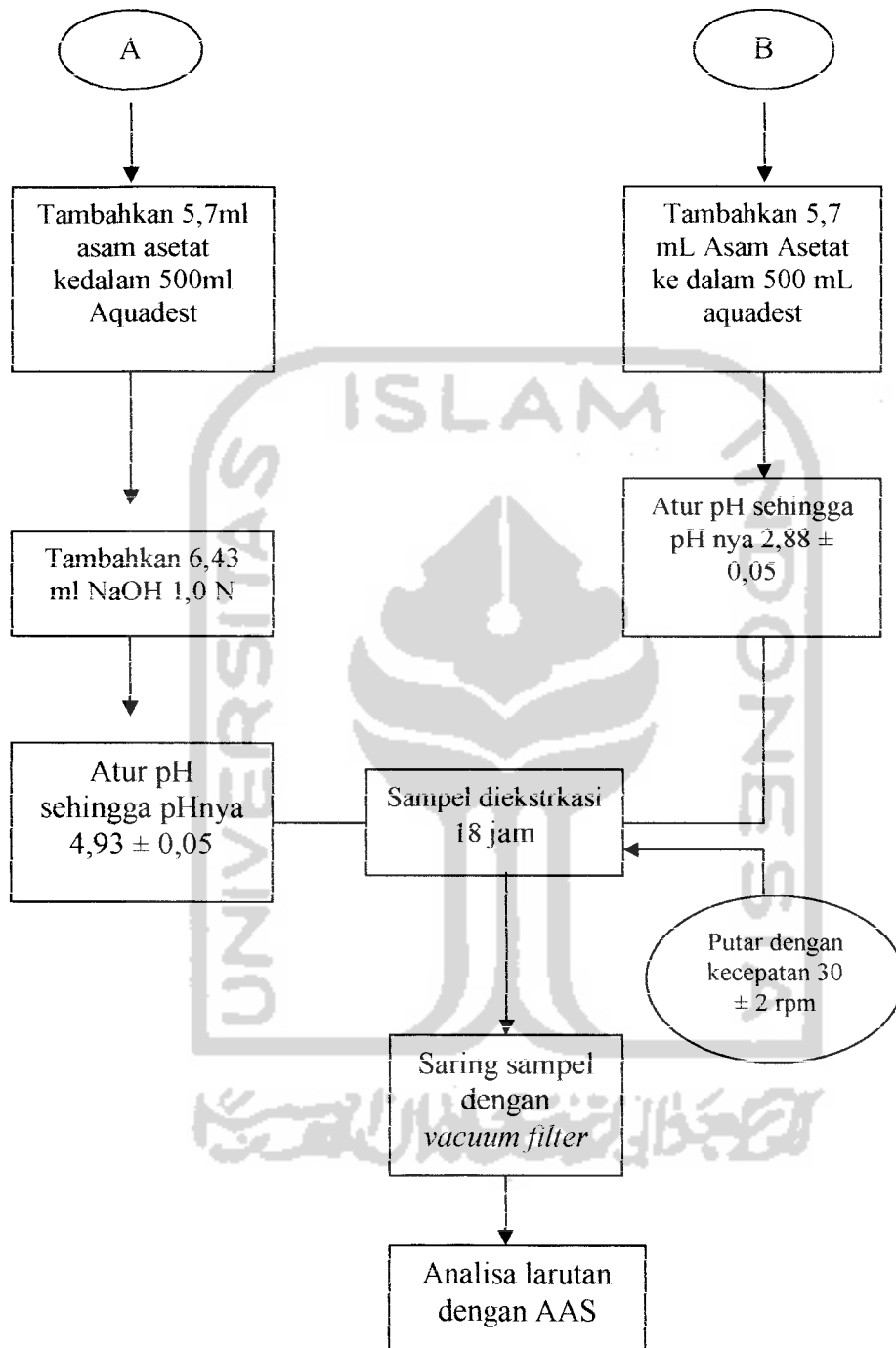
Gambar 3.3. Diagram Alir Pembuatan Benda Uji

### Diagram Alir Tahapan pengujian TCLP



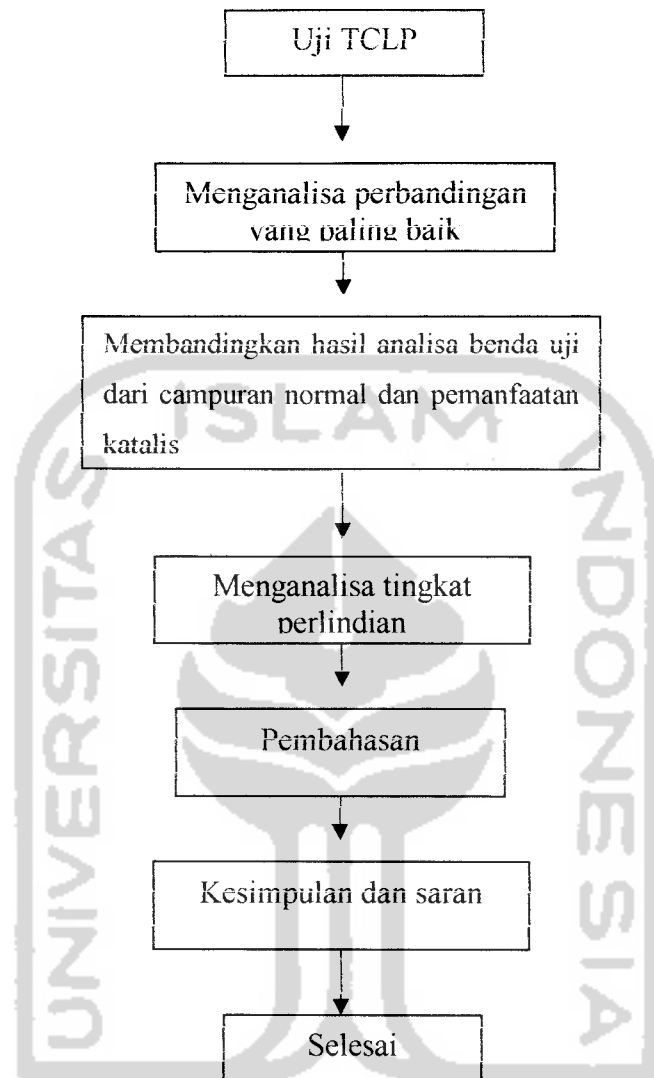
Gambar 3.4. Tahapan pengujian TCLP

**Diagram Alir Tahapan pengujian TCLP (lanjutan)**



Gambar 3.5. Tahapan pengujian TCLP (lanjutan)

**Diagram alir tahapan analisa data dan penyusunan laporan**



Gambar 3.6. Diagram tahapan analisa data dan penyusunan laporan



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Hasil Uji Karakteristik Limbah *Fly Ash*

Pemeriksaan karakteristik limbah *fly ash* meliputi sifat fisik dan kimia yang ditampilkan seperti Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1. Karakteristik Fisik Limbah *Fly Ash*

No	Parameter	Data Penelitian
1	Kadar air	0,04 %
2	Berat jenis	2,424 gr/ml
3	Berat volume	1,146 t/m <sup>3</sup>
4	Modulus Kehalusan	0,33

(Sumber : Hasil Penelitian, 2005)

Tabel 4.2. Karakteristik Kimia Limbah *Fly Ash*

No	Senyawa/unsur	Data Penelitian	PP No.18 Tahun 1999
1	Cr	19,500±0,390	5,0
3	Zn	587,500±21,740	50,0
5	Pb	39,991±1,086	5,0

(Sumber : Jumiati, 2005)

##### 4.1.2. Rancangan Campuran Batako

Rancangan penambahan limbah *fly ash* dalam bahan-bahan batako *stoneware* dibuat sesuai dengan berat dan banyaknya batako yang dibuat, dengan berat rata-rata 120 g tiap batako dan ukuran 38 cm x 18 cm. x 10 cm. Banyaknya sampel yang dibuat adalah 50 buah batako.

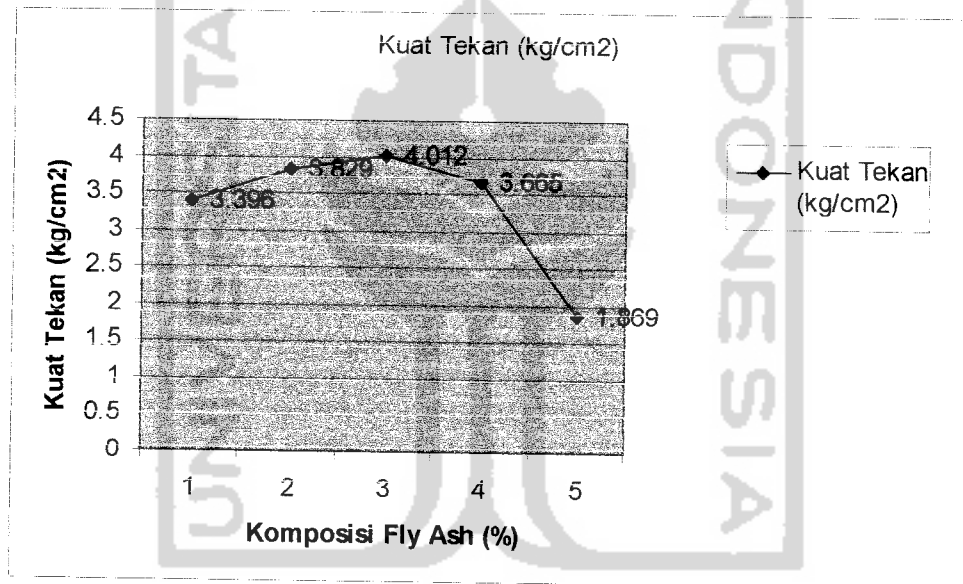
### 4.1.3. Uji Kuat Tekan

Hasil uji kuat tekan pada masing-masing komposisi campuran ditunjukkan pada Tabel 4.3. dan Gambar 4.1.

Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan Batako Rata-rata

No	Kode Sampel	Komposisi Batako (berdasarkan Berat)			Air	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
		Semen	Pasir	Fly Ash		
1	0	1	7	0	1.5	3.396
2	10	1	6.9	0.1	1.5	3.829
3	20	1	6.8	0.2	1.5	4.012
4	30	1	6.7	0.3	1.5	3.665
5	40	1	6.6	0.4	1.5	1.869

(Sumber: Hasil uji laboratorium, 2006)



Gambar 4.1. Grafik Kuat Tekan Rata-rata Terhadap Proporsi *Fly Ash*

Dari data percobaan pada Tabel 4.1, dapat terlihat kecenderungannya menunjukkan tren garis naik dan menurun, dimana terjadi titik maksimum pada proporsi 20% (Gambar 4.1). Hal ini menunjukkan perbedaan kuat tekan dengan kondisi batako tanpa *fly ash*, dimana proporsi *fly ash* 10%, 20% dan 30% yang

digunakan untuk mengganti pasir adalah memiliki tingkat kuat tekan yang lebih besar dari kuat tekan batako normal (tanpa *fly ash*). Dimana nilai kuat tekan menurun pada proporsi campuran 40% terhadap pasir

Untuk lebih meyakinkan apakah perbedaan rata-rata kuat tekan tersebut cukup signifikan, maka perlu dilakukan uji statistik ANOVA satu arah. Kemudian didapatkan bahwa tidak ada perbedaan yang cukup bermakna pada level kepercayaan 95% untuk beberapa kondisi, yakni antara kondisi tanpa penambahan limbah *fly ash* (kadar 0%) dengan penambahan limbah *fly ash* dari kadar 10%, 20% dan 30% dengan pasir kuat tekan yang dihasilkan secara statistik masih sama. Sementara untuk penambahan *fly ash* dengan kadar 40% terlihat perbedaan yang cukup signifikan, hal tersebut disebabkan oleh kadar air yang cukup tinggi pada limbah *fly ash*, sehingga dengan makin banyaknya presentase penambahan *fly ash* (terlihat pada penambahan 40%), terjadi pengenceran yang berlebih pada campuran batako yang berdampak pada kualitas kuat tekan batako (menjadi lebih rendah). Dan pada penambahan *fly ash* dengan presentase sedikit (pada penambahan 20%), akan menghasilkan kualitas (kuat tekan)batako yang baik.

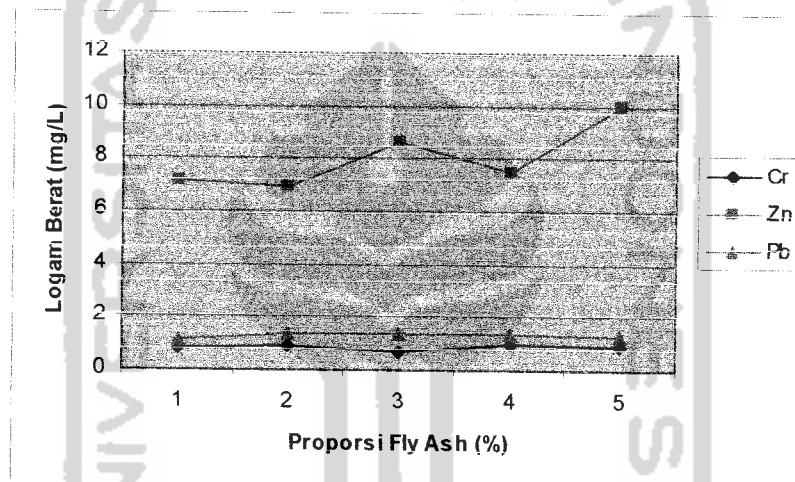
#### **4.1.4. Uji Leachate Dengan Metode TCLP**

Hasil pengujian lindi/*leachate* dengan metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) pada masing-masing formula ditunjukkan pada Tabel 4.4. dan Gambar 4.2.

Tabel 4.4. Hasil Rata-rata *leachate* Logam Berat Pada Batako

No	Benda Uji	Leachate Logam Berat (mg/L)		
		Cr	Zn	Pb
1	Formula 1 (0%)	0.8186	7.1546	1.1327
2	Formula 2 (10%)	0.8962	6.8969	1.3595
3	Formula 3 (20%)	0.6633	8.5979	1.3271
4	Formula 4 (30%)	0.9738	7.4639	1.3595
5	Formula 5 (40%)	0.8962	9.9381	1.2947
Standar TCLP (PP 18/1999)		5,0	50,0	5,0

(Sumber : Hasil Penelitian, 2006)



Gambar 4.2. Grafik TCLP Logam Berat (Cr, Zn dan Pb)

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Karakteristik Limbah *Fly Ash*

Pada penelitian awal dilakukan pemeriksaan karakteristik fisik dan kimia limbah *fly ash* yang ditampilkan pada Tabel 4.1 dan 4.2. Pemeriksaan ini dilakukan

untuk mengetahui syarat potensi limbah *fly ash* dalam pembuatan batako dan kandungan logam berat dalam limbah *fly ash* sebelum disolidifikasi.

Dari hasil analisa yang dilakukan terhadap sifat fisik limbah *fly ash* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1, berat jenis 2,424 gr/mL, berat volume 1,146 T/m<sup>3</sup> dan modulus kehalusan sebesar 0,33 adalah berpotensi untuk pembuatan batako.

Jika dilihat dari unsur-unsur yang terkandung seperti pada Tabel 4.2, maka limbah *fly ash* tergolong jenis limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yaitu Zn ( $587,500 \pm 21,740 \mu\text{g/g}$ ), Pb ( $39,991 \pm 1,086 \mu\text{g/g}$ ) dan Cr ( $19,500 \pm 0,390 \mu\text{g/g}$ ).

#### **4.2.2. Rancangan Campuran Batako**

Dalam membuat sampel untuk penelitian ini dipergunakan bahan-bahan dasar pembuat batako, yaitu : semen, pasir, kerikil, *fly ash* dan bahan bantu, yaitu air. Variasi komposisi dibuat berdasarkan jenis batako yang dibuat, yaitu batako silinder dengan komposisi penambahan *fly ash* 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3. Rancangan campuran bahan batako didasarkan pada berat dan banyaknya batako yang dibuat, dengan berat rata-rata 120 g tiap batako dan ukuran 38cm x 18cm x 10 cm Banyaknya sampel yang dibuat adalah 50 batako.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya bahwa semakin banyak proporsi limbah berpengaruh pada kualitas yang dihasilkan, yaitu dihasilkan nilai kuat tekan pada produk seperti batako semakin rendah sehingga kualitas produk kurang baik,

dan penambahan limbah terhadap campuran produk yaitu nilai kuat tekan optimum tercapai pada proporsi limbah 20%. Tabel 4.3. menunjukkan bahwa untuk formula 2, 4 dan 5 dilakukan penambahan 10%, 30% dan 40% limbah *fly ash*.

#### 4.2.3. Uji Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan diperoleh, batako hasil penambahan 10% yaitu sebesar  $3.829 \text{ kg/cm}^2$ , 20% sebesar  $4.012 \text{ kg/cm}^2$  dan 30% sebesar  $3.665 \text{ kg/cm}^2$  limbah *fly ash* masih memberikan mutu kuat tekan yang baik karena kuat tekan pada penambahan limbah tersebut berada diatas nilai batako pembanding, Dimana kuat tekan pada batako pembanding yaitu sebesar  $3.396 \text{ kg/cm}^2$ ; sedangkan pada penambahan 40% limbah *fly ash* menghasilkan nilai kuat tekan dibawah nilai pembanding yaitu sebesar  $1.869 \text{ kg/cm}^2$ , sehingga menghasilkan mutu batako kurang baik. Kuat tekan tertinggi adalah  $4.012 \text{ kg/cm}^2$  dengan penambahan 20% limbah *fly ash*.

Dari Tabel 4.3. dan Gambar 4.1. diperoleh bahwa sifat dan kandungan bahan-bahan batako juga berpengaruh terhadap kuat tekan batako. terlihat bahwa makin meningkatnya penambahan limbah *fly ash* dalam bahan-bahan batako, mempunyai nilai kuat tekan semakin rendah.

#### 4.2.4. Uji Lindi Dengan Metode TCLP

Uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) merupakan salah satu metode pengujian yang digunakan untuk limbah B3. Analisis ini dilakukan untuk

mengetahui tingkat pelepasan logam berat mengingat bahan tambahan yang digunakan adalah limbah industri tekstil. Seperti diketahui dalam limbah padat industri tekstil mengandung logam berat yang berasal dari zat warna yang digunakan. Untuk maksud tersebut dilakukan uji *leachate* dengan metode TCLP terhadap produk batako *stoneware* yang dihasilkan. Pada penelitian ini, analisis logam berat yang dianalisa yaitu Cr, Zn dan Pb.

Dari data hasil penelitian ini (Tabel 4.5. dan Gambar 4.4.) terlihat bahwa lindi (*leachate*) logam berat yaitu Cr, Zn dan Pb yang lepas dari batako sangat kecil, berada dibawah ketentuan yang ditetapkan berdasarkan PP No 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun (B3). Hal ini disebabkan terjadi ikatan fisik dan kimia dalam sampel batako.

Dengan pengujian lindi terlihat bahwa logam-logam berat yaitu Cr, Zn dan Pb dalam limbah *fly ash* setelah disolidifikasi sebagai batako menjadi stabil, ini terbukti dalam air lindi (*leachate*) jauh lebih kecil, berada dibawah ketentuan yang ditetapkan berdasarkan PP No 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun (B3). Dengan demikian proses solidifikasi limbah *fly ash* sebagai batako dengan pembakaran tinggi membentuk senyawa baru yang lebih stabil sehingga aman dilingkungan.

Nilai lindi dari uji TCLP pada setiap variasi penambahan limbah *fly ash* memberikan perbedaan yang signifikan antara satu dengan yang lainnya. Perbedaan nilai lindi ini dipengaruhi beberapa faktor diantaranya proses pencampuran bahan yang tidak homogen. Pada proses solidifikasi, pencampuran bahan-bahan mentah

batako dan limbah *fly ash* dilakukan secara manual dengan tangan. Pencampuran seperti ini menyebabkan tidak homogen antara bahan-bahan yang digunakan dengan limbah *fly ash* sehingga pada proses pencetakan, sampel pada masing-masing formula mengandung limbah *fly ash* yang berbeda.

Faktor ini juga dipengaruhi oleh sisa-sisa formula yang mengandung 10%, 20%, 30%, dan 40% limbah *fly ash* pada alat cetak yang digunakan. Pada saat pencetakan, alat cetak yang digunakan tidak dicuci tapi hanya dilap saja dengan menggunakan kain. Ini ditunjukkan pada formula 1 (0% limbah) mengandung logam berat Cr, Zn dan Pb.

Selain itu dipengaruhi juga oleh larutan ekstraksi pada pengujian TCLP yang tidak sempurna pada proses penyaringan. Pada pengujian TCLP, untuk larutan ekstraksi sampel disaring dengan menggunakan kertas saring. Pada proses ini diperoleh hasil saringan yang tidak sama untuk setiap formula, dikarenakan masih ada padatan yang lolos saringan.

Dari hasil penelitian terlihat adanya logam-logam berat yaitu Cr, Zn dan Pb yang masih terdapat, hal ini disebabkan pada proses solidifikasi sebagai batako dengan pembakaran yang tinggi, partikel bahan-bahan batako yang digunakan tidak terikat sempurna dengan limbah baik secara fisik maupun secara kimia.

Apabila hasil penelitian lindi dengan metode TCLP dibandingkan dengan baku mutu TCLP menurut PP 18 tahun 1999 semuanya jauh dibawah baku mutu. Dengan demikian pemanfaatan limbah *fly ash* industri tekstil untuk batako layak dari aspek teknis (kuat tekan) maupun aspek kesehatan dan lingkungan.



#### 4.2.5. Perbandingan Optimum Ditinjau dari Uji Kuat Tekan dan Uji TCLP

Dari hasil penelitian ini, uji kuat tekan pada Tabel 4.3, makin meningkatnya penambahan limbah *fly ash* dalam bahan-bahan batako mempunyai nilai kuat tekan semakin rendah. Sedangkan pada uji lindi dengan metode TCLP pada Tabel 4.4, nilai lindi pada setiap variasi penambahan limbah *fly ash* memberikan perbedaan yang signifikan antara satu dengan yang lainnya. Berdasarkan pada penelitian pendahuluan dengan uji TCLP, makin meningkat penambahan limbah mempunyai nilai uji lindi dengan metode TCLP semakin tinggi. Oleh karena itu perbandingan optimum ditinjau dari uji kuat tekan dan uji lindi tidak sesuai sehingga penambahan komposisi limbah *fly ash* yang optimum dalam pembentukan batako berdasarkan aspek teknis dan tingkat toksisitas dari hasil penelitian uji kuat tekan dan uji lindi dengan metode TCLP yaitu penambahan 10% limbah *fly ash*. Hal ini dikarenakan pada penambahan 20% limbah *fly ash* menghasilkan nilai kuat tekan terbesar yaitu  $4.012 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai lindi untuk Cr, Zn dan Pb sebesar  $0.6633 \text{ mg/L}$ ;  $8.5979 \text{ mg/L}$  dan  $1.3271 \text{ mg/l}$  berada dibawah nilai minimum yang ditetapkan.

Dari aspek kesehatan/tingkat toksisitas logam berat, komposisi penambahan 10%, 20%, 30% dan 40% limbah *fly ash* masih berada dibawah baku mutu TCLP berdasarkan PP 18 tahun 1999, sedangkan dari aspek teknis yaitu kuat tekan pada penambahan 40% limbah *fly ash* tidak memenuhi nilai pembanding batako yang dijual dipasaran.

Tabel 4.5. Perbandingan Optimum DiTinjau dari Uji Kuat Tekan dan Uji TCLP

Formula	Pengujian			
	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	TCLP (mg/l)		
		Cr	Zn	Pb
1 (0%)	3,396	0.8186	7.1546	1.1327
2 (10%)	3,829	0.8962	6.8969	1.3595
3 (20%)	4,012	0.6633	8.5979	1.3271
4 (30%)	3,665	0.9738	7.4639	1.3595
5 (40%)	1.869	0.8962	9.9381	1.2947
Standar		5,0	50,0	5,0

(Sumber : Hasil Penelitian, 2006)



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian solidifikasi limbah *fly ash* industri tekstil untuk batako yang bermutu serta aman bagi kesehatan dan lingkungan dapat disimpulkan :

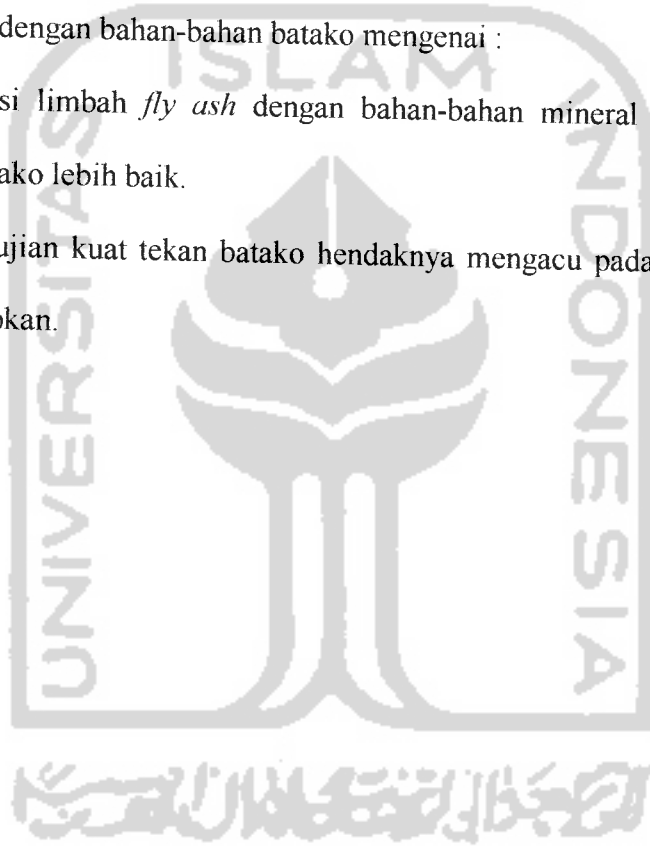
1. Penambahan 10% yaitu sebesar 3.829 kg/cm<sup>2</sup> , 20% yaitu sebesar 4.012 kg/cm<sup>2</sup> dan 30% yaitu sebesar 3.665 kg/cm<sup>2</sup>, *fly ash* yang digunakan dalam pembuatan batako menghasilkan kualitas batako yaitu kuat tekan yang baik, karena kuat tekan batako masih berada diatas nilai batako pembanding, yaitu sebesar 3.396 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan pada penambahan 40% limbah *fly ash* yaitu sebesar 1.869 kg/cm<sup>2</sup> menghasilkan nilai kuat tekan dibawah nilai pembanding sehingga menghasilkan mutu batako kurang baik.
2. Pengujian pelindian (*leachate*) dengan metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) pada hasil solidifikasi dari penambahan 10%, 20%, 30% dan 40% limbah *fly ash* dengan bahan-bahan mentah batako diperoleh hasil dibawah baku mutu (PP 18 tahun 1999). Hal ini berarti pengolahan limbah *fly ash* dengan solidifikasi menjadi batako dapat memobilisasi logam-logam berat yaitu Cr, Zn dan Pb.
3. Persentase penambahan limbah *fly ash* yang optimum dalam pembentukan batako dari aspek teknis (kuat tekan) dan aspek toksisitas (kesehatan dan

lingkungan) yaitu 20%, hal ini dikarenakan memiliki nilai kuat tekan terbesar yaitu  $4.012 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai lindi Cr, Zn dan Pb sebesar 0.6633 mg/l; 8.5979 mg/l dan 1.3271 mg/l berada dibawah nilai minimum yang ditetapkan.

## 5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap solidifikasi limbah *fly ash* industri tekstil dengan bahan-bahan batako mengenai :

1. Immobilisasi limbah *fly ash* dengan bahan-bahan mineral yang berbeda agar kualitas batako lebih baik.
2. Pada pengujian kuat tekan batako hendaknya mengacu pada nilai standar yang telah ditetapkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F., (2005), *Solidifikasi Limbah Katalis RCC-15 Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Keramik*, skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP UII Yogyakarta.
- Alloway, B.J., (1990). *Heavy Metals in Soils*, Glasgow
- Anonim, (1994). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1994 Tentang Pengolahan Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya*, Badan Pengendali Dampak Lingkungan, Jakarta, 1994.
- Anonim, (1996). *Bahan-bahan Berbahaya dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Astuti, A., (1997). *Pengetahuan Keramik*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Cheremisinoff, P., (1992), *Coal Fly Ash Utilization*, *Encyclopedia of Enviromental Control Technology, Volume 5, Waste Minimization and Recycling*, Gulf Publishing Company, Houston-Texas.
- Damanhuri, E., (2000), *Teori TCLP untuk Limbah B3 Serta Prosedur Ujinya*, Teknik Lingkungan ITB.
- Jumiyati, (2005), *Solidifikasi Limbah Fly Ash Hasil Pembakaran Incinerator Industri Tekstil Sebagai Keramik*, skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP UII
- Palar, H., (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.

Sherve, R.N., (1956). *The Chemical Process Industries*, Second Ed., Mc. Graw Hill Book Company, Tokyo.

SNI 03 - 2492 - 1991, *Metode Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium*

Sulastri, E., (2006). *Pemanfaatan Spent katalis sebagai bahan campuran Beton*, skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP UII Yogyakarta.

Tchobanglous, et al, (1997). *Solid Wastes, Engineering Principles and Managements Issues*, Mc. Graw-Hill, New York.

Van Vlack, Lavrence H., Sriati D., 1994, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

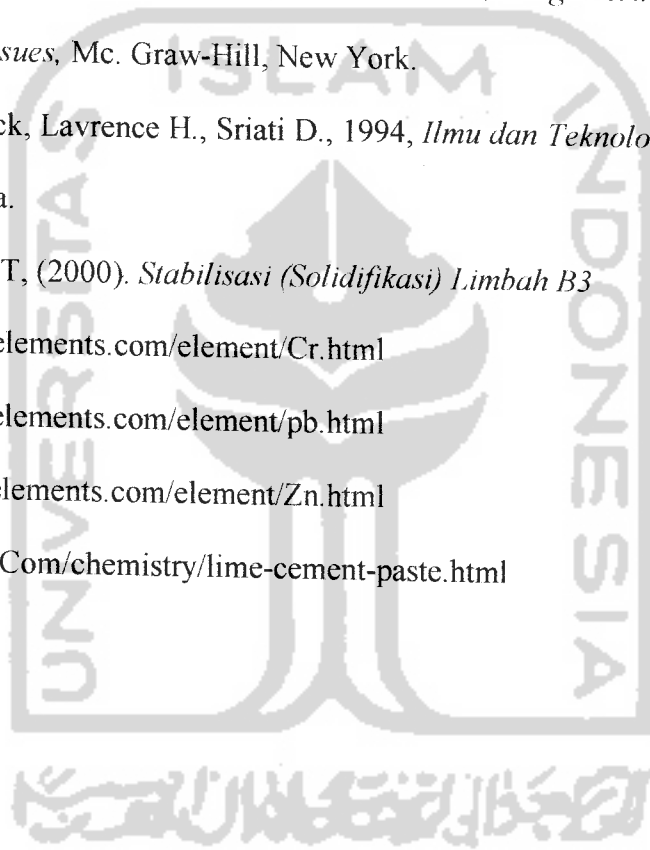
Yulinah. T, (2000). *Stabilisasi (Solidifikasi) Limbah B3*

[www. Chemicalelements.com/element/Cr.html](http://www.Chemicalelements.com/element/Cr.html)

[www. Chemicalelements.com/element/pb.html](http://www.Chemicalelements.com/element/pb.html)

[www. Chemicalelements.com/element/Zn.html](http://www.Chemicalelements.com/element/Zn.html)

[www. Lenntech. Com/chemistry/lime-cement-paste.html](http://www. Lenntech. Com/chemistry/lime-cement-paste.html)



## LAMPIRAN

### Uji Statistik(ANOVA) Kuat Tekan Pada Variasi Pasir *Fly ash*

0% <i>Fly Ash</i>	10% <i>Fly Ash</i>
3.155	5.237
1.404	5.123
3.274	1.458
2.491	5.392
3.967	2.296
4.876	1.428
4.607	5.870

H0 : Tidak ada perbedaan

H1 : Ada perbedaan

Anova: Single Factor

#### SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	7	23.77442	3.396346	1.474319
Column 2	7	26.8048	3.829258	4.000634

#### ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.655943	1	0.655943	0.239616	0.633309	4.747225
Within Groups	32.84972	12	2.737476			
Total	33.50566	13				

**Variasi Pasir Fly ash**

0% Fly Ash	20% Fly Ash
3.155	5.019
1.404	1.158
3.274	5.249
2.491	4.490
3.967	4.670
4.876	5.263
4.607	2.232

H0 : Tidak ada perbedaan

H1 : Ada perbedaan

Anova: Single Factor

**SUMMARY**

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	7	23.77442	3.396346	1.474319
Column 2	7	28.08074	4.011535	2.681125

**ANOVA**

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1.324599	1	1.324599	0.637525	0.440125	4.747225
Within Groups	24.93266	12	2.077722			
Total	26.25726	13				



### Variasi Pasir *Fly ash*

0% <i>Fly Ash</i>	30% <i>Fly Ash</i>
3.155	3.858
1.404	1.274
3.274	4.918
2.491	1.326
3.967	4.521
4.876	4.560
4.607	5.197

H0 : Tidak ada perbedaan

H1 : Ada perbedaan

Anova: Single Factor

#### SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	10	1618.451	161.8451	902.8717
Column 2	10	1740.633	174.0633	133.2853

#### ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	746.4214	1	746.4214	1.44075	0.245578	4.413873
Within Groups	9325.413	18	518.0785			
Total	10071.83	19				

### Variasi Pasir Fly ash

0% Fly Ash	40% Fly Ash
3.155	0.938
1.404	3.924
3.274	0.658
2.491	2.619
3.967	2.923
4.876	1.141
4.607	0.877

H0 : Tidak ada perbedaan

H1 : Ada perbedaan

Anova: Single Factor

#### SUMMARY

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	7	23.77442	3.396346	1.474319
Column 2	7	13.07964	1.86852	1.624213

#### ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	8.169878	1	8.169878	5.273386	0.040461	4.747225
Within Groups	18.59119	12	1.549266			
Total	26.76107	13				

**LAMPIRAN**

**Dokumentasi Tugas Akhir**



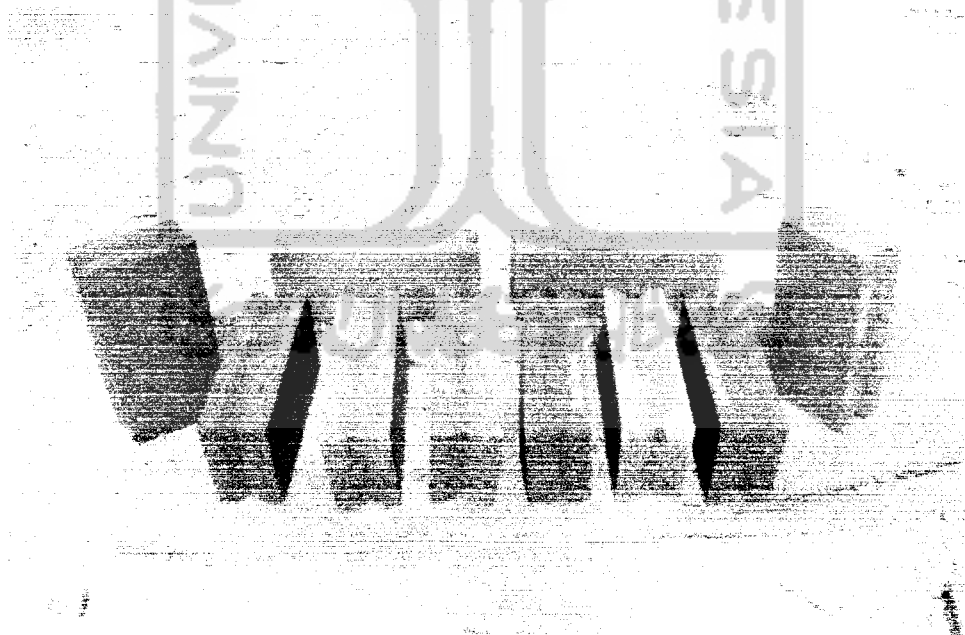
Gambar 3.1. Bahan dasar campuran batako dan *fly ash*



Gambar 3.2. Cetakan untuk pembuatan batako



Gambar 3.3. Proses pembuatan sampel batako



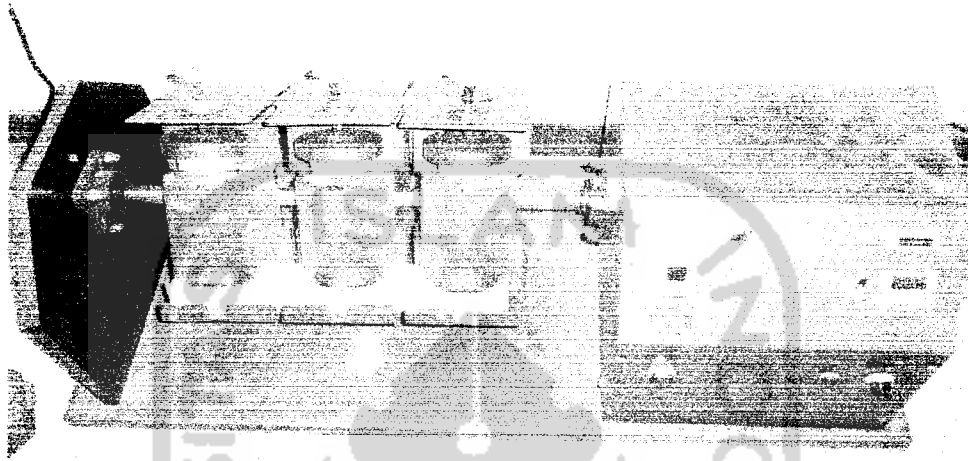
Gambar 3.4. Sampel Batako



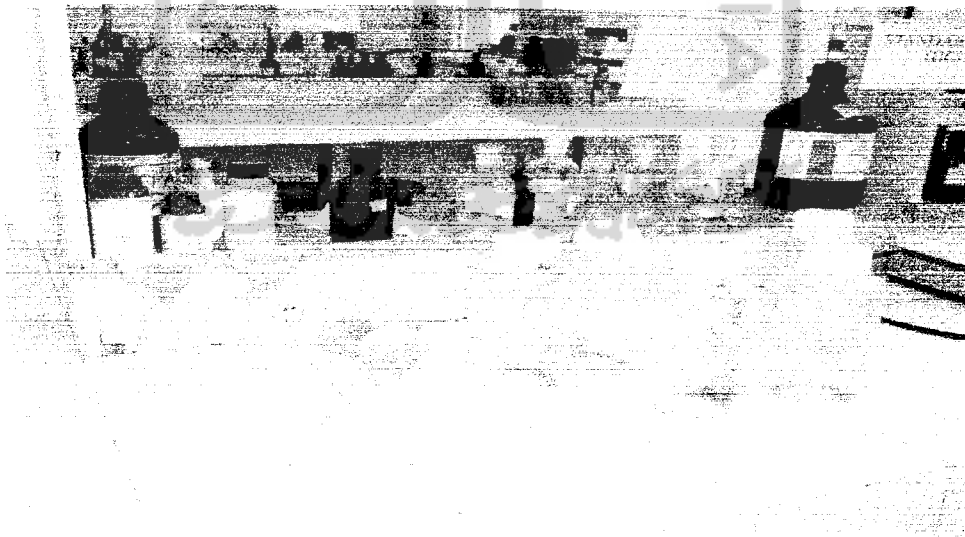
Gambar 3.5. Alat Uji Kuat Tekan



Gambar 3.6. Persiapan Proses Ekstraksi



Gambar 3.7. Proses Ekstraksi (selama 18 jam)



Gambar 3.8. Proses penyaringan larutan Ekstrak



Gambar 3.9. Penambahan larutan asam  $\text{HNO}_3$



Gambar 3.10. Pemanasan Sampel



# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

## HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR

Nama benda uji : Fly ash

Asal : PT. Apac Inti Corpora Semarang

Keperluan : Tugas Akhir

Diperiksa Oleh:

1. M. Ismail Huruji

2. Anggoro Jatu P

Uraian	Sampel
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	490
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (ssd)	500
Berat piknometer berisi fly ash dan air, gram (Bt)	949
Berat piknometer berisi air, gram (B)	660
Berat jenis curah, gram/cm <sup>3</sup> ..... (1) $Bk / ( B + 500 - Bt )$	2,322
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm <sup>3</sup> .....(2) $500 / ( B + 500 - Bt )$	2,369
Berat jenis semu ..... (3) $Bk / ( B + B k - Bt )$	2,437
Penyerapan air ..... (4) $( 500 - Bk ) / Bk \times 100 \%$	0,020

Yogyakarta, .....

Mengetahui,

Laboratorium BKT FTSP UII





# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

## HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

Nama benda uji : Pasir

Diperiksa Oleh:

Asal : PT. Apac Inti Corpora Semarang

1. M. Ismail Huruji

Keperluan : Tugas Akhir

2. Anggoro Jatu P

Uraian	Sampel
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	485
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram (ssd)	500
Berat piknometer berisi fly ash dan air, gram (Bt)	1185
Berat piknometer berisi air, gram (B)	869
Berat jenis curah, gram/cm <sup>3</sup> ..... (1) $Bk / ( B + 500 - Bt )$	2,635
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm <sup>3</sup> .....(2) $500 / ( B + 500 - Bt )$	2,717
Berat jenis semu ..... (3) $Bk / ( B + B k - Bt )$	2,869
Penyerapan air ..... (4) $( 500 - Bk ) / Bk \times 100 \%$	0,030

Yogyakarta, .....

Mengetahui,

Laboratorium BKT FTSP UII



# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

## HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR KRICAK/KERIKIL

Nama benda uji : Kerikil

Diperiksa Oleh:

Asal :

1. M. Ismail Huruji

Keperluan : Tugas Akhir

2. Anggoro Jatu P

Uraian	Sampel
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4917
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3130
Berat jenis curah, ..... (1) $Bk / ( Bj - Ba )$	2,629
Berat jenis jenuh kering muka, .....(2) $Bj / ( Bj - Ba )$	1,0005
Berat jenis semu ..... (3) $Bk / ( Bk - Ba )$	2,75
Penyerapan air ..... (4) $( Bj - Bk ) / Bk \times 100 \%$	0,016

Yogyakarta, .....

Mengetahui,

Laboratorium BKT FTSP UII



# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

## HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO. 200

### ( UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR )

Nama benda uji : Pasir

Diperiksa Oleh:

Asal :

1. M. Ismail Huruji

Keperluan : Tugas Akhir

2. Anggoro Jatu P

Ukuran butir maksimum	Berat minimum	Keterangan
Sampai 4.80 mm	500 gram	Pasir
9.60 mm	1000 gram	Kerikil
19.20 mm	1500 gram	Kerikil
38.00 mm	2500 gram	Kerikil

	Sampel
Berat agregat kering oven ( $W_1$ ), gram	500
Berat ag. kering oven setelah di cuci ( $W_2$ ), gram	490
Berat yang lewat ayakan no. 200, persen $\{ (W_1 - W_2) / W_1 \} \times 100 \%$	490

Menurut persyaratan umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982) berat bagian yang lewat ayakan no. 200 ( 0.075 mm ) :

- Untuk pasir maksimum 5 % ( lima persen )
- Untuk kerikil maksimum 1 % ( satu persen )

Yogyakarta, .....

Mengetahui,

Laboratorium BKT FTSP UII



## LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

### HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT KASAR

Nama benda uji : Kerikil Diperiksa Oleh:  
Asal : 1. M. Ismail Huruji  
Keperluan : Tugas Akhir 2. Anggoro Jatu P

	<b>Sampel</b>
Berat tabung ( $W_1$ ), gram	4795
Berat tabung + agregat kering tungku ( $W_2$ ), gram	12512
Berat agregat bersih ( $W_3$ ), gram	7177
Volume tabung ( $V$ ), $\text{cm}^3$	5298,75
Berat isi padat = ( $W_3 / V$ ), $\text{gram/cm}^3$	1,456

Yogyakarta, .....

Mengetahui,

Laboratorium BKT FTSP UII



# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

## DATA MODULUS HALUS BUTIR ( MHB ) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Nama benda uji : Pasir

Asal :

Keperluan : Tugas Akhir

Diperiksa Oleh:

1. M. Ismail Huruji

2. Anggoro Jatu P

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)
40,00	.....	.....	.....
20,00	.....	.....	.....
10,00	.....	.....	.....
4,80	6	0,4	0,4
2,40	89	5,9	6,3
1,20	350	23,3	29,6
0,60	608	40,5	70,1
0,30	308	20,5	90,6
0,15	167	11,1	101,7
<b>Sisa</b>	44	2,9	.....
<b>Jumlah</b>	1572	104,6	298,7

Yogyakarta, .....

Mengetahui,

Laboratorium BKT FTSP UII



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
Jl. Kalireng Km. 14,4 Phone : (0274) 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN BATAKO  
NO. / Ka. Ops. / LBKT / / 2006

Keperluan : Tugas Akhir  
Di test tggl : 09 - 11 - 2006  
Jumlah : 7 buah

Proporsi Fly Ash 0 %

No	Nama Sampel	Ukuran (cm)			Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (KN)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
		Panjang	lebar	Tinggi				
1	A1	38.3	9.6	17.8	367.680	12.1	11.600	3.155
2	A2	38.0	9.7	18.0	368.600	12.0	5.175	1.404
3	A3	38.4	10.3	17.5	395.520	12.5	12.950	3.274
4	A4	38.3	10.3	17.7	394.490	12.6	9.825	2.491
5	A5	38.3	10.3	17.7	394.490	12.7	15.650	3.967
6	A6	38.2	10.2	17.9	389.640	12.7	19.000	4.876
7	A7	38.4	10.4	17.4	399.350	12.5	18.400	4.607
Rata - rata		38.3	10.1	17.7	387.111	12.4	13.229	3.396

Catatan :

Penguji ,



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : (0274) 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN BATAKO  
NO. / Ka. Ops. / LBKT / / 2006

Keperluan : Tugas Akhir  
Di test tegl : 09 - 11 - 2006  
Jumlah : 7 buah

Proporsi Fly Ash 10 %

No	Nama Sampel	Ukuran ( cm )			Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (KN)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
		Panjang	Lebar	Tinggi				
1	B1	38.0	10.2	17.7	387.600	12.7	20.300	5.237
2	B2	38.0	10.3	17.7	391.400	12.8	20.050	5.123
3	B3	38.3	9.4	17.5	360.020	12.1	5.250	1.458
4	B4	38.0	10.2	17.8	387.600	12.8	20.900	5.392
5	B5	38.0	10.2	17.5	387.600	12.2	8.900	2.296
6	B6	38.0	9.4	17.8	357.200	12.3	5.100	1.428
7	B7	38.0	10.4	17.6	395.200	12.8	23.200	5.870
Rata - rata		38.0	10.0	17.7	380.946	12.5	14.814	3.829

Catatan :

Penguji ,



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
Jl. Kalitirg Km 14,4 Phone : (0274) 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN BATAKO  
NO / Ka. Ops / LBKT / / 2006

Keperluan : Tugas Akhir  
Di test tegl : 11 - 11 - 2006  
Jumlah : 7 buah

**Proporsi Fly Ash 20 %**

No	Nama Sampel	Ukuran ( cm )			Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (KN)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
		Panjang	Lebar	Tinggi				
1	C1	37.8	10.2	17.8	385.560	12.7	19.350	5.019
2	C2	38.2	10.4	17.6	397.280	11.5	4.600	1.158
3	C3	38.1	10.2	17.6	388.620	12.5	20.400	5.249
4	C4	38.1	10.2	17.8	388.620	12.2	17.450	4.490
5	C5	38.0	10.2	17.6	387.600	12.4	18.100	4.670
6	C6	38.0	10.2	17.7	387.600	12.5	20.400	5.263
7	C7	38.0	10.2	17.7	387.600	12.8	8.650	2.232
Rata - rata		<b>38.0</b>	<b>10.2</b>	<b>17.7</b>	<b>388.983</b>	<b>12.4</b>	<b>15.564</b>	<b>4.012</b>

Catatan :

Penguji ,





DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN BATAKO  
NO / Ka. Ops / LBKT / / /2006

Keperluan : Tugas Akhir  
Di test tggil : 11 - 11 - 2006  
Jumlah : 7 buah

Proporsi *F<sub>v</sub>* Ash 30 %

No	Nama Sampel	Ukuran (cm)			Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (KN)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
		Panjang	Lebar	Tinggi				
1	D1	38.0	10.3	17.7	391.400	11.8	15.100	3.858
2	D2	38.0	9.5	17.7	361.000	12.0	4.600	1.274
3	D3	38.0	10.3	17.7	391.400	12.5	19.250	4.918
4	D4	38.1	9.5	17.8	361.950	11.8	4.800	1.326
5	D5	38.0	10.1	17.8	383.800	12.3	17.350	4.521
6	D6	38.0	10.1	17.6	383.800	12.7	17.500	4.560
7	D7	38.1	10.0	17.4	381.000	12.8	19.800	5.197
Rata - rata		38.0	10.0	17.7	379.193	12.3	14.057	3.665

Catatan :

Penguji ,



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
Jl. Kalurang Km. 14,4 Phone : (0274) 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN KUAT TEKAN BATAKO  
NO. / Ka. Ops. / LBKT / / /2006

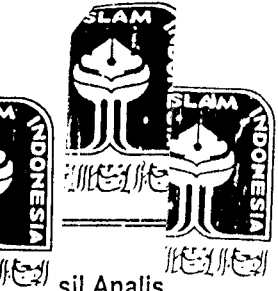
Keperluan : Tugas Akhir  
Di test tggil : 11 - 11 - 2006  
Jumlah : 7 buah

**Proporsi Fly Ash 40 %**

No	Nama Sampel	Ukuran ( cm )			Luas (cm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	Beban Maks (KN)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
		Panjang	Lebar	Tinggi				
1	E1	38.0	9.4	17.7	357.200	10.5	3.350	0.938
2	E2	38.1	10.2	17.7	388.620	12.0	15.250	3.924
3	E3	38.0	9.4	17.7	357.200	10.5	2.350	0.658
4	E4	38.0	10.2	17.6	387.600	11.5	10.150	2.619
5	E5	38.4	10.2	17.6	391.680	12.2	11.450	2.923
6	E6	38.3	9.5	17.4	363.850	11.7	4.150	1.141
7	E7	38.0	9.6	17.8	364.800	11.6	3.200	0.877
Rata - rata		38.1	9.8	17.6	372.993	11.4	7.129	1.869

Catatan :

Penguji ,



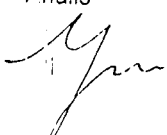
# LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus Universitas Islam Indonesia, Laboratorium Terpadu, Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta, 55584  
Telp. 895920 Ekstensi 3044

Sampel : Air  
 Sampel : Batako  
 Analisis : Pb

Sample ID	Seq No.	El	Standar (mg/L)	Mean Sig (Absorbance)	Mean Samp Conc	Samp Units
Calib Blank	2	Pb	1	0.0009		mg/L
std 1	3	Pb	2	0.0048		mg/L
std 2	4	Pb	4	0.0097		mg/L
std 3	5	Pb	6	0.0128		mg/L
Batako	6	Pb	8	0.0232		mg/L
Batako	7	Pb	10	0.0293		mg/L
Batako 0 %	9	Pb		0.0010	1.1327	mg/L
Batako 10 %	10	Pb		0.0017	1.3595	mg/L
Batako 20 %	11	Pb		0.0016	1.3271	mg/L
Batako 30 %	12	Pb		0.0017	1.3595	mg/L
Batako 40 %	13	Pb		0.0015	1.2947	mg/L

Mengetahui  
 Kepala, Inst  
 Thoriku H  
 YAKAP  
 Mengetahui  
 b. Instrumentasi Terpadu  
 rikul Huda, S.si

Jogjakarta, 17 November 2006  
 Analis  
  
 Yusuf Habibi, S.Si



LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus Universitas Islam Indonesia, Laboratorium Terpadu, Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta, 55584  
Telp. 895920 Ekstensi 3044

Analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Medium : Air  
Jenis Sampel : Batako  
Elemen : Zn

Sample ID	Seq No.	El	Standar (mg/L)	Mean Sig (Absorbance)	Mean Samp Conc	Samp Units
Calib Blank	20	Zn	0	0.0001		mg/L
std 1	21	Zn	1	0.0032		mg/L
std 2	22	Zn	2	0.0050		mg/L
std 3	23	Zn	3	0.0076		mg/L
std 4	24	Zn	4	0.0076		mg/L
Batako 0 %	23	Zn		0.0147	7.1546	mg/L
Batako 10 %	24	Zn		0.0142	6.8969	mg/L
Batako 20 %	25	Zn		0.0175	8.5979	mg/L
Batako 30 %	26	Zn		0.0153	7.4639	mg/L
Batako 40 %	27	Zn		0.0201	9.9381	mg/L

Jogyakarta, 17 November 2006

Analisis

Yusuf Habibi, S.Si

Mengetahui

Kalab. Instrumentasi Terpadu

Thorikul Jufuda, S.Si



# LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus Universitas Islam Indonesia, Laboratorium Terpadu, Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta, 55584  
Telp. 895920 Ekstensi 3044


## Analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

pel : Air  
Sampel : Batako  
materi : Cr

Sample ID	Seq No.	El	Standar (mg/L)	Mean Sig (Absorbance)	Mean Samp Conc	Samp Units
Calib Blank	2	Cr	0	0.0000		mg/L
std 1	3	Cr	1	0.0037		mg/L
std 2	4	Cr	2	0.0056		mg/L
std 3	5	Cr	3	0.0075		mg/L
std 4	6	Cr	4	0.0103		mg/L
std 5	7	Cr	5	0.0134		mg/L
BS 0 %	35	Cr		0.0025	0.8186	mg/L
BS 10 %	36	Cr		0.0027	0.8962	mg/L
BS 20 %	37	Cr		0.0021	0.6633	mg/L
BS 30 %	38	Cr		0.0029	0.9738	mg/L
BS 40 %	39	Cr		0.0027	0.8962	mg/L

Jogyakarta, 17 November 2006

Analisis

  
Yusuf Habibi, S.Si

Mengetahui  
Laboratorium Instrumentasi Terpadu





LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus Universitas Islam Indonesia, Laboratorium Terpadu, Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta, 55584  
Telp. 895920 Ekstensi 3044

I. Analisis Spektrofometer Serapan Atom (SSA)

pel : Air  
Sampel : Batako  
meter : Pb

Sample ID	Seq No.	El	Standar (mg/L)	Mean Sig (Absorbance)	Mean Samp Conc	Samp Units
Calib Blank	2	Pb	1	0.0009		mg/L
std 1	3	Pb	2	0.0048		mg/L
std 2	4	Pb	4	0.0097		mg/L
std 3	5	Pb	6	0.0128		mg/L
std 4	6	Pb	8	0.0232		mg/L
std 5	7	Pb	10	0.0293		mg/L
Batako 0 %	9	Pb		0.0010	1.1327	mg/L
Batako 10 %	10	Pb		0.0017	1.3595	mg/L
Batako 20 %	11	Pb		0.0016	1.3271	mg/L
Batako 30 %	12	Pb		0.0017	1.3595	mg/L
Batako 40 %	13	Pb		0.0015	1.2947	mg/L

getahui  
b. Instrumentasi Terpadu

Mikul Huda, S.Si

Jogjakarta, 17 November 2006

Analisis

Yusuf Habibi, S.Si