

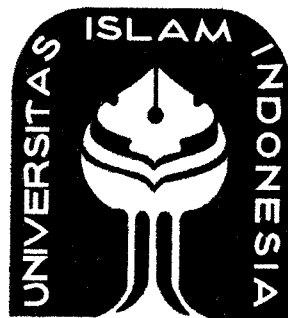
TA/TL/2006/0143

TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAN/BELI	
TGL. TERIMA :	9 Mei 2007
NO. JUDUL :	002416
NO. INV. :	972002416 801
NO. INDEK :	

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

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



Oleh :

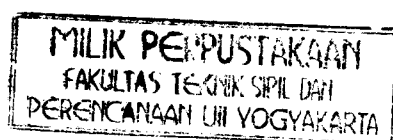


Nama : Mohammad Ismail Huruji

No. Mahasiswa : 01 513 078

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

2006



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

Kasam¹⁾, Andik Yulianto²⁾, Moh Ismail Huruji³⁾

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 beton yang telah ditambahkan limbah fly ash dan bahan-bahan aditif. Di samping itu juga untuk mengetahui kualitas kuat tekan beton dan persentase penambahan limbah fly ash yang optimum dalam pembentukan beton dari aspek teknis (kuat tekan) dan aspek kesehatan dan lingkungan.

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

Penambahan limbah fly ash dalam bahan-bahan campuran beton menunjukkan suatu hasil yang positif. Dari hasil penelitian, pada penambahan 10% limbah diperoleh nilai kuat tekan sebesar 211,82 kg/cm², dengan kualitas baik, karena kuat tekan beton berada diatas nilai pembanding, yaitu sebesar 161,85 kg/cm², kemudian pada penambahan 20% dan 30%, limbah yaitu sebesar 146,51 kg/cm² dan 174,06 kg/cm² menghasilkan nilai kuat tekan yang relatif sama dengan nilai kuat tekan beton pembanding, sedangkan pada penambahan 40% menghasilkan nilai kuat tekan 108,14 kg/cm², berada dibawah nilai pembanding sehingga menghasilkan mutu beton kurang baik. Pemeriksaan pelindian logam berat Cr, Zn dan Pb pada padatan beton 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 beton dari aspek teknis (kuat tekan) dan aspek kesehatan dan lingkungan yaitu 10% dengan nilai kuat tekan sebesar 211,82 kg/cm² dan nilai lindi logam berat Cr, Zn dan Pb sebesar 0,3529 mg/L; 30,5391 mg/L dan 1,0679 mg/L. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa limbah fly ash dari hasil pembakaran incinerator industri tekstil layak digunakan sebagai campuran beton baik dinilai dari aspek teknis (kuat tekan) maupun aspek kesehatan dan lingkungan.

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

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

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

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

THE SOLIDIFICATION OF FLY ASH FROM INCINERATOR WOVEN AS A MIXTURE CONCRETE

Kasam¹⁾, Andik Yulianto²⁾, Moh Ismail Huruji³⁾

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 concrete with fly ash. Beside that to find out the quality of compression and percentage of optimum fly ash increasing in concrete 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% variated concentrations of fly ash in mixture concrete, with sufficient water in that mixture, and formed in 10 cm x 20 cm. After that, it should be care for 28 days before compression test. This make for 10 of concrete sample. After pressure test, that sample should be test for compression and leachate using TCLP methods.

From this research, in 10% the results from compression is 211,82 kg/cm², with better quality because the compression of concrete is bigger than standart, is 161,85 kg/cm², then in 20% and 30%, with 146,51 kg/cm² and 174,06 kg/cm² creating the compression value looks the same as standart, while in 40% of fly ash,; 174,06 kg/cm², , while in 20% and 40% of fly ash are 146,51 kg/cm² and 108,14 kg/cm² creating the compression under of standart is 108,14 kg/cm²so, it can make a less concrete quality. The leachate examination of Cr, Zn and Pb in concrete 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 concrete from technical, health and environmental aspect is 10% with compression value is 211,82 kg/cm² and leachate examination of Cr, Zn and Pb are 0,3529mg/L; 30,5391mg/L and 1,0679mg/L. Fly ash from incinerator woven suitable for using as a mixture concrete.

Key Words : Fly Ash, Solidification, Concrete

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

KATA PENGANTAR



Assamualaikum Wr,Wb.

Alhamdulillah segala puji bagi ALLAH sang pengenggam alam raya, tiada Tuhan selain ALLAH hanya kepada-NYA kita patut berserah diri. Hanya karena karunia dan rahmat-NYA lah sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Solidifikasi Limbah *Fly ash* Hasil Pembakaran *Incinerator* Industri Tekstil Sebagai Campuran Beton”

Shalawat selalu kita hadiahkan kepada beliau hamba yang begitu mulia dihadapan-NYA, Nabi Muhammad SAW pembawa kebenaran, revolisioner kehidupan umat Islam.

Tugas Akhir ini merupakan puncak dari seluruh kegiatan perkuliahan dalam mendapat predikat Sarjana Strata 1 Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Dalam penyusunan laporan ini penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan, oleh karena itu ucapan terima kasih sudah selayaknya dihaturkan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Ruzardi, MS. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Luqman Hakim, ST. MSi, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Kasam. MT selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini, Makasih atas dukungan, bimbingan, motivasi dan ketersediaan waktunya, Makasih untuk smuanya Pak...

4. Bapak Andik Yulianto, ST. selaku Dosen Pembimbing II Tugas akhir ini, Juga Makasih banyak atas dukungan, motivasi, Masukan-masukannya, dan ketersediaan waktunya, Makasih juga untuk smuanya Pak...
5. Bapak Eko Siswoyo, ST. selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan. Sekaligus sebagai Sekertaris Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.(*Thanks for all Sir...!*)
6. Bapak Hudori, ST selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan
7. Mas Agus Adi Prananto, SP selaku staf Jurusan Teknik Lingkungan. (Matur nuwun ya Mas...)
8. Mas Ndaru, Mas Warno Serta Mas Haris yang telah banyak membantu, memberi masukan, baik dalam pembuatan, hingga pengujian benda uji di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
9. Iwan Amd selaku laboran di laboratorium kualitas lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan, atas waktu dan segala bantuannya.
10. Sujud sembah ananda Buat **Ibunda Nadjrah T** dan **Ayahanda Muhin Huruji** (almarhum), hanya dengan cinta kalian ananda-kan selalu bertahan demi menatap masa depan. Surga firdauslah tempat yang layak untukmu wahai Ayahanda, ketegaranmu wahai bidadari surga itulah Ibunda, Amien...
11. Kedua adikku (**Adi & Mokhtar**),makasih atas bantuan serta Dukungan Kalian.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan, terima kasih atas dukungan dan motivasinya sehingga tugas akhir ini bisa diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tentu tidak luput dari kesalahan. Apabila terdapat suatu kesalahan itu merupakan suatu kealpaan dari saya dan apabila terdapat kebenaran itu hanya datang dari Allah SWT semata. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritikan dan masukan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan ridho dari Allah SWT. Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin...

*Jazakallah khairan Khatsira,
Wassalamualaikum Wr,Wb,*

Yogyakarta, 28 Desember 2006

Penyusun

makasih yang tak terhingga buat:

- ❖ **ALLAH SWT** sang penggenggam alam raya, tiada Tuhan selain **ALLAH** hanya kepada-**NYA** kita patut berserah diri. Hanya karena karunia dan rahmat-**NYA** lah
- ❖ Baginda Sang Panutan **NABI MUHAMMAD SAW**, pembawa kebenaran, revolusioner kehidupan umat Islam.
- ❖ Sujud sembah ananda Buat *Ibunda Nadjrah T* dan *Ayahanda Muhiin Huruji (almarhum)*, hanya dengan cinta kalian anandakan selalu bertahan demi menatap masa depan. Surga firdauslah tempat yang layak untukmu wahai Ayahanda, ketegaranmu wahai bidadari surga itulah Ibunda, Amien...
- ❖ Bapak Ir. H. Kasam. MT selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini, Makasih atas dukungan, bimbingan, motivasi dan ketersediaan waktunya, Makasih untuk smuanya Pak...
- ❖ Bapak Andik Yulianto, ST. selaku Dosen Pembimbing II Tugas akhir ini, Juga Makasih banyak atas dukungan, motivasi, Masukan-masukannya, dan ketersediaan waktunya, Makasih juga untuk smuanya Pak...
- ❖ Kedua adikku **Adi & Mokhtar** ,makasih atas bantuan serta Dukungan Kalian.
- ❖ **Mas Hary + Kak uly** sekeluarga terima kasih atas nasehatnya, dan juga atas segala dukungannya
- ❖ **Tante Nia**, Makasih atas Doa dan atas smua dukungannya
- ❖ **Mas Istiadji + Kak Ros** sekeluarga makasih atas smua dukungannya selama dan Maaf yg sebesar-besarnya jika pernah mengecewakan....
- ❖ **Sisterku Uny Kak Ir.Oi, MT** Makasih atas smuanya,smoga kalian menjadi keluarga yang Bahagia slalu Amien....Makasih ya Ni....
- ❖ **Om Datuk** sekeluarga, **Om Salman** sekeluarga serta **Om Wahidin** , makasih atas sgala doa, spirit, motivasi,nasehat dan atas smua dukungannya.
- ❖ **Om Haris+ Tante Lia** sekeluarga (Ikan Bakar), Makasih atas bantuan konsumsinya dan smua bantuannya slama ini

LEMBAR PENGESAHAN

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

Disusun oleh :

NAMA : Mohammad Ismail Huruji
NIM : 01 513 078
PROGRAM STUDI : Teknik Lingkungan

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

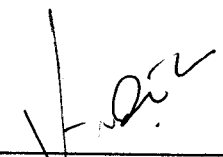
IR. H. KASAM, MT

Dosen Pembimbing I

Tanggal :

ANDIK YULIANTO, ST

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 31/12/06

MOTTO

*“ Maka sesungguhnya beserta kesukaran ada kemudahan, Maka bila kamu telah selesai (dari suatu urusan), maka kerjakanlah (urusan yang lain) dengan sungguh-sungguh
Dan kepada Tuhan-mu hendaknya kamu berharap “.*
(QS. Asy Syarh: 5-8)

” Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan berilmu pengetahuan beberapa derajat ”
(QS. Al Mujaadilah : 11)

“Apabila kamu tidak dapat memberikan kebaikan kepada orang lain dengan kekayaanmu, berikanlah mereka kebaikan dengan wajahmu yang berseri-seri, serta akhlak yang baik”
(Nabi Muhammad SAW)

“Pahlawan bukanlah orang yang berani meletakkan pedangnya ke pundak lawan, tetapi pahlawan sebenarnya ialah orang yang sanggup menguasai dirinya dikala ia marah”
(Nabi Muhammad SAW)

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah Rabbil' alamin..

"Teruntuk Kedua Orang Tua ku"

Almarhum. Papa "Muhin Huruji"

Terima kasih atas semua yang sudah Papa berikan dengan tulus buat ananda, Berkat doa, dukungan dan jerih payahmulah Alhamdulillah ananda akhirnya bisa menghasilkan & mempersembahkan Karya ini(Doa & Jerih payahmu tidak sia-sia Pa...). Saya akan berusaha untuk menjadi yang terbaik buatmu.....

Mama "Nadjrah Taiyebo"

Terima kasih yang tak terhingga atas semuanya Ma....Doa, Kesabaran, Ketulusan, kepercayaan Mama pada saya adalah anugrah, karunia & menjadi kekuatan yang sangat berarti buat saya untuk terus melangkah maju dalam mewujudkan cita-cita, dan InsyaAllah juga keinginanmu, Amin... Alhamdulillah saya baru bisa mempersembahkan ini buat Mama,.... LOVE U Mam.

Adik-adikku

Mohammad Abdi H

Mukhtar H

Kalian anugerah terindah dari ALLAH, dukungan, Pengertian kalian yang menjadi Motivasi buat saya untuk jadi yang terbaik dan bertahan menghadapi cobaan hidup

- ❖ Om, Tante-tanteku, Sepupu, serta Ponakan-ponakanku yang di Palu, Tawaeli, Donggala, Sabang, Yoqya, Malang & Jakarta. Terima kasih atas semua bantuan dan dukungan kalian.
- ❖ *Makasih banget "Rosoneriku" DN 2951 AR yang slalu setia n siap sedia senantiasaa menemaniku*
- ❖ *Special Thanks for SOME ONE yg slama ini sudah memberi mimpi, menjadi inspirasi_motivasi buatku, Pun' hingga saat ini! (Biru Sangat dalam, di kedalamannya masih Menunggumu....).*
- ❖ **THANKS BERAT** to Sodara, adik n ponakan-ponakanku; **Eick Cute S, Sos**"yg paling kasep", **Anyonk Adam s, Buank Danuarta + Lely?**, **Si Tampan Koro desta'** + Istri, **The Cutest Aldy + NYONYA** (kalian semua adalah inspirasiku, *thank for All* n Cepat menyusul Paman E....! (Bravo S4...!!!)
- ❖ My Best Patner "**Anggoro Jatu P, CST**" *thanks* buat smuanya *Friend*...! but Ingat skala Prioritas Bung!!! Jangan sampai Lalai Lg!!!
- ❖ Bujank 127 Comunity; Iwink(Eyang Sepuh), Codot Yg lagi dilanda LOPE (pacaran Truuus...), Robby(Orang Yq Aneh..), Buzz(si kecil dari Goa Selarona), Edu sarno(S a[]jane!), Mr. Porn(Ac Milan), Bom², ST(saya itu...), Redy(si Uztad Cabul), Edwin(Yuu...), n Sang *New Entry* Heru (Re,re,reenaldy,...!)Makasih atas kebersamaan n canda tawanya slama ini.
- ❖ Terima kasih saudara-saudariku para Bascamer *ENVIRO 2001* + Wisma Biru Comunity . N Sedikit buat teman-teman : "*Bila nanti Jabatan Tangan tlah Merenggang, Pertanda perpisahan Kan Menjelang Tiba, Tiada Kata ,Tiada Air Mata (Mesti Noh...!) namun kenanglah bahwa Qta Pernah Bersama, bekerja sama Menjalin Persahabatan dengan Tulus.....*"
- ❖ *ENVIRO 2001 squ@d* (The GOLDEN GENERATION), makasih atas kebersamaannya.
- ❖ Teman-teman Environmental Engineering Family UII (99 s/d 06) Thanks...
- ❖ Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu baik secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

matu nuwun...!!!!

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
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 Seng (Zn) Bagi Kesehatan.....	20
2.5.2.2. Efek Seng (Zn) Bagi Lingkungan.....	21
2.5.3. Timbal (Pb).....	22
2.5.3.1. Efek Timbal (Pb) Bagi Kesehatan	23
2.5.3.2. Efek Timbal (Pb) Bagi Lingkungan.....	24
2.6. Beton.....	25
2.7. Semen (<i>Portland Cement</i>).....	26
2.8. Agregat.....	30
2.9. Air.....	31
2.10. Lindi (<i>Leachate</i>).....	32
2.11. Solidifikasi/Stabilisasi).....	33
2.12. <i>Extraction Procedure Toxicity Test</i>	35
2.13. <i>Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)</i>	37
2.14. Kuat Tekan Beton.....	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 Silinder Beton (Benda Uji).....	50
3.7.6. Pelaksanaan Pengujian Silinder Beton.....	50
3.7.7. Metode Uji Kuat Tekan.....	51
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 Beton.....	59
4.1.3. Uji Kuat Tekan.....	60
4.1.4. Uji <i>Leachate</i> Dengan Metode TCLP.....	61
4.2. Pembahasan.....	63
4.2.1. Karakteristik Limbah <i>Fly Ash</i>	63
4.2.2. Rancangan Campuran Beton.....	63
4.2.3. Uji Kuat Tekan.....	64
4.2.4. Uji Lindi Dengan Metode TCLP.....	65

4.2.5. Perbandingan Optimum Ditinjau Dari Uji Kuat Tekan dan Uji TCLP	66
BAB V. Kesimpulan dan Saran	68
5.1. Kesimpulan	68
5.2. Saran	69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1.	Golongan Warna	7
Tabel 2.2.	Karakteristik Air Limbah Pewarnaan Tekstil	7
Tabel 2.3.	Beberapa Sifat Fisik Logam Kromium (Cr)	15
Tabel 2.4.	Beberapa Sifat Fisik Logam Seng (Zn)	19
Tabel 2.5.	Beberapa Sifat Fisik Timbal (Pb)	22
Tabel 2.6.	Unsur – unsur penyusun semen	28
Tabel 2.7.	Metode Tes Lindi	36
Tabel 3.1.	Jenis, Ukuran dan Jumlah Benda Uji	46
Tabel 4.1.	Karakteristik Fisik Limbah <i>Fly Ash</i>	59
Tabel 4.2.	Karakteristik Kimia Limbah <i>Fly Ash</i>	59
Tabel 4.3.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Rata-rata	60
Tabel 4.4.	Hasil Rata-rata <i>leachate</i> Logam Berat Pada Beton	62
Tabel 4.5.	Perbandingan Optimum DiTinjau dari Uji Kuat Tekan dan Uji TCLP	67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema Pengolahan Limbah Padat.....	11
Gambar 2.2. Struktur Atom Cr	14
Gambar 2.3. Struktur Atom Zn.....	18
Gambar 2.4. Struktur Atom Pb	22
Gambar 2.5. Model sample silinder beton <i>fly ash</i>	25
Gambar 2.6. Hipotesa Hubungan Penambahan Proporsi <i>Fly ash</i> terhadap Pasir dengan Uji Kuat Tekan.....	40
Gambar 2.7. Hipotesa Hubungan Penambahan Proporsi <i>Fly ash</i> terhadap Pasir dengan Uji TCLP.....	41
Gambar 3.1. Model sampel Silinder Beton <i>Fly Ash</i>	49
Gambar 3.2. Tahapan penelitian dan analisa data	54
Gambar 3.3. Diagram Alir Pembuatan Benda Uji.....	55
Gambar 3.4. Tahapan pengujian TCLP	56
Gambar 3.5. Tahapan pengujian TCLP (lanjutan)	57
Gambar 3.6. Diagram tahapan analisa data dan penyusunan laporan ..	58
Gambar 4.1. Grafik Kuat Tekan Rata-rata Terhadap Proporsi Fly Ash	60
Gambar 4.2. Grafik TCLP Logam Berat (Cr, Zn dan Pb).....	62

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 m³ 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 m³ 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 hasil penelitian Jumiati (2005), menunjukkan bahwa persentase penambahan limbah *fly ash* yang optimum dalam pembentukan keramik dari aspek

teknis (kuat lentur) dan aspek toksisitas (kesehatan dan lingkungan) yaitu 10%, hal ini dikarenakan memiliki nilai kuat lentur terbesar yaitu $77,188 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai lindi Cr, Zn dan Pb sebesar $0,013 \text{ mg/l}$; $0,308 \text{ mg/l}$ dan $0,176 \text{ mg/l}$ berada dibawah nilai minimum yang ditetapkan. Oleh karena itu salah satu alternatif pemanfaatannya, adalah sebagai campuran untuk pembuatan beton. Hal ini dimungkinkan karena pada limbah *fly ash* mengandung unsur oksida, diantaranya : SiO_2 , Al_2O_3 , CaO dan Fe_2O_3 yang dapat membentuk ikatan dan memberikan kontribusi kuat mekanik pada bahan beton.

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 beton.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan komposisi *fly ash* terhadap sifat mekanis dan lingkungan dari beton yang dihasilkan.
2. Apakah limbah *fly ash* yang dimanfaatkan untuk pembuatan beton 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 beton dengan penambahan komposisi bahan dasar beton dan pengaruhnya terhadap kualitas beton yang dihasilkan
2. Untuk mengetahui apakah limbah *fly ash* yang dimanfaatkan untuk pembuatan beton 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 beton dari aspek teknis (kuat tekan) maupun aspek kesehatan dan lingkungan.

1.4 Manfaat Penelitian

Pemanfaatan limbah *fly ash* dari industri tekstil dalam pembuatan beton 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 beton 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 beton.
2. Hasil dari pengolahan dengan prinsip solidifikasi dan uji TCLP berupa campuran bahan beton (*concrete*) 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 perlindian untuk kandungan logam berat antara lain kromium (Cr), Seng (Zn), dan Timbal (Pb).
5. Benda uji *Concrete* Beton berbentuk silinder

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

(Sumber: Anonim, 2005)

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*, *Dipperse 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 terikut 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.

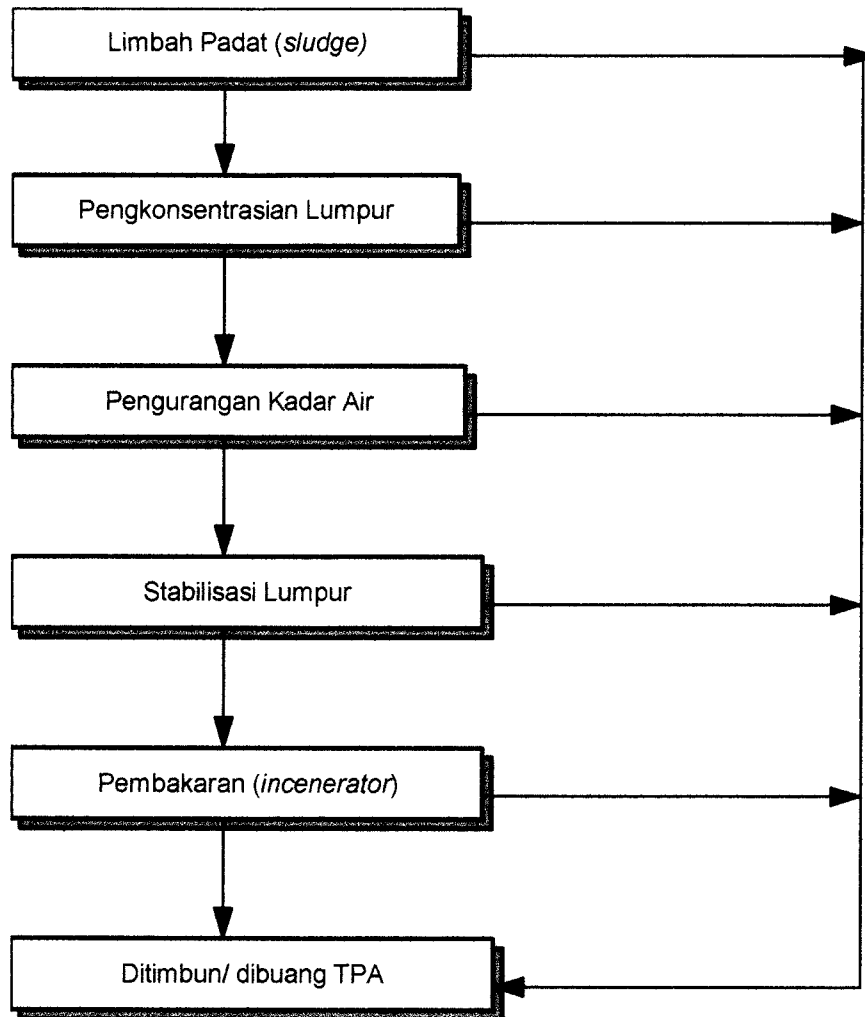
3. Stabilisasi

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 SiO_2 dan Al_2O_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 (SiO_2) dan alumina (Al_2O_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°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* CaO (22.98%), *Silicon* SiO (21.92%), *Iron* Fe_2O_3 (16.47%), *Aluminium* Al_2O_3 (16%), Sul-phur SO_3 (11.85%), Magnesium MgO (7.9%), Sodium Na_2O (1.37%), *Titanium* TiO_2 (0.6%), *Manganese* Mn_3O_4 (0.18%), dan *Phosphorus* P_2O_5 (0.11%). Berdasarkan sifat-sifat tersebut, maka abu terbang memiliki potensi yang besar untuk digunakan dalam berbagai bentuk bahan konstruksi dan bahan bangunan.

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

2.5. Logam Berat

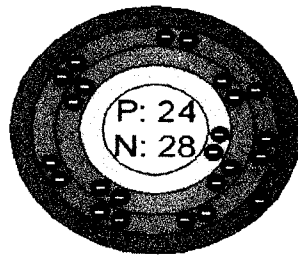
Logam berat adalah komponen alamiah lingkungan yang mendapatkan perhatian berlebih akibat ditambahkan ke dalam tanah dalam jumlah yang semakin

meningkat dan bahaya yang mungkin ditimbulkan. Logam berat menunjuk pada logam yang mempunyai berat jenis lebih tinggi dari 5 atau 6 g/cm^3 . 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 golongan 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 ⁻¹
Konfigurasi elektron	3d ⁵ 4s ¹
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 ⁻¹
Kerapatan	7,19 g cm ⁻³
Titik leleh	1857°C
Titik didih	2672°C
Bilangan oksidasi	2, 3, 6
Potensial standar	- 0.71 V (Cr ³⁺ / Cr)

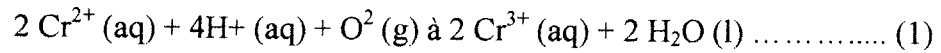
(Sumber : www.Lenntech.com, 2005).

Salah satu logam transisi yang penting adalah kromium. Sepuhan 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 electron 3d⁵4s¹, 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^{2+} 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 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 Cr^{6+} akan bersifat asam. 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. Cr^{6+} sulit mengendap, sehingga dalam penanganannya diperlukan zat pereduksi dari Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} . (Palar,1994).

Kromium dengan bilangan oksidasi +6 mudah membentuk senyawa oksidator dengan unsur lain karena memiliki sifat oksidasi yang kuat, maka Cr^{6+} mudah tereduksi menjadi 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

at Fisik
Seng
Zn
30
65,37
3d¹⁰
0,117
0,074
1,6
904,5
1723
7.11
420 °
907 °
-0,76
h.com

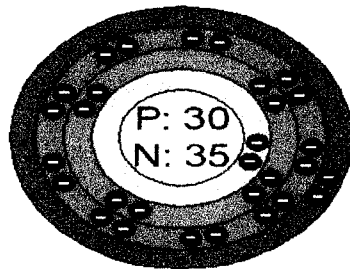
pembakaan batu bara juga terdapat kromium diudara dan melalui *waste disposal* kromium juga ada di tanah.

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)

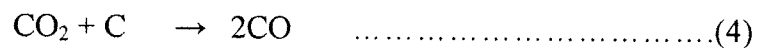
Nama seng berasal dari bahasa Jerman yaitu *Zin* (*meaning tin*). Ditemukan oleh Andreas Marggraf pada tahun 1746. Logam *zinc* berwarna *bluish pale grey* dan di golongan dalam *transition metal*.

Atomic Structure



Gambar 2.3 Struktur Atom Zn

suatu l
gunaka
eng ya
pada su
udara p
(Zn) te
dalam l
ang did
gan karl
ology u
nurni.
→ Zn +



Tipe lain dari ekstraksi adalah *electrolytic*. Penguraian dari *zinc oxide* mentah, ZnO, di dalam sulphuric acid menjadi *zinc sulfate*, ZnSO₄. Solusi dari elektrolisi ZnSO₄ 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.

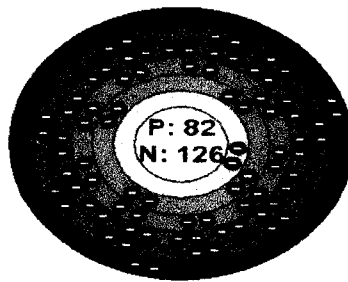
Beberapa ikan dapat mengumpulkan seng di dalam badan mereka, ketika mereka tinggal di terusan *zinc-contaminated*. Ketika seng masuk ke badan dari ikan tersebut bisa memperbesar bio rantai makanan.

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 (www.chemicalelements.com, 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 golongan 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 ⁻¹
Konfigurasi elektron	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²
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 ⁻¹
Energi Ionisasi 2	1450.0 kJ.mol ⁻¹
Energi Ionisasi 3	3080.7 kJ.mol ⁻¹
Energi Ionisasi 4	4082.3 kJ.mol ⁻¹
Energi Ionisasi 5	6608 kJ.mol ⁻¹
Kerapatan	11.34 g.cm ⁻³ at 20°C
Titik leleh	327 °C
Titik didih	1755 °C

(Sumber : www.Lenntech.com, 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 lamban 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.

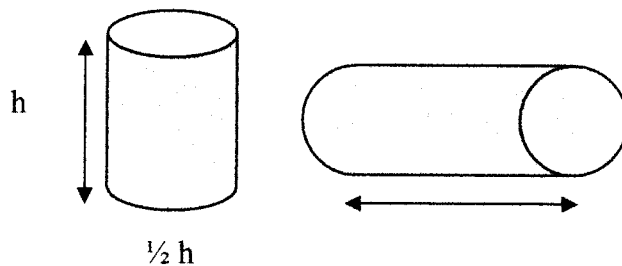
Timbal dapat terjadi dalam tanah dan air melalui korosi pipa pada sistem transport air dan karatan cat. Ini tidak bisa dihancurkan, hanya dapat dikonversi ke bentuk lain. Timbal terkumpul di dalam tubuh organisme air dan tanah. Pengaruh

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. Beton

Beton 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 beton disyaratkan f_c^o adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencanaan struktur (benda uji berbentuk silinder diameter (150 mm dan tinggi 300 mm) dipakai dalam perencanaan struktur beton, dinyatakan dalam mega pascal (MPa),



Gambar 2.5 Model sample silinder beton *fly ash*

bagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi di bagian dalam secara bertahap terhidrasi (Anonim, 1995).

Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Jika terjadi faktor air semen sama (nilai *slam* berubah) beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan sehingga kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori dan akibatnya kuat tekan beton rendah.

Jika nilai *slam* sama (nilai faktor air semen berubah) beton 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 beton.

Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan beton karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan bahan agregat halus dan kasar menjadi satu massa yang kompak dalam 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 beton dan kecenderungan retak pada beton. 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 beton 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.

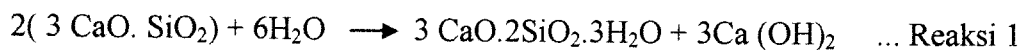
Tabel 2.6 Unsur – unsur penyusun semen

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

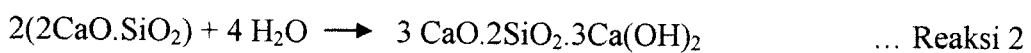
Sumber: Anonim, 1995

Reaksi – reaksi yang terjadi dalam beton adalah sebagai berikut :

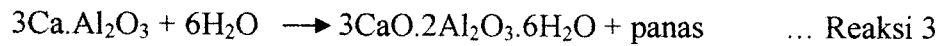
- ◆ Reaksi Trikalsium silikat dengan air :



- ◆ Reaksi Dikalsium silikat dengan air :



◆ Reaksi semen Portland dalam beton dengan membentuk ikatan awal adalah :



Unsur-unsur $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ dan $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bebas. Dengan adanya Spent katalis dalam beton dengan campuran semen Portland, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bebas akan diikat oleh senyawa silikat yang terkandung di dalamnya, dengan reaksi sebagai berikut:



reaksi Pozzolan

Dengan reaksi tersebut campuran beton 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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 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 beton secara baik, memudahkan pengadukan dan dapat dicetak tanpa rongga yang besar (tidak keropos). Akan tetapi hendaknya selalu diusahakan jumlah air sedikit mungkin agar kekuatan beton 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 beton 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 beton. agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton karena sangat berpengaruh terhadap sifat dan mutu beton.

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 agregat kasar dapat berupa kerikil atau batu pecah.

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

1. Agregat harus bersih dan tidak mengandung zat yang berbahaya terhadap beton, seperti :
 - a. Partikel lebih kecil dari 200 mass
 - b. Zat organik
 - c. Garam - garam Klorida
 - 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 beton 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 beton adalah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90%.

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

- a. Tidak mengandung lumpur (benda-benda melayang lainnya) > 2 gram/liter)
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, 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

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 *acetid acid extraction liquid*, dan diaduk dalam *rotary extractor* selama 18 jam pada 30 RPM dan 22°C. setelah 18 jam, sampel disaring melalui 0,6 - 0,8 micrometer glass fiber filter dan air saringan sebagai *TCLP extract*. *TCLP extract* dianalisa untuk mengetahui kontaminan pencemar yang mencakup *volatile* dan *semi-volatile organics, metals, dan pesticides*. (Buckingham. L; C. Evans; D. La Grega, 1994).

2.14. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu. Kekuatan tekan beton terutama dipengaruhi oleh perbandingan air dan semennya. Semakin rendah perbandingan air dan semennya semakin tinggi kuat tekan beton. Disamping itu kuat tekan beton 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 beton

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

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

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

dengan: P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

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

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

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

dengan: n = Jumlah seluruh nilai hasil pengujian

σ = Kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing uji (Kg/cm²)

σ_{rt} = kuat tekan concrete/ beton rata - rata (Kg/cm²)

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

1. Faktor Air semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran beton.

2. Jenis Semen

Tiap jenis semen akan memberikan kuat tekan yang berbeda-beda jika digunakan dalam campuran adukan beton.

3. Jumlah Semen

Pada beton dengan fas sama, kandungan semen lebih banyak belum tentu mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang banyak, demikian pula pastinya, menyebabkan kandungan pori lebih banyak daripada beton dengan kandungan semen yang lebih sedikit. Jumlah semen dalam beton mempunyai nilai optimum tertentu yang memberikan kuat tekan tinggi.

4. Umur Beton

Kekuatan beton akan meningkat sejalan dengan bertambahnya umur yang dihitung sejak beton dibuat. Laju kenaikan beton mula-mula cepat, kemudian lajunya semakin lambat sebagai standar kekuatan beton adalah 28 hari.

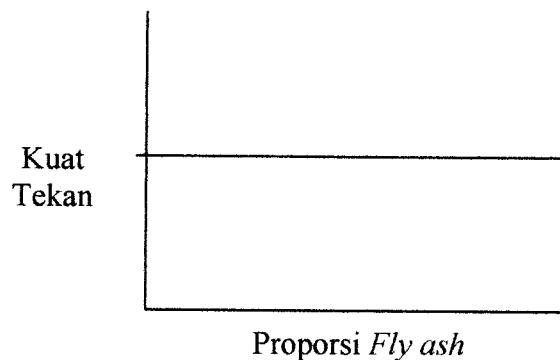
5. Sifat Agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimum butir agregat.

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 beton.



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

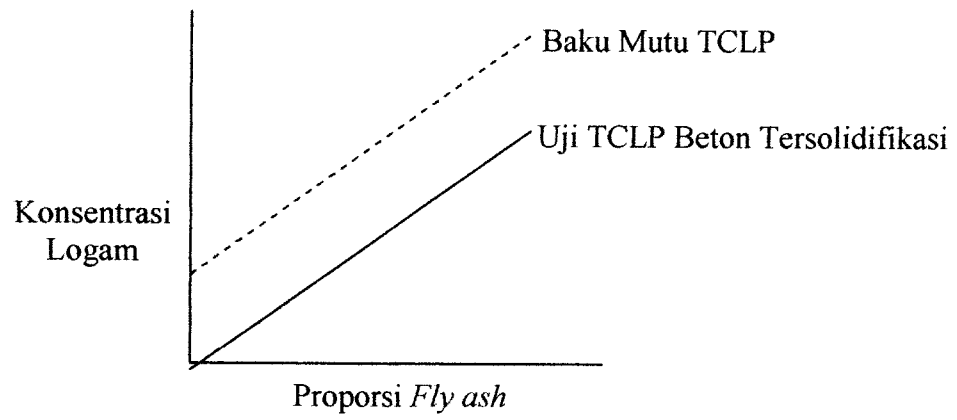
H0 : Tidak terjadi perubahan kuat tekan pada penambahan katalis

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 beton tersolidifikasi di bawah Baku mutu Uji TCLP

H1 : Uji TCLP beton 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 tekan..
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 Beton / concrete yang dipergunakan adalah :
 - a. Semen Portland [PC] merk Semen Serbaguna
 - b. Air Bersih
 - c. Agregat halus berupa pasir
 - d. Agregat kasar berupa kerikil / *Split* $\emptyset \pm 1$ Cm Air
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 Concrete ukuran tinggi 20 cm, diameter 10 cm
- d. Gelas Ukur
- e. Alat penumbuk
- f. Gelas Ukur

- g. Erlenmeyer
- h. Pengaduk Mekanik (*Magnetik stirrer*)
- 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/terpisahkan 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 beton 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 sepuluh sampel beton berbentuk silinder dengan komposisi limbah *Fly Ash* dan bahan-bahan pembuat beton 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 beton 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	20 x10	10	10	10	10	10	Persegi
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 beton, yakni agregat halus(pasir). Dimana masing-masing formula 10 benda uji.
2. Pengujian kuat tekan beton untuk masing-masing formula 10 benda uji.

Pengujian pelindian (*leachate*) beton dengan metode *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) untuk masing-masing formula 100 gram dari 3 beton 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 didisi 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 °
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)

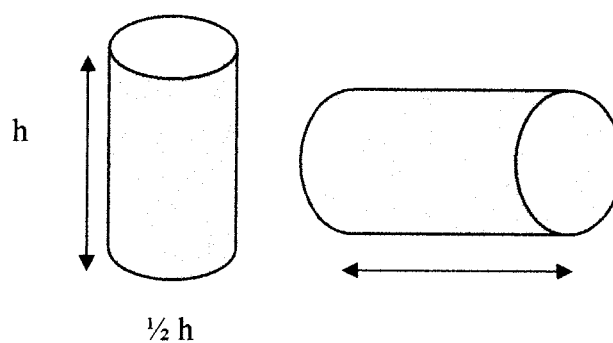
Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan di dalam cetakan silinder berukuran tertentu dengan menggunakan alat penumbuk 2,5 kg, berat isi padat (volume agregat) dilaksanakan pengukuran sebagai berikut:

1. Ambil contoh dalam keadaan kering
2. Timbang tabung silinder dan beri simbol W^1 (gram)
3. Masukkan agregat ke dalam tabung dan ditumbuk dengan menggunakan tongkat tumbuk \varnothing 16 mm dan panjang 60 cm setiap sepertiga bagian tabung sampai penuh.
4. Timbang tabung yang berisi agregat tersebut dan dicatat W^1 (gram)

5. Hitung berat isi padat dengan cara membagi berat agregat bersih dengan volume tabung.

3.7.4. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

1. Limbah *Spent* katalis dan bahan-bahan pembuat beton ditimbang beratnya sesuai dengan variasi komposisinya
2. Mencampurkan bahan-bahan pembuat beton ke dalam talam 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 beton yang berbentuk silinder sampai cetakan penuh.
5. Adukan yang telah dicetak didiamkan selama $\pm 4-8$ jam dan diletakkan pada tempat yang agak terlindungi dari sinar matahari.
6. Benda uji dilepas dari cetakan
7. Kemudian dilakukan perawatan



Gambar 3.1. Model sampel Silinder Beton *Fly Ash*

Khusus mengenai jumlah benda uji, sampel minimum adalah 30 buah, namun karena faktor keterbatasan bahan baku/tambah (*fly ash*) maka hanya dibuat 10 buah sampel untuk tiap variasi, dengan pertimbangan jumlah sampel tersebut masih memenuhi batas toleransi (SNI 03-2492-1991)

3.7.5. Perawatan Silinder Beton (Benda Uji)

Setelah adukan beton berbentuk silinder dilepaskan dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan. Perawatan silinder beton merupakan suatu upaya untuk menjaga agar benda uji berupa beton permukaannya selalu lembab (sampai usia 28 hari).

Pada penelitian ini dilakukan perawatan Beton dengan cara sebagai berikut :

1. Setelah pencetakan beton, dan adukannya sudah menyatu (keras) beton dikeluarkan dari cetakan silinder dan diletakkan ditempat yang terlindung dari matahari
2. Setelah berumur 3 hari, beton silinder direndam ke dalam bak perendaman
3. Beton direndam selama 28 hari di dalam air

3.7.6. Pelaksanaan Pengujian Silinder Beton

Nilai kuat tekan beton 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 beton dipakai kuat tekan beton pada umur 28 hari.

3.7.7. Metode Uji Kuat Tekan

Tahapan pengujian kuat tekan Beton 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/cm².
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 tekan / 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)

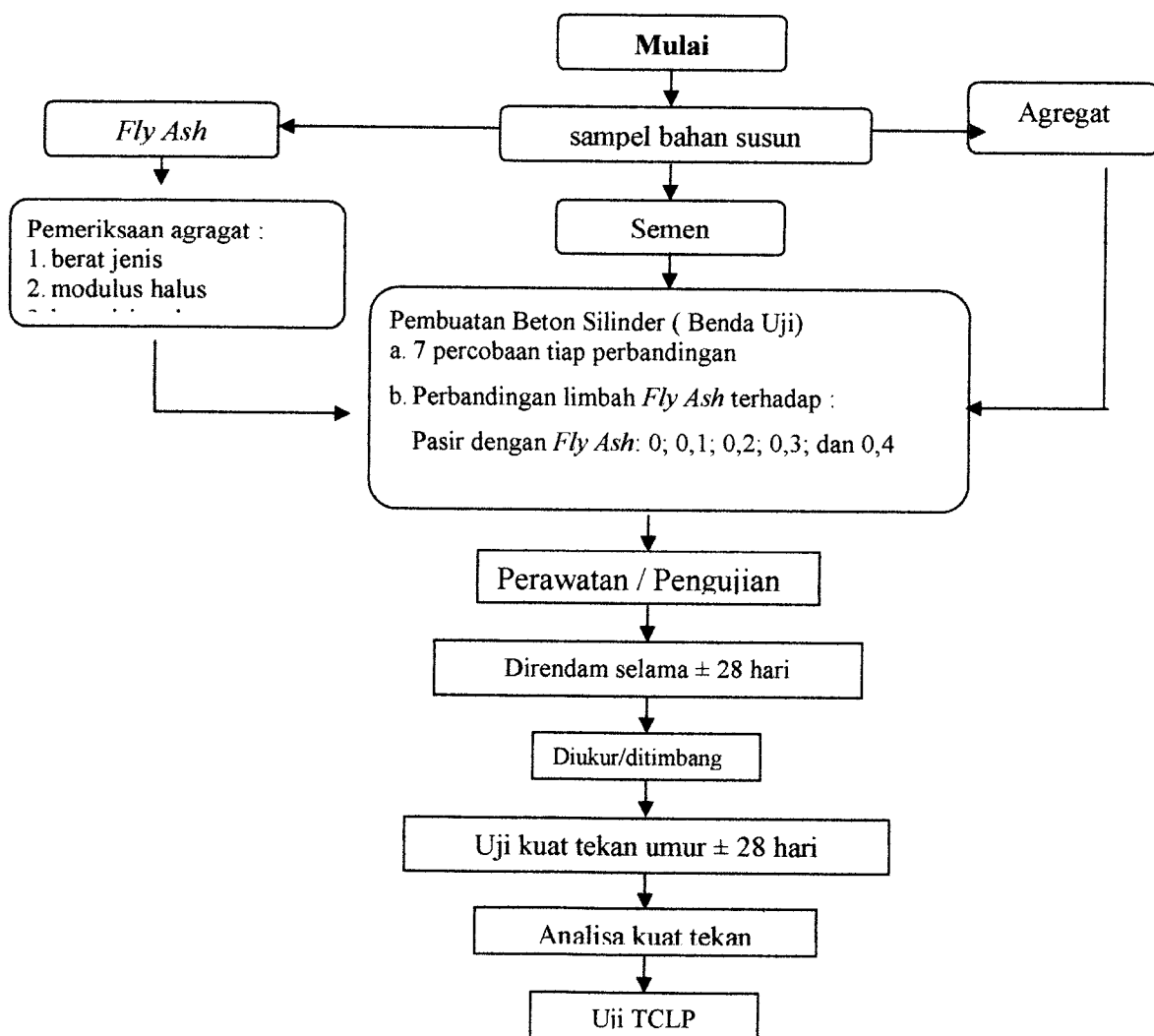
- Tambahkan 96,5 ml air destilasi
 - Tutup dengan kaca arloji dan aduk dengan magnetic stirer (pengaduk mekanik) selama 5 menit
 - Ukur pH
- b) – Bila angka pH lebih dari 5,0 (pada langkah a) tambahkan 3,5 ml Hcl 1,0 N
- Tutup dengan kaca arloji dan panaskan sampai 50°C selama 50 menit
 - Biarkan larutan 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 H₂O 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 H₂O 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 ± 2 rpm
5. Lakukan pencucian filter / kertas dengan asam lalu kemudian saring hasil ekstraksi (di atas)

6. Analisa larutan Ekstraksi

3.9. Tahapan Kerja

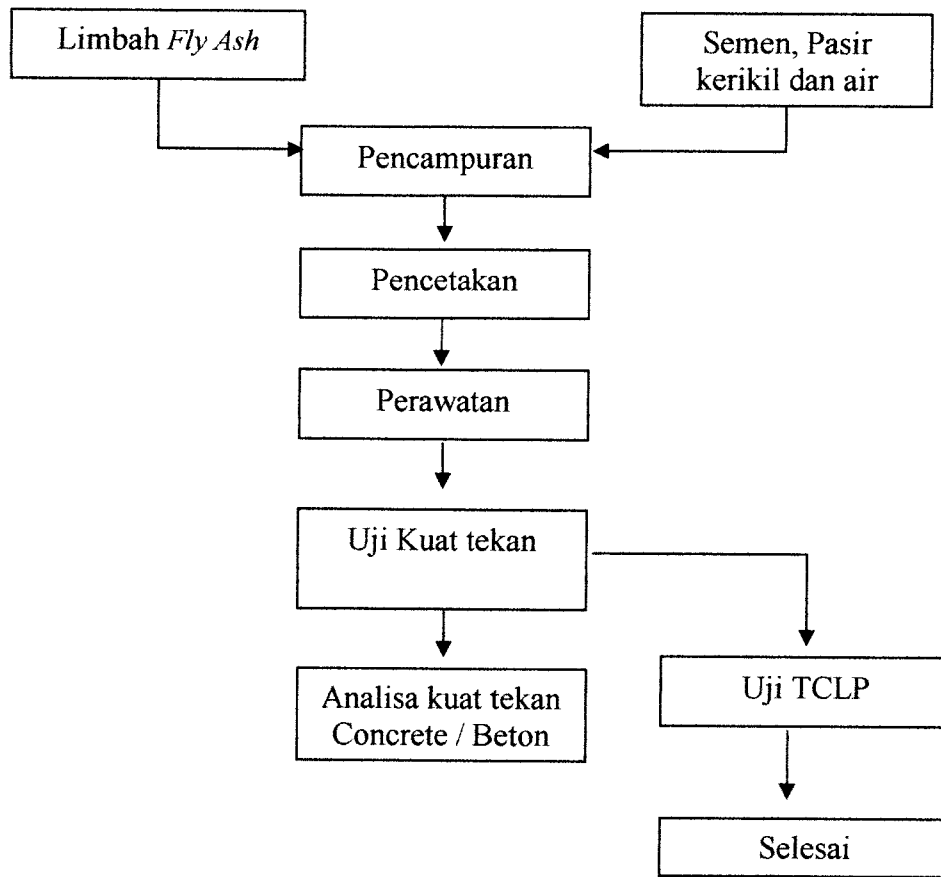
Untuk sistematika tahapan penelitian untuk pembuatan benda uji, pengujian sampel berupa beton dengan uji kuat tekan dan perlindungan dengan uji TCLP sampai analisa data, disajikan pada diagram alir berikut ini :

Diagram alir Tahapan penelitian dan analisa data



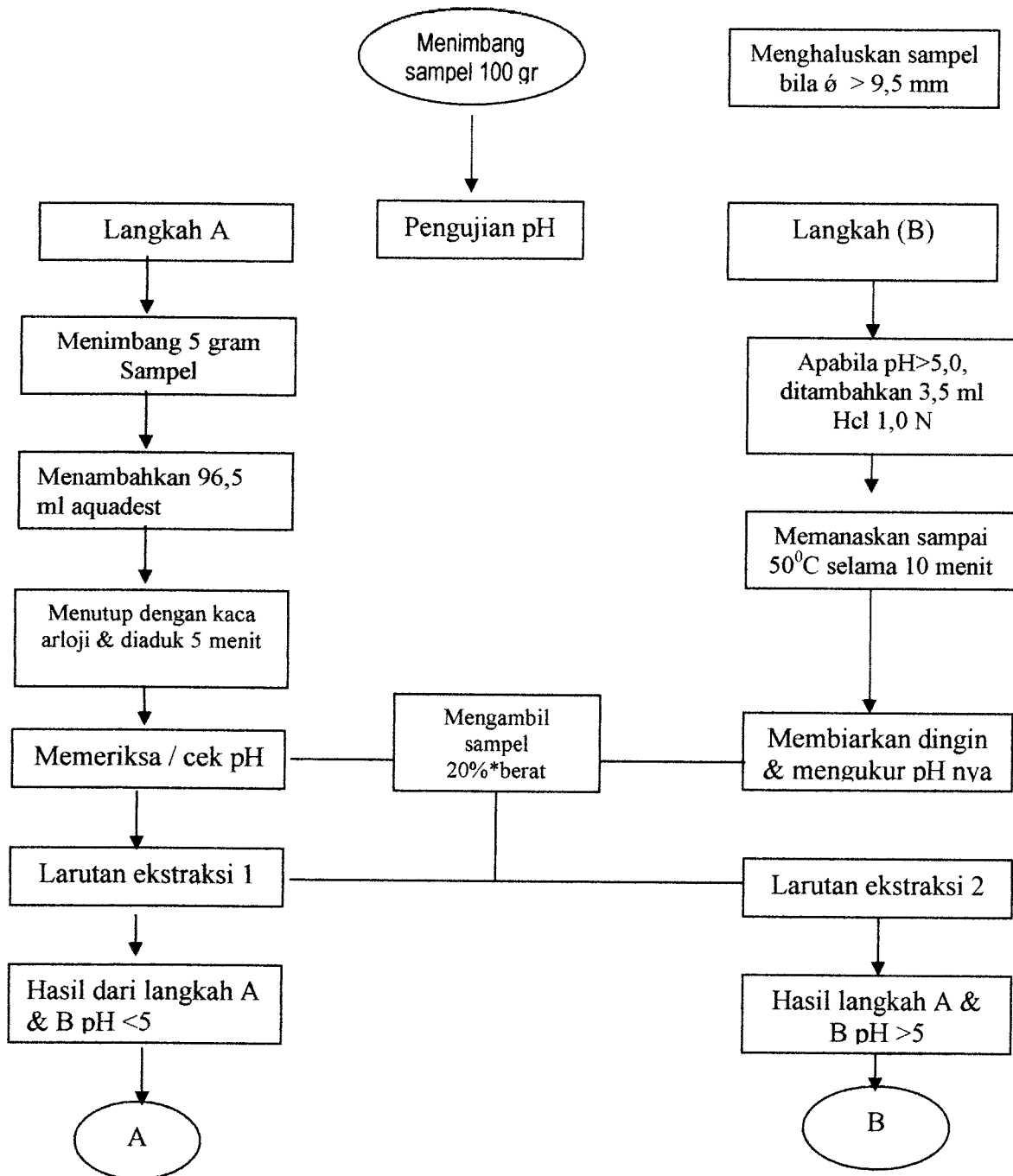
Gambar 3.2. Tahapan penelitian dan analisa data

Diagram Alir Pembuatan Benda Uji



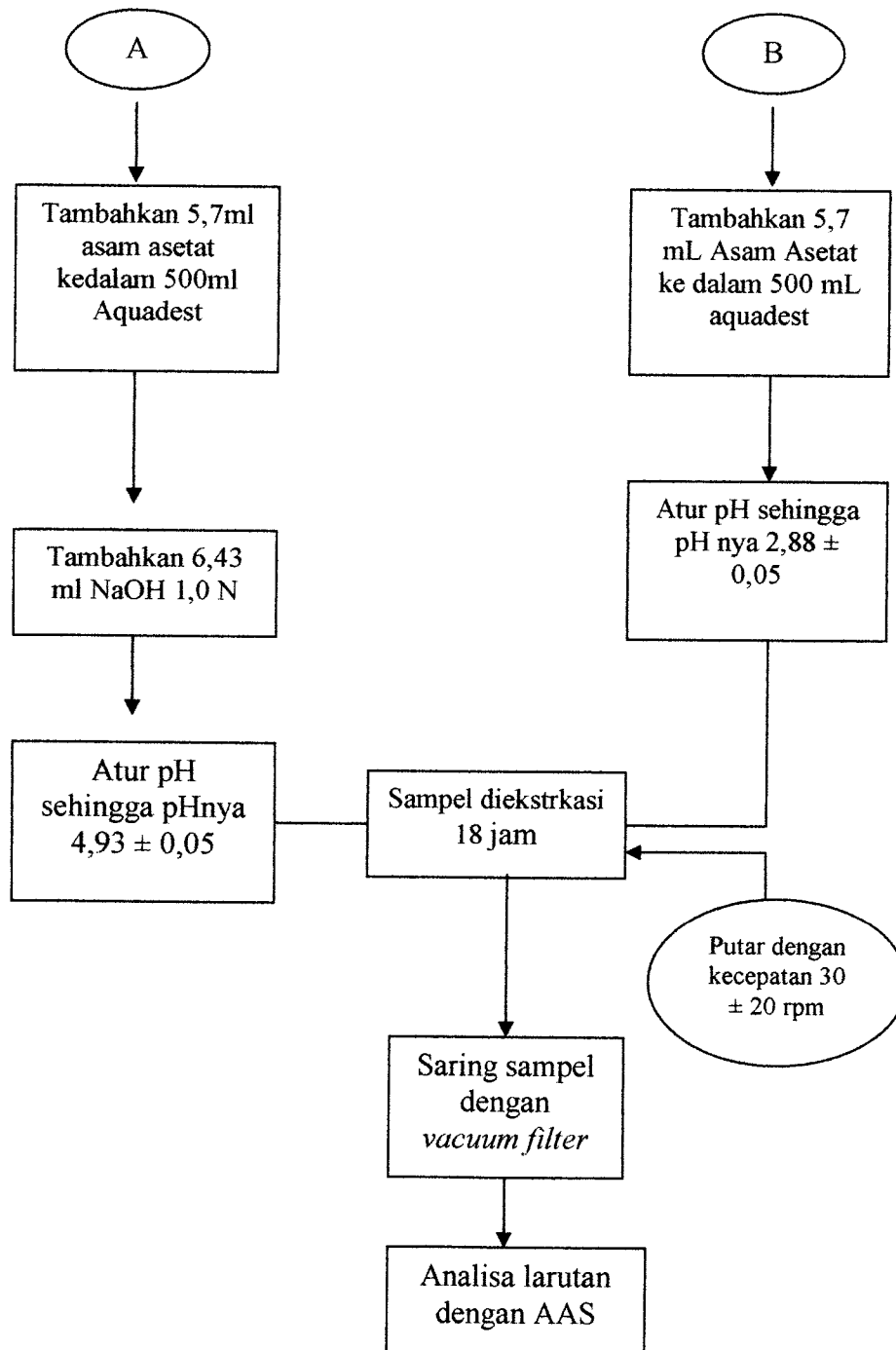
Gambar 3.3. Diagram Alir Pembuatan Benda Uji

Diagram Alir Tahapan pengujian TCLP



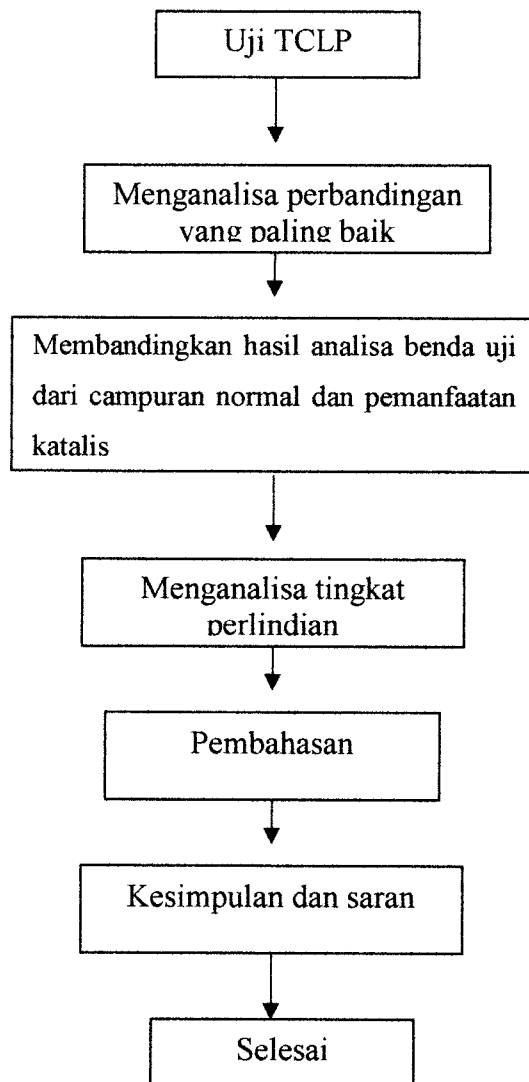
Gambar 3.4. Tahapan pengujian TCLP

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 ³
4	Modulus Kehalusan	0,33

(Sumber : Jumiati, 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 Beton

Rancangan penambahan limbah *fly ash* dalam bahan-bahan beton *silinder* dibuat sesuai dengan berat dan banyaknya beton yang dibuat, dengan berat rata-rata 370 g tiap beton dan ukuran 10 cm x 20 cm. Banyaknya sampel yang dibuat adalah 50 buah beton.

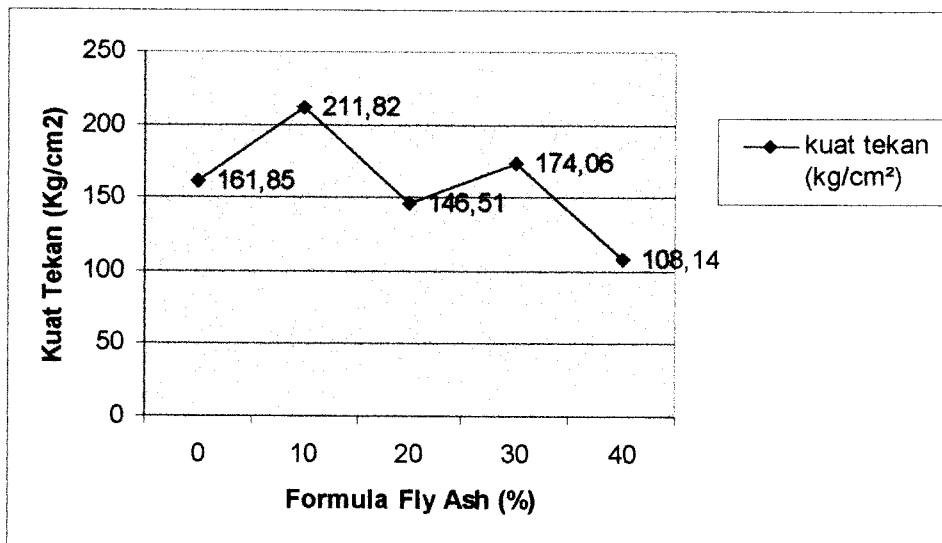
4.1.3. Uji Kuat Tekan

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 Beton Rata-rata

No	Komposisi <i>fly ash</i>	Jumlah sampel	Leachate Logam Berat (mg/l)		
			Cr	Zn	Pb
1	Formula 1 (0%)	10	0.3529	30.5391	1.0679
2	Formula 2 (10%)	10	0.4305	11.8435	1.1003
3	Formula 3 (20%)	10	0.4305	12.2348	1.1003
4	Formula 4 (30%)	10	0.5857	15.9304	1.2623
5	Formula 5 (40%)	10	0.7409	5.7565	1.1651
Standar TCLP (PP 18/1999)			5,0	50,0	5,0

(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 (Gambar 4.1). Kemudian kuat tekan menurun dan kembali naik pada proporsi campuran 30% terhadap pasir

Hal ini menunjukkan perbedaan kuat tekan dengan kondisi beton tanpa *fly ash*, dimana proporsi *fly ash* 10% yang digunakan untuk mengganti pasir adalah memiliki tingkat kuat tekan yang lebih besar dari kuat tekan beton normal (tanpa *fly ash*).

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 20% dan 30% dengan pasir kuat tekan yang dihasilkan secara statistik masih sama. Sementara untuk penambahan *fly ash* dengan kadar 10% dan 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 beton yang berdampak pada kualitas kuat tekan beton (menjadi lebih rendah). Dan pada penambahan *fly ash* dengan presentase sedikit (pada penambahan 10%), akan menghasilkan kualitas (kuat tekan) beton yang baik.

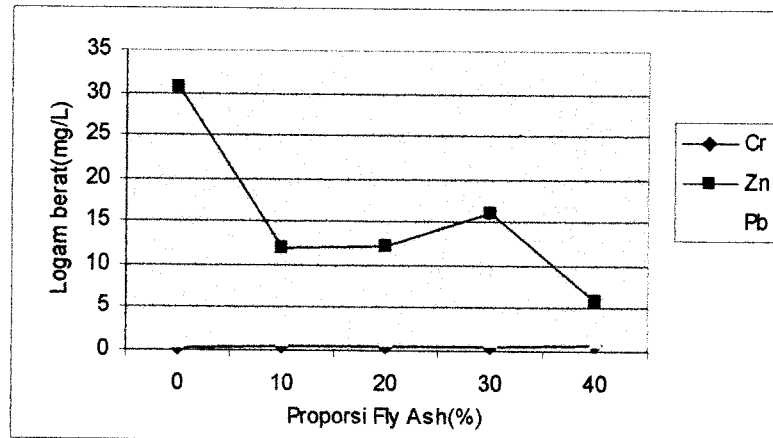
4.1.4. Uji Leachate Dengan Metode TCLP

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 Beton

No	Benda Uji	Leachate Logam Berat (mg/L)		
		Cr	Zn	Pb
1	Formula 1 (0%)	0.3529	30.5391	1.0679
2	Formula 2 (10%)	0.4305	11.8435	1.1003
3	Formula 3 (20%)	0.4305	12.2348	1.1003
4	Formula 4 (30%)	0.5857	15.9304	1.2623
5	Formula 5 (40%)	0.7409	5.7565	1.1651
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 beton 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/m³ dan modulus kehalusan sebesar 0,33 adalah berpotensi untuk pembuatan beton.

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±21,740 µg/g), Pb (39,991±1,086 µg/g) dan Cr (19,500 ± 0,390 µg/g).

4.2.2. Rancangan Campuran Beton

Dalam membuat sampel untuk penelitian ini dipergunakan bahan-bahan dasar pembuat beton, yaitu : semen, pasir, kerikil, *fly ash* dan bahan bantu, yaitu air. Variasi komposisi dibuat berdasarkan jenis beton yang dibuat, yaitu beton silinder dengan komposisi penambahan *fly ash* 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3. Rancangan campuran bahan beton didasarkan pada berat

dan banyaknya beton yang dibuat, dengan berat rata-rata 370 g tiap beton dan ukuran 10cmx20cm. Banyaknya sampel yang dibuat adalah 50 beton.

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya bahwa semakin banyak proporsi limbah berpengaruh pada kualitas yang dihasilkan, yaitu dihasilkan nilai kuat tekan beton yang semakin rendah sehingga kualitas produk kurang baik, dan penambahan limbah terhadap campuran produk yaitu nilai kuat tekan optimum tercapai pada proporsi limbah 10%. Tabel 4.3. menunjukkan bahwa untuk formula 3, 4 dan 5 dilakukan penambahan 20%, 30% dan 40% limbah *fly ash*.

4.2.3. Uji Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan diperoleh, beton hasil penambahan 10% limbah *fly ash* diperoleh nilai kuat tekan sebesar 211,82 kg/cm², dengan kualitas baik, karena kuat tekan beton berada diatas nilai pembanding, yaitu sebesar 161,85 kg/cm², kemudian pada penambahan 20% dan 30%, limbah yaitu sebesar 146,51 kg/cm² dan 174,06 kg/cm² menghasilkan nilai kuat tekan yang relatif sama dengan nilai kuat tekan beton pembanding, sedangkan pada penambahan 40% menghasilkan nilai kuat tekan 108,14 kg/cm², berada dibawah nilai pembanding sehingga menghasilkan mutu beton kurang baik. Di mana kuat tekan tertinggi dari hasil pengujian ini adalah 211.82 kg/cm² dengan penambahan 10% limbah *fly ash*.

Dari Tabel 4.3. dan Gambar 4.1. diperoleh bahwa sifat dan kandungan bahan-bahan beton juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. terlihat bahwa makin

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 adalah faktor homogenisasi limbah *fly ash* pada saat pengambilan untuk campuran beton dan homogenisasi pada proses pembuatan beton. Kemungkinan lain adalah bahan dasar dari campuran beton yaitu agregat halus berupa pasir dan agregat kasar berupa kerikil yang digunakan berasal dari seputaran kawasan gunung Merapi yang telah memiliki kandungan logam berat (Cr, Zn dan Pb).

Selain itu kemungkinan adanya faktor *human error* pada proses penelitian, baik pada proses pencampuran bahan, proses pencetakan, maupun pada proses pengujian.

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 beton 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 beton 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 beton 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 10% limbah *fly ash* menghasilkan nilai kuat tekan terbesar yaitu 211.82 kg/cm² dan nilai lindi untuk Cr, Zn dan Pb sebesar 0.4305 mg/L; 11.8435 mg/L dan 1.1003 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 beton yang dijual dipasaran.

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

Formula	Pengujian			
	Kuat Tekan (kg/cm ²)	TCLP (mg/L)		
		Cr	Zn	Pb
1 (0%)	161.85	0,01	0,195	0,277
2 (10%)	211.82	0,013	0,308	0,176
3 (20%)	146.51	0,006	0,333	0,402
4 (30%)	174.06	0,045	0,284	0,403
5 (40%)	108.14	0,0045	0,315	0,406
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 beton yang bermutu serta aman bagi kesehatan dan lingkungan dapat disimpulkan :

1. Pada penambahan 10% limbah diperoleh nilai kuat tekan sebesar 211,82 kg/cm², dengan kualitas baik, karena kuat tekan beton berada diatas nilai pembanding, yaitu sebesar 161,85 kg/cm², kemudian pada penambahan 20% dan 30%, limbah yaitu sebesar 146,51 kg/cm² dan 174,06 kg/cm² menghasilkan nilai kuat tekan yang relatif sama dengan nilai kuat tekan beton pembanding, sedangkan pada penambahan 40% menghasilkan nilai kuat tekan 108,14 kg/cm², berada dibawah nilai pembanding sehingga menghasilkan mutu beton 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 beton diperoleh hasil dibawah baku mutu (PP 18 tahun 1999). Hal ini berarti pengolahan limbah *fly ash* dengan solidifikasi menjadi beton dapat mengimobilisasi logam-logam berat yaitu Cr, Zn dan Pb.
3. Persentase penambahan limbah *fly ash* yang optimum dalam pembentukkan beton dari aspek teknis (kuat tekan) dan aspek toksisitas (kesehatan dan lingkungan)

yaitu 10%, hal ini dikarenakan memiliki nilai kuat tekan terbesar yaitu 211.82 kg/cm² dan nilai lindi Cr, Zn dan Pb sebesar 0.4305 mg/L; 11.8435 mg/L dan 1.1003 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 beton mengenai :

1. Immobilisasi limbah *fly ash* dengan bahan-bahan mineral yang berbeda agar kualitas beton lebih baik.
2. Perlu pengujian terhadap variasi sampel yang lebih banyak, agar diperoleh hasil penelitian yang akurat.

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*, Gajah 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

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.

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.

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.

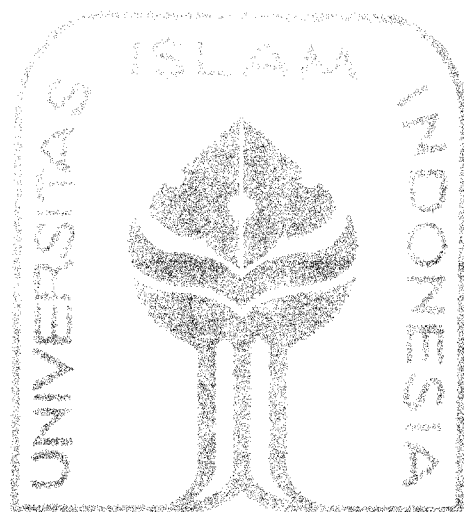
Yulinah. T, (2000). *Stabilisasi (Solidifikasi) Limbah B3*

www.Chemicalelements.com/element/Cr.html

www.Chemicalelements.com/element/pb.html

www.Chemicalelements.com/element/Zn.html

www.Lenntech.Com/chemistry/lime-cement-paste.html



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

LAMPIRAN

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

0% <i>Fly Ash</i>	10% <i>Fly Ash</i>
140.88	212.97
148.27	209.53
144.49	216.14
184.33	201.77
158.65	240.96
114.08	171.65
175.58	239.88
214.18	197.06
195.20	206.96
142.79	221.24

H0 : Tidak ada perbedaan

H1 : Ada perbedaan

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	10	1618.451	161.8451	902.8717
Column 2	10	2118.166	211.8166	411.8477

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	12485.72	1	12485.72	18.99374	0.000379	4.413873
Within Groups	11832.48	18	657.3597			
Total	24318.19	19				

Variasi Pasir *Fly ash*

0% <i>Fly Ash</i>	20% <i>Fly Ash</i>
140.88	174.06
148.27	156.11
144.49	158.40
184.33	98.76
158.65	119.49
114.08	151.32
175.58	124.95
214.18	152.42
195.20	171.12
142.79	158.45

H0 : Tidak ada perbedaan

H1 : Ada perbedaan

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Column 1	10	1618.451	161.8451	902.8717
Column 2	10	1465.09	146.509	585.8988

ANOVA

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1175.994	1	1175.994	1.579819	0.224853	4.413873
Within Groups	13398.93	18	744.3853			
Total	14574.93	19				

Variasi Pasir *Fly ash*

0% <i>Fly Ash</i>	30% <i>Fly Ash</i>
140.88	169.91
148.27	167.30
144.49	159.77
184.33	198.28
158.65	182.88
114.08	175.93
175.58	158.56
214.18	177.39
195.20	173.03
142.79	177.58

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				

LAMPIRAN

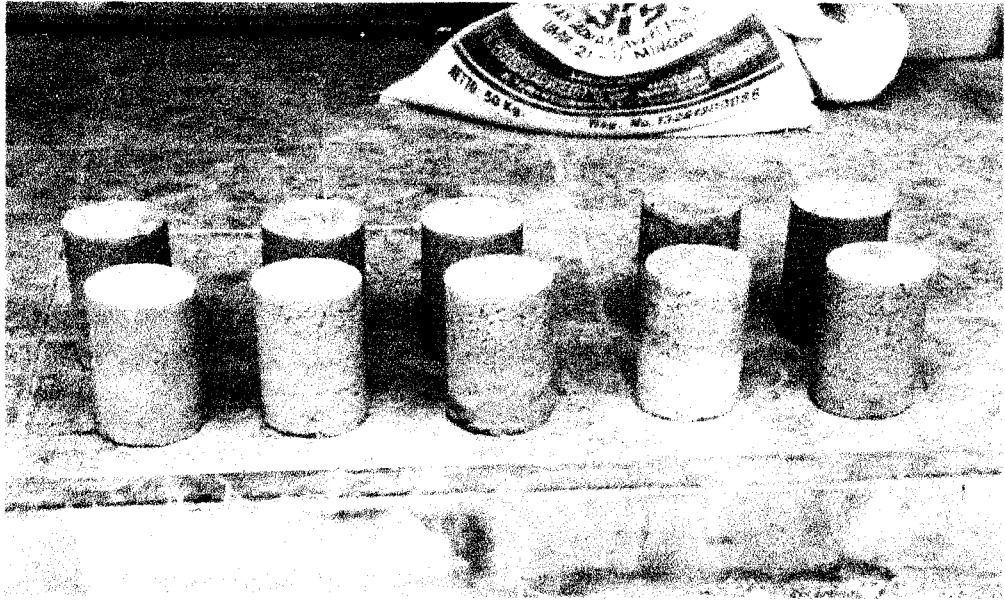
Dokumentasi Tugas Akhir



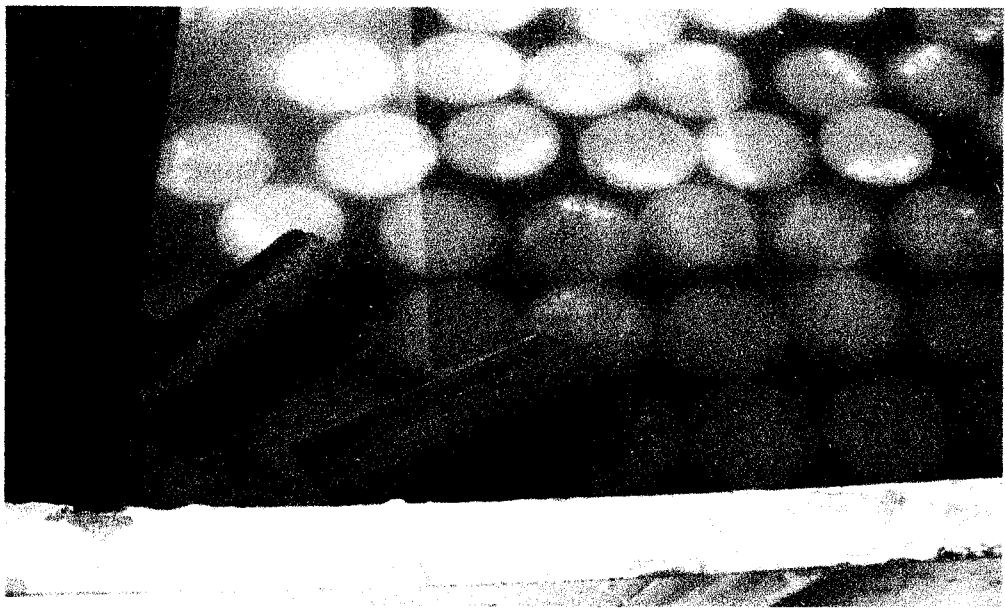
Gambar 3.1. Bahan dasar campuran beton dan *fly ash*



Gambar 3.2. Cetakan Silinder untuk sampel beton



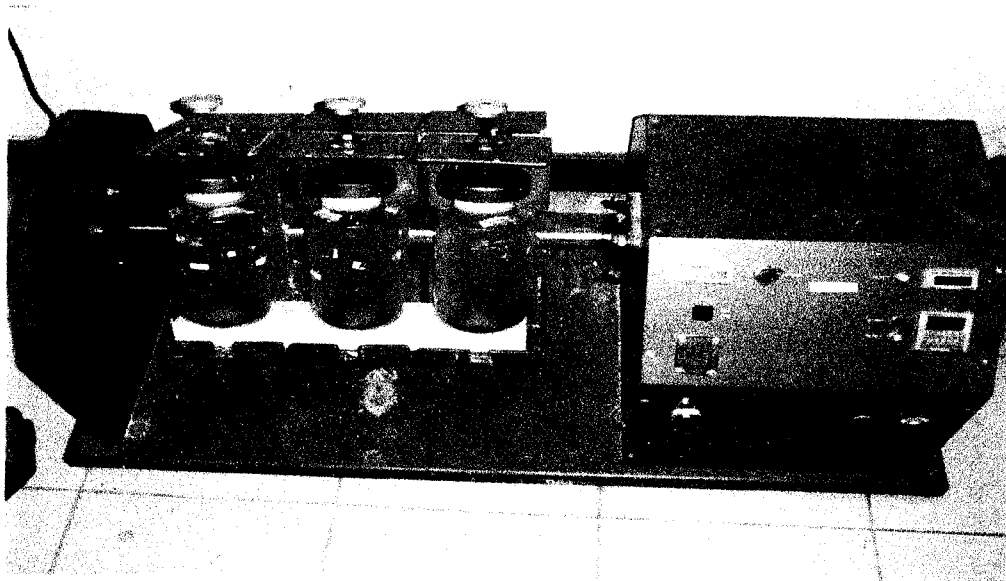
Gambar 3.3. Sampel Beton Silinder



Gambar 3.4. Perawatan Sampel Beton Silinder

G

Gamt



Gambar 3.7. Proses Ekstraksi (selama 18 jam)



Gambar 3.8. Proses penyaringan larutan Ekstrak



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

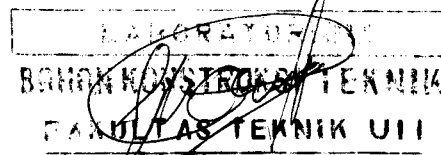
Nama benda uji : Fly ash Diperiksa Oleh:
Asal : PT. Apac Inti Corpora Semarang 1. M. Ismail Huruji
Keperluan : Tugas Akhir 2. Anggoro Jatu P

Uraian	Sampel
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	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 ³ (1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,322
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm ³ .....(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

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN

AGREGAT HALUS

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

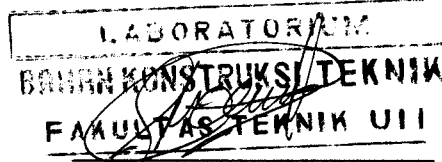
Lubang Ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)
40,00	.....	.....	.....
20,00	.....	.....	.....
10,00	.....	.....	.....
4,80	6	0,4	0,4
2,40	89	5,9	6,3
1,20	350	23,3	29,6
0,60	608	40,5	70,1
0,30	308	20,5	90,6
0,15	167	11,1	101,7
Sisa	44	2,9	.....
Jumlah	1572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

$$\text{Modulus halus butir} = \frac{298,7}{100} \times 100\% = 2,987$$

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
Asal :
Keperluan : Tugas Akhir

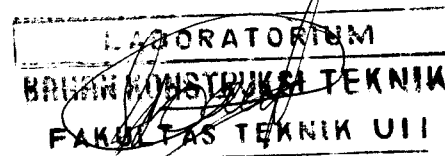
Diperiksa Oleh:
1. M. Ismail Huruji
2. Anggoro Jatu P

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^3 (1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,635
Berat jenis jenuh kering muka, gr/cm^3 .....(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 BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO. 200**(UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR)**

Nama benda uji : Pasir
Asal :
Keperluan : Tugas Akhir

Diperiksa Oleh:
1. M. Ismail Huruji
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 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
Asal :
Keperluan : Tugas Akhir

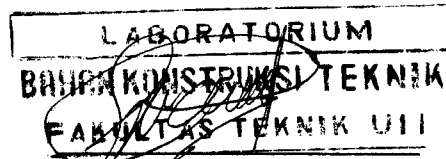
Diperiksa Oleh:
1. M. Ismail Huruji
2. Anggoro Jatu P

	Sampel
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), cm^3	5298,75
Berat isi padat = (W_3 / V), 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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR KRICAK/KERIKIL

Nama benda uji : Kerikil
Asal :
Keperluan : Tugas Akhir

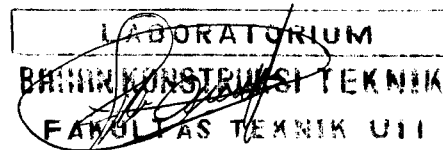
Diperiksa Oleh:
1. M. Ismail Huruji
2. Anggoro Jatu P

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





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 SILINDER BETON
NO. / Ka. Ops. / LBKT / / 2006

Keperluan : Tugas Akhir
Di test tgg : 09 - 11 - 2006
Jumlah : 10 buah

Proporsi Fly Ash 0 %

No	Nama Sampel	Ukuran (cm)		luas (cm ²)	berat (kg)	beban maks (KN)	σ (kg/cm ²)
		diameter	tinggi				
1	A1	10.11	20.2	80.236	3.82	113.034	140.88
2	A2	10.9	20.7	93.266	3.01	138.289	148.27
3	A3	10.5	19.3	86.546	3.9	125.049	144.49
4	A4	10.1	20.6	80.078	3.99	147.606	184.33
5	A5	10.5	20.7	86.546	4.55	137.308	158.65
6	A6	10.8	20.3	91.562	3.98	104.452	114.08
7	A7	10.4	19.9	84.906	4.05	149.078	175.58
8	A8	10.5	19.82	86.546	3.96	185.366	214.18
9	A9	10.5	19.7	86.546	3.95	168.938	195.20
10	A10	10.3	19.7	83.281	3.9	118.919	142.79
Rata rata		10.5	20.1	85.951	3.911	138.804	161.85

Catatan :

Peng uji ,

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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 SILINDER BETON

NO. / Ka. Ops. / LBKT / / / 2006

Keperluan : Tugas Akhir
Di test tggl : 09 - 11 - 2006
Jumlah : 10 buah

Proporsi Fly Ash 10 %

No	Nama Sampel	Ukuran (cm)		luas (cm ²)	berat (kg)	beban maks (KN)	σ (kg/cm ²)
		diameter	tinggi				
1	B1	10.19	20.5	81.511	3.76	173.597	212.97
2	B2	10.36	20.8	84.254	3.95	176.539	209.53
3	B3	10.39	20.12	84.742	4.02	183.16	216.14
4	B4	10.35	19.91	84.091	3.95	169.674	201.77
5	B5	10.41	19.95	85.069	3.94	204.98	240.96
6	B6	10.37	19.83	84.416	3.93	144.9	171.65
7	B7	10.37	20.31	84.416	3.95	202.5	239.88
8	B8	10.39	18.8	84.742	3.92	166.99	197.06
9	B9	10.42	17.2	85.232	3.925	176.4	206.96
10	B10	10.22	20.16	81.992	3.9	181.4	221.24
Rata rata		10.35	19.76	84.047	3.9245	178.014	211.82

Catatan :

Penguji ,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



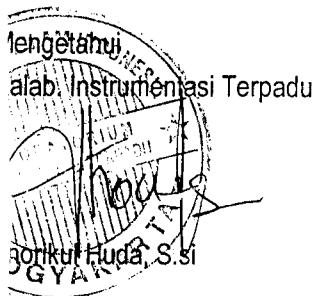
LABORATORIUM INSTRUMENTASI TERPADU
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

Hasil Analisis Spektrofometer Serapan Atom (SSA)

Sampel : Air
Kode Sampel : Beton Silinder
Paramater : Cr

No	Sample ID	Seq No.	El	Standar (mg/L)	Mean Sig (Absorbance)	Mean Samp Conc	Samp Units
1	Calib Blank	2	Cr	0	0.0000		mg/L
2	std 1	3	Cr	1	0.0037		mg/L
3	std 2	4	Cr	2	0.0056		mg/L
4	std 3	5	Cr	3	0.0075		mg/L
5	std 4	6	Cr	4	0.0108		mg/L
6	std 5	7	Cr	5	0.0134		mg/L
7	BS 0 %	30	Cr		0.0013	0.3529	mg/L
8	BS 10 %	31	Cr		0.0015	0.4305	mg/L
9	BS 20 %	32	Cr		0.0015	0.4305	mg/L
10	BS 30 %	33	Cr		0.0019	0.5857	mg/L
11	BS 40 %	34	Cr		0.0023	0.7409	mg/L



Jogjakarta, 17 November 2006

Analisis

Yusuf Habibi, S.Si

Sail Hunt

Seq. No.	AS Loc.	Date:	
1		11/24/06	
Sample ID: Calib Blank			
Elem	Sample Conc	Struc Conc	
Pb			
		Blank Corr Signal	
		Time	
		0.0009	10:43:29
		0.0041	10:43:32
		0.0035	10:43:34
		Auto-zero performed.	
Mean:		0.0035	
SD:		0.00059	
%RSD:		1.93	

Seq. No.	AS Loc.	Date:	
2		11/24/06	
Sample ID: Calib Blank			
Elem	Sample Conc	Struc Conc	
Pb			
		Blank Corr Signal	
		Time	
		0.0009	10:43:40
		0.0024	10:43:43
		0.0004	10:43:45
		Auto-zero performed.	
Mean:		0.0012	
SD:		0.0001	
%RSD:		7.5	

Seq. No.	AS Loc.	Date:	
3		11/24/06	
Sample ID: Calib Blank			
Elem	Sample Conc	Struc Conc	
Pb			
		Blank Corr Signal	
		Time	
		0.0005	10:43:51
		0.0005	10:43:54
		0.0002	10:43:56
		Auto-zero performed.	
Mean:		0.0004	
SD:		0.00040	
%RSD:		100.00	

Seq. No.	AS Loc.	Date:	
4		11/24/06	
Sample ID: Beton Silinder 0%			
Elem	Sample Conc	Struc Conc	
Pb			
		Blank Corr Signal	
		Time	
		0.0009	10:44:11
		0.0012	10:44:14
		0.0001	10:44:16
		0.0008	
Mean:		0.00057	
SD:		0.0001	
%RSD:		18.92	

Seq. No.	AS Loc.	Date:	
5		11/24/06	
Sample ID: Beton Silinder 10%			
Elem	Sample Conc	Struc Conc	
Pb			
		Blank Corr Signal	
		Time	
		0.0009	10:44:45
		0.0005	10:44:47
		0.0003	10:44:50
		0.0007	
Mean:		0.00022	
SD:		0.0001	
%RSD:		23.92	

Seq. No.	AS Loc.	Date:	
6		11/24/06	
Sample ID: Beton Silinder 20%			
Elem	Sample Conc	Struc Conc	
Pb			
		Blank Corr Signal	
		Time	
		0.0006	10:45:11
		0.0012	10:45:14
		0.0006	10:45:17
		0.0009	
Mean:		0.00032	
SD:		0.0001	

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
13		11/24/06		
Sample ID: Batako 40%				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Pb			0.0017	10:47:40
			0.0011	10:47:43
			0.0018	10:47:46
Mean:			0.0015	
SD:			0.00038	
%RSD:			25.70	

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
14		11/24/06		
Sample ID: Calib Blank				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.2708	11:04:01
			0.2704	11:04:09
			0.2715	11:04:17
Auto-zero performed.				
Mean:			0.2709	
SD:			0.00054	
%RSD:			0.20	

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
15		11/24/06		
Sample ID: Calib Blank				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.0007	11:04:27
			0.0009	11:04:36
			0.0006	11:04:44
Auto-zero performed.				
Mean:			0.0007	
SD:			0.00017	
%RSD:			24.24	

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
16		11/24/06		
Sample ID: Calib Blank				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Zn			-0.0006	11:04:54
			-0.0007	11:05:03
			-0.0006	11:05:11
Auto-zero performed.				
Mean:			-0.0006	
SD:			0.00006	
%RSD:			3.37	

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
17		11/24/06		
Sample ID: Calib Blank				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.0003	11:05:24
			0.0006	11:05:32
			0.0007	11:05:40
Auto-zero performed.				
Mean:			0.0005	
SD:			0.00013	
%RSD:			4.36	

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
18		11/24/06		
Sample ID: Eleton Silinder 0%				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.0007	11:05:57
			0.0011	11:06:06
			0.0006	11:06:14

Mean: 0.0017
 SD: 0.0001
 %RSD: 5.88

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
19		11/24/06		
Sample ID: Beton Silinder 10%				
Elem	SampleConc	StndConc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.0114	11:06:34
			0.0114	11:06:42
			0.0114	11:06:50

Mean: 0.0114
 SD: 0.0003
 %RSD: 2.57

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
20		11/24/06		
Sample ID: Beton Silinder 20%				
Elem	SampleConc	StndConc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.0277	11:07:09
			0.0293	11:07:17
			0.0234	11:07:25

Mean: 0.0286
 SD: 0.00082
 %RSD: 2.84

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
21		11/24/06		
Sample ID: Beton Silinder 30%				
Elem	SampleConc	StndConc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.0370	11:07:44
			0.0370	11:07:52
			0.0375	11:08:00

Mean: 0.0371
 SD: 0.00028
 %RSD: 0.75

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
22		11/24/06		
Sample ID: Beton Silinder 40%				
Elem	SampleConc	StndConc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.0143	11:08:19
			0.0124	11:08:27
			0.0143	11:08:35

Mean: 0.0137
 SD: 0.00112
 %RSD: 8.22

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
23		11/24/06		
Sample ID: Batako 0%				
Elem	SampleConc	StndConc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.0130	11:08:53
			0.0158	11:09:01
			0.0153	11:09:10

Mean: 0.0147
 SD: 0.00147
 %RSD: 9.98

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
24		11/24/06		
Sample ID: Batako 10%				
Elem	SampleConc	StndConc	Blank Corr Signal	Time
Zn			0.0137	11:09:26
			0.0137	11:09:35
			0.0137	11:09:43

Mean: 0.0137
 SD: 0.00014

%RSD: 9.88

Seq. No.	AS Loc	Date:		
25		11/24/06		
Sample ID:	Sample Conc	Stnd Conc	Blank Corr Signal	Time
Batako 20%				
Elem				
Zn			0.0177	11:10:00
			0.0167	11:10:08
			0.0180	11:10:17
			0.0173	
Mean:			0.00011	
SD:			4.52	
%RSD:				

Seq. No.	AS Loc	Date:		
26		11/24/06		
Sample ID:	Sample Conc	Stnd Conc	Blank Corr Signal	Time
Batako 30%				
Elem				
Zn			0.0125	11:10:35
			0.0122	11:10:43
			0.0125	11:10:51
Mean:			0.00001	
SD:			0.00001	
%RSD:				

Seq. No.	AS Loc	Date:		
27		11/24/06		
Sample ID:	Sample Conc	Stnd Conc	Blank Corr Signal	Time
Batako 40%				
Elem				
Zn			0.0102	11:11:07
			0.0102	11:11:16
			0.0102	11:11:24
Mean:			0.0001	
SD:			0.00024	
%RSD:			0.14	

Seq. No.	AS Loc	Date:		
28		11/24/06		
Sample ID:	Sample Conc	Stnd Conc	Blank Corr Signal	Time
Calib Blank				
Elem				
Cr			0.1411	11:20:33
			-0.1404	11:20:39
			-0.1406	11:20:45
Auto-zero performed.			-0.1407	
Mean:			0.00033	
SD:			0.28	
%RSD:				

Seq. No.	AS Loc	Date:		
29		11/24/06		
Sample ID:	Sample Conc	Stnd Conc	Blank Corr Signal	Time
Calib Blank				
Elem				
Cr			0.0003	11:20:54
			-0.0002	11:20:59
			0.0006	11:21:05
Auto-zero performed			0.0002	
Mean:			0.00042	
SD:			209.91	
%RSD:				

Seq. No.	AS Loc	Date:		
30		11/24/06		
Sample ID:	Sample Conc	Stnd Conc	Blank Corr Signal	Time
Beton Silinder 0%				
Elem				
Cr			0.0012	11:21:17
			0.0013	11:21:22
			0.0015	11:21:30
			0.0013	
Mean:			0.00017	
SD:				

%RSD:

Seq. No.	AS Loc.	Date:		
31		11/24/06		
Sample ID: Beton Silinder 10%				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Cr			0.0011	11:21:42
			0.0022	11:21:47
			0.0014	11:21:53
			0.0016	
Mean:			0.00057	
SD:			36.56	
%RSD:				

Seq. No.	AS Loc.	Date:		
32		11/24/06		
Sample ID: Beton Silinder 20%				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Cr			0.0015	11:22:07
			0.0012	11:22:12
			0.0013	11:22:17
			0.0019	
Mean:			0.0015	
SD:			16.14	
%RSD:				

Seq. No.	AS Loc.	Date:		
33		11/24/06		
Sample ID: Beton Silinder 30%				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Cr			0.0017	11:22:34
			0.0013	11:22:40
			0.0018	11:22:46
			0.0019	
Mean:			0.0017	
SD:			13.14	
%RSD:				

Seq. No.	AS Loc.	Date:		
34		11/24/06		
Sample ID: Beton Silinder 40%				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Cr			0.0017	11:22:59
			0.0013	11:23:06
			0.0018	11:23:10
			0.0019	
Mean:			0.0017	
SD:			13.14	
%RSD:				

Seq. No.	AS Loc.	Date:		
35		11/24/06		
Sample ID: Batako 0				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Cr			0.0015	11:23:24
			0.0025	11:23:29
			0.0022	11:23:36
			0.0013	
Mean:			0.0019	
SD:			37.14	
%RSD:			19.51	

Seq. No.	AS Loc.	Date:		
36		11/24/06		
Sample ID: Batako 10				
Elem	Sample Conc	Std Conc	Blank Corr Signal	Time
Cr			0.0024	11:23:48
			0.0026	11:23:54
			0.0026	11:23:59
			0.0027	
Mean:			0.0025	
SD:			5.43	
%RSD:				

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
37		11/24/06		
Sample ID: Batako 20%				
Elem	SampleConc	StdConc	Blank Corr Signal	Time
Cr			0.0022	11:24:13
			0.0022	11:24:18
			0.0019	11:24:24
Mean:			0.0021	
SD:			0.00014	
%RSD:			6.84	

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
38		11/24/06		
Sample ID: Batako 30%				
Elem	SampleConc	StdConc	Blank Corr Signal	Time
Cr			0.0025	11:24:36
			0.0030	11:24:41
			0.0031	11:24:47
Mean:			0.0029	
SD:			0.00030	
%RSD:			10.51	

Seq. No.	AS Loc:	Date:		
39		11/24/06		
Sample ID: Batako 40%				
Elem	SampleConc	StdConc	Blank Corr Signal	Time
Cr			0.0026	11:25:00
			0.0028	11:25:05
			0.0026	11:25:11
Mean:			0.0027	
SD:			0.00009	
%RSD:			3.25	

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	NAMA	NO MHS	PRODI
1	M. Ismail Huruji	01513078	Teknik Lingkungan
2			

JUDUL TUGAS AKHIR : Solidifikasi Limbah Fly Ash Hasil Pembakaran Industri tekstil Sebagai bahan Campuran Beton

PERIODE : IV
TAHUN : Genap 2006/2007

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

DOSEN PEMBIMBIG I : Ir. H. Kasam, MT
DOSEN PEMBIMBIG II : Andik Yulianto, ST
DOSEN PEMBIMBIG III :



Yogyakarta, 13 Desember 2006
Koordinator TA

(Ekj Siswoyo, ST)

Catatan

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :