# SKRIPSI

## STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY ASH ( 25% ) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

*Disusun Oleh :*

**RIKO DWI CAHYO**
**05. 21. 065**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**
**MALANG**
**2011**

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

# STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY ASH (25%) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)*

*Institut Teknologi Nasional Malang*


***Disusun Oleh :***

**RIKO DWI CAHYO**

**05. 21. 065**


***Disetujui Oleh :***

| **Dosen Pembimbing I** | **Dosen Pembimbing II** |
|---|---|
| **( Ir. Bambang Wedyantadji, MT. )** | **(Ir. Togi H. Nainggolan, MS.)** |

**Malang, Maret 2011**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**

**( Ir. H. Hirijanto, MT. )**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S – 1**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

**MALANG**

**2011**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

# STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY ASH (25%) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)*
*Pada hari : Kamis*
*Tanggal : 24 Februari 2011*
*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan*
*Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S - 1*

***Disusun Oleh :***

**RIKO DWI CAHYO**
**05. 21. 065**

***Disahkan Oleh:***

| Ketua | Sekretaris |
|---|---|
| ( Ir. H. Hirijanto, MT ) | ( Lilla Ayu Ratna Winanda, ST, MT ) |

**Anggota Penguji :**

| Dosen Penguji I | Dosen Penguji II |
|---|---|
| ( Ir. A. Agus Satosa, MT ) | ( Ir. H. Sudirman Indra, MS ) |

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S - 1**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**
**MALANG**
**2011**

# PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **RIKO DWI CAHYO**

Nim : **05. 21. 065**

Jurusan : **Teknik Sipil S - 1**

Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya Skripsi yang berjudul :

**"STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY ASH (25%) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO"**

Adalah hasil karya saya sendiri, dan bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, Maret 2011

Yang Membuat Pernyataan

**( RIKO DWI CAHYO )**

# ABSTRAKSI


Riko Dwi C, 2011, **"STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY ASH ( 25% ) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO".**
Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, Dosen Pembimbing II : Ir. Togi H. Nainggolan, MS.

Banyak jenis analisis tentang pemanfaatan lumpur Lapindo dan fly ash untuk pembuatan beton telah dilakukan. Analisis dilakukan di sini menggunakan dua limbah tersebut, lumpur Lapindo dan Fly ash dicampur dengan semen, pasir, dan air untuk hasilnya produk apa yang disebut batako, Batako sendiri adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (additive), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding.

Dalam penelitian ini batako yang digunakan adalah batako padat yang berbentuk persegi panjang, dengan panjang 39 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 19 cm. Campuran yang digunakan secara umum dalam pembuatan batako adalah 4 ( semen ) : 15 ( agregat halus ). Sumber, (SNI 03-2837-2002). Jumlah benda uji batako tiap perlakuan dengan ukuran 39x10x19 adalah 46 benda uji, untuk kuat tekan batako tanpa campuran fly ash sebanyak 20 sampel dan untuk daya serap air / absorsi 3 sampel. Sedangkan untuk batako dengan campuran fly ash 25%, untuk kuat tekan adalah 20 sampel dan untuk absorsi 3 sampel. Tujuan penelitian ini adalah memberikan alternatif baru tentang penggunaan limbah Lumpur Lapindo sebagai pengganti agregat halus dan juga mengetahui pengaruh bahan tambahan fly ash terhadap kuat tekan batako, dan Daya serap air batako yang nantinya akan menjadi suatu jawaban terhadap pembangunan yang berwawasan lingkungan.

Hasil penelitian menyatakan penggunaan bahan lumpur Lapindo dan bahan tambah fly ash berpengaruh terhadap peningkatkan sifat mekanis batako. Pada pengujian v[illegible]g telah dilakukan penggantian agregat halus dengan limbah lumpur lapin[illegible]lap sifat mekanis beton mengalami penurunan, tetapi pada penamb[illegible]ecara keseluruhan meningkatkan sifat mekanis batako. Unt[illegible] tekan batako dari lumpur lapindo 25% dengan bahan [illegible]ni peningkatan yakni dari 1,2090 MPa. = 12,090 kg/cm$^2$ [illegible]3,512 kg/cm$^2$. Sedangakan untuk daya serap air [illegible],948% menjadi 18,599%. Dengan demikian untuk [illegible]takan Ha diterima dan Ho ditolak yang berarti [illegible]ian campuran fly ash terhadap nilai kuat tekan [illegible]enambahan fly ash benda uji yang dihasilkan [illegible]ngga – rongga yg terdapat pada batako dan [illegible]ggi dan daya serap air yang lebih kecil dari [illegible]npuran fly ash.

[illegible]do, *Fly Ash.*

# KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala anugerah-NYA sehingga dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul "*STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY ASH (25%) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO*" dengan baik. Penulisan laporan ini untuk memenuhi persyaratan dalam rangka penyelesaian studi pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

- Bapak **Ir. A. Agus Santoso, MT** ; selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan , Institut Teknologi Nasional Malang,
- Bapak **Ir. H. Hirijanto, MT** ; selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang,
- Bapak **Ir. Togi H. Nainggolan MS.** ; Selaku coordinator bidang penelitian pada penulisan proposal tugas akhir ini,
- Bapak **Ir. Bambang Wedyantadji, MT.** ; Selaku kepala Laboratorium beton Institut Teknologi Nasional Malang,
- Bapak **Ir. Eding Iskak Imananto, MT.** ; Selaku kepala Laboratorium Tanah Institut Teknologi Nasional Malang,
- Seluruh Dosen Sipil ITN malang.

Pada kesempatan ini saya tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya khususnya kepada :

- Kedua orang tuaku, terima kasih atas semuanya yang telah diberikan.
- Semua keluarga yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih atas doa dan dukungannya.

- Teman-teman seperjuangan Sipil 2005, teman-teman bimbingan (Evi, Ganep, Wanna,"terima kasih teman atas bantuannya")
- Teman-teman kost Wadas Lintang 18
- Fariyana, yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan laporan skripsi ini .

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan segala bantuan dan dukungan moril dalam rangka menyelesaikan laporan skripsi ini.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyusunan yang lebih baik. Dan semoga hasil yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya bidang Sipil, dan bagi semua pihak yang berkepentingan.

Malang, Maret 2011

Penyusun

# DAFTAR ISI

**LEMBAR JUDUL**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

**LEMBAR PERSEMBAHAN**

**ABSTRAKSI** ..... i

**KATA PENGANTAR** ..... ii

**DAFTAR ISI** ..... iii

**DAFTAR TABEL** ..... iv

**DAFTAR GRAFIK** ..... v

**DAFTAR GAMBAR** ..... vi

**DAFTAR NOTASI** ..... vii

**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1

1.1. Latar Belakang Masalah ..... 1
1.2. Identifikasi Masalah ..... 2
1.3. Rumusan Masalah ..... 4
1.4. Tujian Penelitian ..... 4
1.5. Manfaat Penelitian ..... 4
1.6. Batasan Penelitian ..... 5
1.7. Hipotesa Penelitian ..... 5

**BAB II STUDI PUSTAKA** ..... 6

2.1. Latar Belakang ..... 6

2.2. Landasan Teori ..... 8
2.2.1 Batako ..... 8
2.2.2 Pembuatan Batako dengan Tambahan Fly Ash ..... 9
2.3. Bahan - Bahan Pembuatan Batako ..... 10
2.3.1 Lumpur Lapindo ..... 10
2.3.2 Semen ..... 12
2.3.3 Air ..... 14
2.4. Bahan Campuran ..... 15
2.5. Pengujian Mortar ..... 18
2.6. Analisa Varian Satu Arah ..... 19
2.7. Pengujian Interval Kepercayaan ..... 19
2.8. Pengujian Hopotesis ..... 21
2.9. Analisa Regresi ..... 26

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN** ..... 27

3.1. Rencana Penelitian ..... 27
3.2. Bahan dan Alat ..... 28
3.2.1. Bahan Pembuatan Batako ..... 28
3.2.2. Alat ..... 28
3.2.2.1. Alat Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat tarik Aksial ..... 28
3.2.2.2. Alat Pengujian Kuat Tekan Batako dan Penyerapan Air Batako ..... 29
3.3. Prosedur Pembuatan ..... 31
3.3.1. Pembuatan Mortar dan Briquette ..... 31
3.3.2. Pembuatan Batako ..... 33
3.4. Prosen Pengujian ..... 35
3.4.1. Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tarik Aksial ..... 35
3.4.2. Metode Pengujian Kuat Tekan Batako ..... 37
3.4.3. Metode Penyerapan Air Batako ..... 38

3.5. Rencana Jumlah Komposisi Campuran Batako ..... 39
3.6. Populasi Benda Uji ..... 40
3.7. Bagan Alur Studi Penelitian ..... 41
3.8. Metode Pengumpulan Data ..... 42
3.9. Teknik Analisa Data ..... 42
3.10. Analisa Data ..... 42

**BAB IV PERSIAPAN DATA PENELITIAN** ..... 44

4.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Material ..... 44
4.1.1. Lumpur Lapindo ..... 44
4.1.2. Semen Portland ..... 44
4.1.3. Fly Ash ..... 46
4.2. Perhitungan Komposisi Campuran Batako ..... 47

**BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN** ..... 49

5.1. Pembahasan Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tarik Aksial ..... 49
5.1.1. Pembahasan Pengujian Mortar ..... 49
5.1.2. Pembahasan Pengujian Kuat Tarik Aksial ..... 51
5.2. Pembahasa Pengujian Kuat Tekan Batako dan Daya Serap Air Batako ..... 53
5.2.1. Pembahasan Pengujian Kuat Tekan Batako ..... 53
5.2.2. Pembahasan Pengujian Daya Serap Air Batako ..... 58
5.3. Pengujian Interval Kepercayaan ..... 59
5.3.1. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan Mortar ..... 60
5.3.2. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial ..... 62
5.3.3. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan Batako ..... 65
5.3.4. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Daya Serap Air Batako ..... 68

5.4. Pengujian Hipotesis ..... 71
5.4.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Batako ..... 71
5.4.2. Pengujian Hipotesis Daya Serap Air Batako ..... 74
5.5. Analisa Regresi dan Pembahasan ..... 76
5.5.1. Analisa Regresi Kuat Tekan Batako ..... 77
5.5.2. Analisa Regresi Daya Serap Air Batako ..... 79
5.6. Perbandingan dan Pembahasan ..... 81
5.6.1. Kuat Tekan Batako ..... 81
5.6.2. Daya Serap Air Batako ..... 82

**BAB VI PENUTUP** ..... 83

6.1. Kesimpulan ..... 83
6.2. Saran ..... 84

**DAFTAR PUSTAKA**

LAMPIRAN

# DAFTAR TABEL


Tabel 2.1. Syarat – Syarat Fisis Batako ..... 8

Tabel 2.2. Kandungan Kimia Lumpur Lapindo ..... 11

Tabel 2.3. Hasil Analisa Ayakan Dengan Berat Lumpur Lapindo Kering ditest 500 gram ..... 12

Tabel 2.4. Komposisi Kimia Abu Terbang Batubara (fly ash) ..... 18

Tabel 3.1. Jumlah Benda Uji Tiap PerlakuanDengan Ukuran 39x10x19 ..... 38

Tabel 3.2. Jumlah Benda Uji Mortar ..... 38

Tabel 4.1. Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland ..... 44

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar ..... 47

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial ..... 49

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako dengan 0% Fly Ash ..... 51

Tabel 5.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako dengan 25% Fly Ash ..... 54

Tabel 5.5. Hasil Uji Daya Serap Batako ..... 58

Tabel 5.6. Data Hasil Uji Kuat Tekan Mortar ..... 60

Tabel 5.7. Interval Kepercayaan Kuat Tekan Mortar ..... 61

Tabel 5.8. Data Pengujian Kuat Tekan Mortar Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan ..... 62

Tabel 5.9. Data Pengujian Kuat Tarik Aksial ..... 62

Tabel 5.10 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial ..... 64

Tabel 5.11. Data pengujian kuat tarik aksial Setelah dilakukan pengujian interval kepercayaan ..... 64

Tabel 5.12. Data Pengujian Kuat Tekan Batako ..... 65

Tabel 5.13. Interval Kepercayaan Kuat Tekan Batako ..... 67

Tabel 5.14. Data pengujian kuat tekan batakoSetelah dilakukan pengujian interval kepercayaan ..... 67

Tabel 5.15. Data Hasil Uji Daya Serap Air Batako ..... 68

Tabel 5.16. Interval kepercayaan penyerapan air batako ..... 69

Tabel 5.17. Hasil uji daya Serap air batako setelah dilakukan pengujian interval kepercayaan ..... 70

Tabel 5.18. Hasil pengujian nilai kuat tekan batako ..... 71

Tabel 5.19. Analisa varian untuk kuat tekan batako ..... 73

Tabel 5.20. Data Hasil pengujian nilai penyerapan air batako ..... 74

Tabel 5.21. Analisa varian untuk daya serap air batako ..... 75

Tabel 5.22. Daftar Nilai yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Batako ..... 77

Tabel 5.23. Daftar Nilai yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Daya Serap Air Batako ..... 79

# DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Batako Dengan 0% Fly Ash.....55

Grafik 5.2. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Batako Dengan 25% Fly Ash.....57

Grafik 5.3. Grafik Analisa Regresi 0% - 55% Kuat Tekan Batako .....79

Grafik 5.4. Grafik Analisa Regresi 0% - 55% Daya Serap Air Batako .....80

Grafik 5.5. Grafik Perbandingan 0% Fly Ash dengan penambahan 25% Fly Ash terhadap Kuat Tekan Batako .....81

Grafik 5.5. Grafik Perbandingan 0% Fly Ash dengan penambahan 25% Fly Ash pada Penyerapan Air Batako .....82

# DAFTAR GAMBAR


Gambar 2.1. Ukuran Batako yang Akan di Uji ..... 9

Gambar 2.2. Lumpur Lapindo ..... 11

Gambar 2.3. Abu Terbang Batubara (fly ash) ..... 17

Gambar 2.4. Sampel Kubus dan Briquette ..... 19

Gambar 3.1. Ukuran Batako yang Akan di Uji ..... 25

Gambar 3.2. Aparatus untuk pemeriksaan kuat tekan mortar ..... 27

Gambar 3.3. Aparatus untuk pemeriksaan kuat tekan batako ..... 28

Gambar 3.4. Aparatus untuk pemeriksaan penyerapan air batako ..... 28

Gambar 3.5. Campuran batako dimasikan kedalam cetakan..... 31

Gambar 3.6. Pemadatan campuran batako ..... 32

Gambar 3.7. Pengangkatan cetakan ..... 32

Gambar 3.8. Pengujian kuat tekan Mortar ..... 33

Gambar 3.9. Pengujian kuat tarik aksial ..... 34

Gambar 3.10. Pengujian kuat tekan batako ..... 35

Gambar 3.11. Perendaman batako..... 36

Gambar 3.12. Batako di angkat dari bak perendam..... 36

Gambar 3.13. Batako di angkat dari bak perendam..... 36

Gambar 5.1. Pengujian kuat tekan Mortar..... 47

Gambar 5.2. Pengujian kuat tarik aksial..... 49

# DAFTAR NOTASI

| | |
|---|---|
| A | = Luas permukaan benda uji (cm) |
| $E_y$ | = Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen |
| f'cr | = Kuat Tekan Beton Rata-Rata (MPa) |
| f'c | = Tegangan hancur (MPa) |
| J | = Jumlah dari data-data pengamatan |
| k | = Variasi perlakuan |
| n | = Jumlah Sampel |
| p | = Persentil |
| P | = Beban maksimum (N) |
| $P_y$ | = Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan |
| $R^2$ | = koefisien determinasi |
| $R_y$ | = Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk rata-rata |
| s | = Standart Deviasi |
| $W_1$ | = Berat basah (kg) |
| $W_2$ | = Berat kering oven (kg) |
| X | = Nilai rata –rata |
| Y | = Data-data pengamatan |

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Di jawa timur tepatnya di Sidoarjo terjadi luapan lumpur karena kesalahan pengeboran yang mengakibatkan daerah sekitar menjadi kolam penampungan luapan lumpur. Lempung yang terjadi dari suatu proses endapan lumpur mempunyai ukuran butiran yang bervariasi.

Berdasarkan hasil pengujian analisa ayakan yang di lakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Institut teknologi Nasional Malang, dari pengujian 500 gr Lumpur Lapindo dengan berat kering mengendung 8,222% Krikil, 19,24% Pasir, dan 72,538% Lempung.

Selain Lumpur Lapindo, juga terdapat limbah abu terbang batubara ( fly ash ) umumnya dibuang di *landfill* atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukkan limbah fly ash ini menimbulkan masalah bagi lingkungan. Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan limbah fly ash sedang dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Saat ini umumnya limbah fly ash digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton. Selain itu, sebenarnya limbah fly ash memiliki berbagai kegunaan yang amat beragam.

Melihat dari hasil pengujian Lumpur Lapindo yang telah dilakukan, dan permasalahan yang ditimbulkan dari limbah abu batubara ( fly ash ). dimana

Lumpur Lapindo yang telah diuji tarnyata mengandung krikil dan pasir. Atas dasar itu, maka kami tertarik untuk mengadakan penelitian dari lumpur lapindo sebagai bahan pembuatan Batako dengan campuran fly ash.

Pemanfaatan Lumpur Lapindo dan limbah abu batubara ( fly ash ) akan ditambahkan pada campuran Batako dengan komposisi tertentu. Dari hasil pencampuran ini kemudian dilanjutkan dengan pembuatan benda uji, dan setelah itu dilakukan pengujian kekuatan Batako.

Penggunaan Lumpur Lapindo dan abu batubara ( fly ash ) sangat diharapkan, agar bisa membantu dan mengurangi pencemaran yang di akibatkan oleh Lumpur lapindo dan limbah abu batubara ( fly ash ) tersebut. Untuk itu kami akan melakukan penelitian dengan judul " *STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN FLY ASH ( 25% ) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO*".

## 1.2. Identifikasi Masalah

Tragedi 'Lumpur Lapindo' dimulai pada tanggal 27 Mei 2006 di Jawa Timur tepatnya di Porong kota Sidoarjo. Bencana ini terjadi dipicu karena adanya kesalahan pada saat pengeboran yang dilakukan oleh PT. LAPINDO BRANTAS. Karena kesalahan ini maka mengakibatkan luapan lumpur yang terus menerus keluar dari perut bumi tidak berhenti dan terus bertambah volumenya tiap waktu tanpa diketahui kapan akan berakhir. Akibat bencana tersebut warga sekitar pengeboran / luapan banyak yang kehilangan tempat

tinggal. Lumpur yang terus meluap itu pun akhirnya dibendung dan dialirkan / dibuang ke laut dan sebagian menuju sungai Porong, karena lumpur yang kian meluas maka diadakannya aliran pembuangan darurat tersebut. Untuk itu penelitian ini dimaksudkan untuk memperkecil permasalahan yang ditimbulkan dengan cara memanfaatkan Lumpur Lapindo se-efektif mungkin. Dengan ini kami mengadakan penelitian dari lumpur lapindo dalam pembuatan batako dengan menggunakan bahan campuran yaitu limbah abu terbang batubara ( fly ash ).

Batubara saat ini banyak digunakan di unit pembangkit listrik. Penggunaan batubara di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat karena dikeluarkannya Perpres No. 5 tahun 2006 yang menyatakan bahwa konsumsi batubara akan terus ditingkatkan hingga tahun 2025. Akan tetapi pembangkitan energi menggunakan batubara memiliki suatu kendala, yaitu pembakaran batubara menghasilkan emisi gas rumah kaca yang merupakan penyebab utama pemanasan global yang sedang marak diperdebatkan, selain itu limbah hasil pembakaran batubara dapat mencemarri lingkungan.

Produksi abu terbang batubara ( *fly ash* ) didunia pada tahun 2000 diperkirakan berjumlah 349 milyar ton[1]. Penyumbang produksi abu terbang batubara terbesar adalah sektor pembangkit listrik. Produksi abu terbang dari pembangkit listrik di Indonesia terus meningkat, pada tahun 2000 jumlahnya mencapai 1,66 milyar ton dan diperkirakan mencapai 2 milyar ton pada tahun 2006. (Sumber: www.majarikanayakan.com)

## 1.3. Rumusan Masalah

Berdasar uraian di atas maka dapat dirumuskan masalah–masalah yang akan diteliti yaitu:

1. Apakah penambahan fly ash dengan variasi 25% berpengaruh terhadap kuat tekan Batako ?
2. Apakan dengan adanya pemanfaatan lumpur Lapindo dan Fly Ash dapat miningkatkan mutu batako ?
3. Berapa besar prosentase daya resapan air ( absorbsi ) pada batako jika ada penambahan campuran fly ash sebesar 25% ?

## 1.4. Tujuan Penelitian

1. Dengan adanya penambahan variasi fly ash sebesar 25% dapat berpengaruh positif terhadap kuat tekan batako,
2. Dengan adanya pemanfaatan lumpur lapindo dan fly ash, diharapkan dapat meningkatkan mutu batako,
3. Dengan adanya penambahan fly ash sebesar 25% dapat berpengaruh positif terhadap daya serap air ( absorbsi ) dari batako.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini di lakukan dengan harapan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut :

1. Bagi peneliti, memberikan informasi dasar untuk penelitian selanjutnya,
2. Memberikan informasi dan konstribusi dari hasil penelitian,
3. Memberikan masukan pada ilmu pengetahuan.

## 1.6. Batasan Penelitian

1. Bahan utama yang digunakan adalah lumpur Lapindo,
2. Semen yang digunakan adalah semen Gersik,
3. Pengujian kuat tekan batako dengan adanya penambahan fly ash dari Paiton dengan variasi 25% terhadap penggunaan lumpur Lapindo,
4. Pengujian daya serap air batako dengan adanya penambahan fly ash dari Paiton dengan variasi 25% terhadap penggunaan lumpur Lapindo.

## 1.7. Hipotesa Penelitian

Pengertian hipotesa / hipotesis dalam bidang penelitian adalah jawaban sementara ( asumsi ) dari suatu permasalahan yang dihadapi atau diteliti yang didasarkan pada teori – teori yang menguatkan, dimana jawaban ini mungkin benar mungkin juga salah.

Hipotesis dalam penelitian ini terdiri dari dua tahapan, yaitu :

- Terdapat perubahan kuat tekan batako jika di campur fly ash dengan variasi 25%.
- Terdapat perubahan daya resapan air pada batako bila di campur dengan fly ash .

# BAB II

# STUDI PUSTAKA

## 2.1. Latar Belakang

Dengan adanya bencana alam di Sidoarjo yang mengeluarkan lumpur, menimbulkan suatu pemikiran untuk mencari pemecahan dan solusi dalam pemanfaatan limbah lumpur lapindo. Yaitu salah satunya membuat limbah lumpur lapindo menjadi bahan bangunan yang ekologis. Yang di maksud dengan bahan bangunan yang ekologis adalah bahan bangunan yang dibentuk dari sisa atau limbah industry melalui proses yang ramah lingkungan serta aman terhadap kesehatan baik saat di terapkan maupun pemanfaatan bangunan. Bahan bangunan ini dikembangkan untuk mengurangi dampak negative dari limbah terhadap lingkungan.

Selanjutnya agar limbah dari lumpur lapindo tersebut tidak menambah dampak yang negative, maka perlu di adakan pemanfaatan limbah lumpur lapindo tersebut secara optimal, tepat, dan bijaksana salah satunya adalah dengan meningkatkan kegunaan sebagai bahan bangunan. Pengembangan bahan bangunan dari limbah ini selain dapat menunjang kebutuhan pembangunan juga dapat mencegah masalah lingkungan yang selanjutnya produk ini dapat di kategorikan sebagai bahan bangunan yang ekologis.

Dalam penelitian pemanfaatan lumpur lapindo, dan penambahan fly ash ini, telah banyak di lakukan. Yaitu;

a. (Rofikatul. Tugas Akhir UMM 2009). Melakukan penelitian "BATAKO LUMPUR LAPINDO SEBAGAI ALTERNATIF" Hasil Penelitian menunjukkan kuat tekan tertinggi dicapai pada pada persentase 10% lumpur dalam pasir dengan 5 % fly ash yaitu sebesar 195 kg/cm2 atau naik sebesar 3,44 kg/cm2 dengan persentase kenaikan sebesar 10,651 % terhadap kuat tekan batako tanpa lumpur lapindo dengan 5 % fly ash.

Sumber; http://rofikatul.staff.umm.ac.id/2010/02/02/batako-limput-lapindo-sebagai-alternatif/

b. (Andoyo, Tugas Akhir UMM 2006). Melakukana penelitian "PENGARUH PENGGUNAAN ABU TERBANG (Fly Ash) TERHADAP KUAT TEKAN dan SERAPAN AIR PADA MORTAR" Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa penambahan abu terbang dengan prosentase tertentu dari berat semen ternyata dapat meningkatkan kuat tekan mortar. Peningkatan kuat tekan terjadi pada prosentase abu terbang sebesar 10% dengan kuat tekan pada umur 56 hari sebesar 100,72 kg/cm2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari (fc') = 66,69 kg/cm2, pada prosentase abu terbang sebesar 20% dengan kuat tekan pada umur 56 hari sebesar 93,96 kg/cm2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari (fc') = 62,16 kg/cm2, pada prosentase abu terbang sebesar 30% dengan kuat tekan pada umur 56 hari sebesar 83,41 kg/cm2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 28

hari (fc') = 55,17 kg/cm2 dan pada prosentase abu terbang sebesar 40% dengan kuat tekan pada umur 56 hari sebesar 70,12 kg/cm2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 28 mortar dengan kadar abu terbang 0% didapatkan kuat tekan pada umur 56 hari sebesar 59,89 kg/cm2 dan proyeksi kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari (fc') = 42,34kg/cm2.

Sumber; http://bimbinganbelajarku.wordpress.com/2008/10/05/pengaruh-penggunaan-abu-terbang-fly-ash-terhadap-kuat-tekan-dan-serapan-air-pada-mortar/

## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1. Batako

"Conblock (concrete block) atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (additive), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding". (SNI 03-0349-1989)

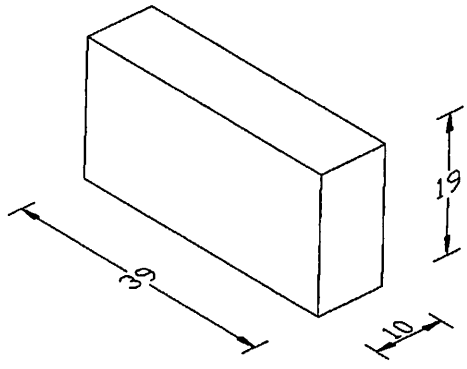
Syarat-syarat Batako Menurut SNI 03-0349-1989. Syarat-syarat fisis batako adalah sebagai berikut;

**Tabel 2.1 Syarat-syarat fisis batako**

| Syarat fisis | Satuan | Tingkat mutu bata beton pejal | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | kelas | 1 | 2 | 3 | 4 |
| kuat tekan bruto rata-rata min | $kg/cm^2$ | 100 | 70 | 40 | 25 |
| kuat tekan bruto masing-masing benda uji minimal | $kg/cm^2$ | 90 | 65 | 35 | 21 |
| penyerapan air rata-rata min | % | 25 | 35 | - | - |

Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda uji coba pecah, dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

Dalam penelitian ini, ukuran batako yg akan di uji adalah :




**Gambar ; 2.1. : ukuran batako yang akan di uji**

### 2.2.2. Pembuatan Batako dengan Tambahan ( Fly Ash )

Bahan campuran pembuatan batako dalam penelitian ini menggunakan campuran abu batubara ( fly ash ). Fly ash merupakan limbah dari pembakaran batubara yang menghasilkan zat emisi gas rumah kaca yang merupakan penyebab utama pemanasan global dan juga pencemaran lingkungan. Dengan

itu kami mencoba memanfaatkan limbah Abu batubara sebagai bahan campuran pembuatan batako yang bahan utamanya dari lumpur lapindo.

## 2.3. Bahan-Bahan Pembuatan Batako

### 2.3.1. Lumpur Lapindo

Tragedi 'Lumpur Lapindo' dimulai pada tanggal 27 Mei 2006. Peristiwa ini menjadi suatu tragedi ketika banjir lumpur panas mulai menggenangi areal persawahan, pemukiman penduduk dan kawasan industri. Hal ini wajar mengingat volume lumpur diperkirakan sekitar 5.000 hingga 50 ribu meter kubik perhari (setara dengan muatan penuh 690 truk peti kemas berukuran besar). Akibatnya, semburan lumpur ini membawa dampak yang luar biasa bagi masyarakat sekitar maupun bagi aktivitas perekonomian di Jawa Timur: genangan hingga setinggi 6 meter pada pemukiman; total warga yang dievakuasi lebih dari 8.200 jiwa; rumah/tempat tinggal yang rusak sebanyak 1.683 unit; areal pertanian dan perkebunan rusak hingga lebih dari 200 ha; lebih dari 15 pabrik yang tergenang menghentikan aktivitas produksi dan merumahkan lebih dari 1.873 orang; tidak berfungsinya sarana pendidikan; kerusakan lingkungan wilayah yang tergenangi; rusaknya sarana dan prasarana infrastruktur (jaringan listrik dan telepon); terhambatnya ruas jalan tol Malang-Surabaya yang berakibat pula terhadap aktivitas produksi di kawasan Ngoro (Mojokerto) dan Pasuruan yang selama ini merupakan salah satu kawasan industri utama di Jawa Timur.

Lumpur juga berbahaya bagi kesehatan masyarakat. Kandungan logam berat (Hg), misalnya, mencapai 2,565 mg/liter Hg, padahal baku mutunya hanya 0,002 mg/liter Hg. Hal ini menyebabkan infeksi saluran pernapasan,

iritasi kulit dan kanker.4 Kandungan fenol bisa menyebabkan sel darah merah pecah (hemolisis), jantung berdebar (cardiac aritmia), dan gangguan ginjal._(Sumber : http://agorsiloku.wordpress.com / 2006 / 10 / 11 / tragedi - lumpur - lapindo/).

**Tabel 2.2. Kandungan kimia Lumpur Lapindo**

| | Nama Material | Lumpur Lapindo |
|---|---|---|
| Kandungan Kimia (%) | $SiO_2$ | 53,08 |
| | CaO | 2,07 |
| | $Fe_2O_3$ | 5,6 |
| | $Al_2O_3$ | 18,27 |
| | $TiO_2$ | 0,57 |
| | MgO | 2,89 |
| | $Na_2O$ | 2,97 |
| | $K_2O$ | 1,44 |
| | $SO_2$ | 2,96 |
| | $SO_3$ | - |
| | Hilang Pijar | 1,15 |

*) Sumber : Browsing Internet, Banjir lumpur panas Sidoarjo files

**Gambar ; 2.2. : lumpur lapindo**

Berdasarkan hasil pengujian analisa ayakan yg dilakukan oleh *Triono, skripsi ITN 2010* di Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Nasional Malang, dari pengujian 500 gr Lumpur Lapindo dengan berat kering mengandung 8,222% Krikil, 19,240% Pasir, dan 72,538% Lempung. Dan dari hasil pengujian berat jenis lumpur Lapindo di dapat hasil 2,447 $gr/cm^3$.

### 2.3.2. Semen

Semen merupakan bahan ikat yang paling banyak digunakan dalam pembangunan fisik dari sector konstruksi sipil. Semen adalah suatu bahan pengikat yang mengeran jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. ( Aman Subakti 1995:10 )

Ketika semen portland dicampur dengan air para konstituen senyawa kimia menjalani serangkaian reaksi kimia yang menyebabkannya mengeras (atau diatur). Reaksi kimia ini semuanya melibatkan penambahan air ke senyawa kimia dasar, reaksi kimia dengan air ini disebut "hidrasi". Setiap salah

satu reaksi-reaksi ini terjadi pada waktu yang berbeda. Bersama-sama, hasil reaksi ini menentukan bagaimana semen portland mengeras dan memperoleh kekuatan.

a. Susunan Kimia Semen

Semen (cement) adalah hasil industri dari paduan bahan baku : batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung / tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/bulk, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa : Silika Oksida (SiO2), Alumunium Oksida (Al2O3), Besi Oksida (Fe2O3 ) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk clinkernya, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (gypsum) dalam jumlah yang sesuai. Hasil akhir dari proses produksi dikemas dalam kantong/zak dengan berat rata-rata 40 kg atau 50 kg.

b. Sifat-Sifat semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan caramenghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat – silikat kalsium yangbersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (SK SNIS – 04 – 1989 - F).Semen portland merupakan bahan ikat untuk merekatkan butir-butir agregat agartejadi suatu masa yang padat.Persentasi dari oksida – oksida yang

terkandung didalam semen portlandadalah adalah : Kapur ( CaO) : 60 – 66 %, Silika (SiO2) : 16 – 25 %, Alumina (Al203) : 3 – 8 %, Besi : 1 - 5 %.

Beberapa jenis dari semen portland dibuat dengan mengadakan variasi baik dalam perbandingan unsur – unsur utamanya maupun dalam derajat kehalusannya. Senyawa – senyawa tersebut diatas saling bereaksi di dalam tungku dan membentuk senyawa – senyawa kompleks dan biasanya masih terdapat kapur sisa karena tidak cukup bereaksi sampai keseimbangan reaksi tercapai. Pada waktu pendinginan terjadi proses pengkristalan dan yang tidak terkristal berbentuk amorf.

### 2.3.3. Air

Air yang dimaksud adalah kualitas air yang digunakan untuk pengecoran dan kandungan air pada saat adukan beton ( faktor air semen ). Dalam proses pembuatan batako, air mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran air semen menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu.
2 Sebagai pelicin campuran kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan pekerjaan.
3. Untuk merawat beton selama pengerasan.

Air yang akan dipakai untuk membuat campuran batako dan untuk pemeliharaan batako setelah mengeras harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur ( benda melayang lainnya ) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam - garam yang dapat merusak beton ( asam, zat organik, dan sebagainya) lebih besar dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih besar dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

## 2.3. Bahan Campuran

- **Fly Ash**

Fly ash adalah hasil pemisahan sisa pembakaran yang halus dari pembakaran batu bara yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui katel, berupa semburan asap, yang dikenal di inggris sebagai serbuk abu pembakaran. ( Aman Subakti 1995:78 )

Konversi abu terbang batubara menjadi zeolit dan adsorben merupakan contoh pemanfaatan efektif dari abu terbang batubara. Keuntungan adsorben berbahan baku abu terbang batubara adalah biayanya murah. Selain itu, adsorben ini dapat digunakan baik untuk pengolahan limbah gas maupun limbah cair. Adsorben ini dapat digunakan dalam penyisihan logam berat dan senyawa organik pada pengolahan limbah. Abu terbang batubara dapat dipakai secara langsung sebagai adsorben atau dapat juga melalui perlakuan kimia dan fisik tertentu sebelum menjadi adsorben. Zeolit yang disintesis dari abu terbang batubara banyak digunakan untuk keperluan pertanian. Zeolit banyak dikonsumsi dalam pemurnian air, pengolahan tanah, dll. Zeolit dibuat dengan

cara mengkonversi aluminosilikat yang terdapat pada abu terbang batubara menjadi kristal zeolit melalui reaksi hidrotermal.

Komponen utama dari abu terbang batubara yang berasal dari pembangkit listrik adalah silika (SiO2), alumina, (Al2O3), dan besi oksida (Fe2O3), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang. Rumus empiris abu terbang batubara ialah: Si1.0Al0.45Ca0.51Na0.047Fe0.039Mg0. 020K0.013Ti0.011

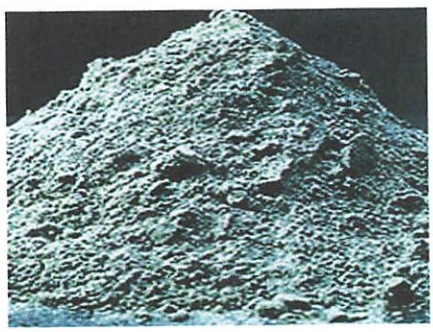
Sifat kimia dari abu terbang batubara dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar dan teknik penyimpanan serta penanganannya. Pembakaran batubara lignit dan sub-bituminous menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida lebih banyak daripada bituminus. Namun, memiliki kandungan silika, alumina, dan karbon yang lebih sedikit daripada bituminous. Kandungan karbon dalam abu terbang diukur dengan menggunakan Loss On Ignition Method (LOI).

Abu terbang batubara terdiri dari butiran halus yang umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batubara bituminous lebih kecil dari 0,075mm. Kerapatan abu terbang berkisar antara 2100 sampai 3000 kg/m3 dan luas area spesifiknya (diukur berdasarkan metode permeabilitas udara Blaine) antara 170 sampai 1000 m2/kg.

Abu terbang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk penyisihan polutan pada gas buang prose pembakaran yang berpotensi untuk merusak lingkungan seperti gas sulfur oksida yang menyebabkan hujam asam, gas

nitrogen oksida yang menyebabkan pemanasan global, dan merkuri (Hg) yang berbahaya bagi makhluk hidup.

Fly ash pada masa kini dipandang sebagai limbah pembakaran batubara. Penanganan abu terbang masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong. Hal ini berpotensi bahaya bagi lingkungan dan masyarakat sekitar seperti, logam-logam dalam abu terbang terekstrak dan terbawa ke perairan, abu terbang tertiup angin sehingga mengganggu pernafasan. Sudut pandang terhadap fly ash harus dirubah, fly ash adalah bahan baku potensial yang dapat digunakan sebagai adsorben murah. Beberapa investigasi menyimpulkan bahwa fly ash memiliki kapasitas adsorpsi yang baik untuk menyerap gas organik, ion logam berat, gas polutan. Modifikasi sifat fisik dan kimia perlu dilakukan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi



**Gambar 2.3. : Abu terbang batubara ( fly ash ).**

Berdasarkan paparan diatas sudah terbukti bahwa fly ash memiliki potensi yang besar sebagai adsorben yang ramah lingkungan. Fly ash dapat menjadi alternatif pengganti karbon aktif dan zeolit. Tetapi, kapasitas adsorpsi fly ash sangat bergantung pada asal dan perlakuan pasca pembakaran batubara. Sampai sekarang, pemanfaatan fly ash masih dilakukan dalam skala kecil

karena umumnya kapasitas adsorpsinya masih rendah. Modifikasi sifat fisik dan kimia dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi fly ash. Peningkatan kapasitas adsorpsi dapat membuat adsorben dari fly ash kompetitif bila dibandingkan dengan karbon aktif dan zeolit

**Tabel 2.4. Komposisi kimia Abu Terbang Batubara ( Fly Ash )**

| Komponen | Bituminous | Sub-bituminous | Lignite |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 20-60% | 40-60% | 15-45% |
| $Al_2O_3$ | 5-35% | 20-30% | 10-25% |
| $Fe_2O_3$ | 10-40% | 4-10% | 4-15% |
| CaO | 1-12% | 5-30% | 15-40% |
| MgO | 0-5% | 1-6% | 3-10% |
| $SO_3$ | 0-4% | 0-2% | 0-10% |
| $Na_2O$ | 0-4% | 0-2% | 0-6% |
| $K_2O$ | 0-3% | 0-4% | 0-4% |
| LOI | 0-15% | 0-3% | 0-5% |

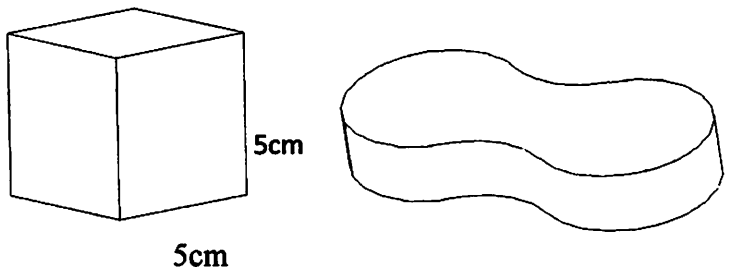
*) Sumber : Browsing Internet, bahan kimia fly ash

## 2.5. Pengujian Mortar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan :

a. kekuatan tekan mortar semen portland dengan contoh benda uji berbentuk kubus berukuran (5 x 5 x 5) cm.

b. Kekuatan tarik aksial mortar semen portland dengan contoh benda uji Briquette.




(Kubus) (Briquette)

**Gambar 2.4. : Sampel Kubus dan Briquett**

## 2.6. Analisa Varian Satu Arah

Teknik analisa data statistik yang digunakan ketika kelompok-kelompok variabel bebas lebih dari dua. Pada anova kita asumsikan bahwa distribusi dari masing-masing kelompok harus terdistribusi secara normal. Dari hasil pengujian, data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan analisa varian satu arah, yang merupakan nilai pengamatan ulang dari masing-masing perlakuan, dengan anggapan bahwa pengamatan dari i sampai ke n dianggap mempunyai nilai yang heterogen. Uji yang dipergunakan dalam anova adalah uji F karena dipakai untuk pengujian dari 2 sampel.

## 2.7. Pengujian Interval Kepercayaan

Interval kepercayaan adalah suatu estimasi terhadap parameter populasi dengan memakai range (interval nilai). Estimasi interval merupakan sekumpulan angka, yang kita duga salah satunya adalah nilai yang diduga. Dengan melakukan estimasi interval maka hasil pendugaan kita akan lebih objektif. Kita juga dapat menyatakan berapa besar tingkat

kepercayaan kita. bahwa interval yang terbentuk memang mengandung nilai parameter yang kita duga. Dalam ilmu sosial, interval kepercayaan yang sering digunakan adalah 90 %, 95 % atau 99 %. Pada dasarnya seorang peneliti bebas menentukan berapa besar interval kepercayaan yang akan dipergunakan. Pertimbangannya adalah dengan semakin besar tingkat kepercayaan yang diberikan maka semakin tinggi pula tingkat kepercayaan bahwa parameter populasi yang diestimasi terletak dalam interval yang terbentuk, namun penelitian itu menjadi semakin tidak teliti. Apabila kita menetapkan interval kepercayaan sebesar 95% maka dengan kata lain kita menetapkan alpha sebesar 5% (100-95). Pengertiannya adalah kita memberikan toleransi untuk melakukan kesalahan sebanyak 5 kali dalam 100 kali percobaan. Dengan interval kepercayaan itu maka peneliti memiliki kepercayaan bahwa nilai parameter di tingkat populasi akan berada pada interval ± Z standard error dari rata-rata populasi.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mencari kevalidan data yang telah didapatkan. Dalam pengujian ini, digunakan interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah sebesar 5%, sedangkan sisanya (95%) adalah data-data yang dapat dipercaya. Data-data yang tidak memenuhi syarat tersebut kemudian dibuang, sehingga tertinggal data-data yang valid yang siap untuk diuji secara statistik.

Dalam perhitungan interval kepercayaan pada penelitian ini dipakai distribusi Student (t), dikarenakan sampel yang digunakan hanya sebanyak 20 sampel untuk setiap persentase penambahan fly ash.

## 2.8. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis adalah langkah atau prosedur untuk menentukan apakah menerima atau menolak hipotesis. Sedangkan hipotesis itu sendiri adalah dugaan sementara terhadap masalah yang dihadapi atau diteliti berdasarkan pada teori yang ada. (Dr Sudjana, 2002).

Agar suatu hipotesa dapat diuji, hipotesa harus dirumuskan secara jelas dan operasional sifatnya. Ada hipotesa yang sifatnya kualitatif ada yang kuantitatif, hipotesa kuantitatif sering juga disebut hipotesa statistik, dinyatakan dalam angka sedangkan yang kualitatif tidak dinyatakan dalam angka. Hipotesa statistik adalah suatu pernyataan tentang nilai suatu parameter, sedangkan parameter adalah suatu nilai sebenarnya yang dihitung berdasarkan penelitian suatu populasi.

Hipotesis dapat dibagi atas dua bagian, yaitu sebagai berikut :

1. Hipotesis Ho ( nol hipotesa )

Hipotesis Ho adalah hipotesis yang menyatakan kesamaan atau tidak adanya perbedaan antara dua kelompok atau lebih permasalahan. Hipotesis dalam penelitian ini dapat dijabarkan apakah lumpur lapindo tidak akan mempengaruhi kuat tekan pada batako. Sercara operasional dapat ditulis : Ho : $\mu 1 = \mu 2 = \mu 3 = \mu 4$

2. Hipotesis Alternatif ( Ha )

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap pernyataan yang diajukan pada rumusan masalah penelitian. Hipotesis akan ditolak jika salah satu palsu dan akan diterima fakta fakta membenarkan. Penolakan dan penerimaan hipotesis sangat bergantung pada hasil-hasil penyelidikan terhadap fakta fakta empirik yang dikumpulkan.

Adapun peran hipotesis pada penelitian ilmiah adalah :

a. Memberikan tujuan yang tegas bagi peneliti.
b. Membantu dalam penentuan arah kegiatan yang harus ditempuh, Dalam pembatasan rung lingkup, memilih fakta dan menentukan relevansi pelaksanaan kegiatan.
c. Menghindari peneliti dari suatu kegiatan pelaksanaan penelitian yang tidak terarah dan tidak bertujuan.

Hipotesis dapat dibagi menjadi 2 bagian sebagai berikut :

1. Hipotesis nihil (Ho) : yaitu hipotesis yang menyatakan suatu kesamaan atau tidak adanya perbedaan anatara dua kelompok atau lebih permasalahan yang dihadapi.

   Secara operasional dapat ditulis : Ho : $\mu 1 = \mu 2 = \mu 3 = \mu 4 = \mu 5$
2. Hipotesis alternatif (Ha): yaitu hipotesis yang menyatakan kebalikan dari hipotesis nihil.

   Secara operasional dapat ditulis : Ho : $\mu 1 \neq \mu 2 \neq \mu 3 \neq \mu 4 \neq \mu 5$

Dalam merumuskan suatu hipotesa penelitian, ada beberapa macam cara yang dapat digunakan, antara lain:

a. Distribusi Binomial

Distribusi Binomial adalah suatu distribusi probabilitas yang dapat digunakan bilamana suatu proses sampling dapat diasumsikan sesuai dengan proses Bernoulli. Misalnya, dalam perlemparan sekeping uang logam sebanyak 5 kali, hasil setiap ulangan mungkin muncul sisi gambar atau sisi angka. Begitu pula, bila kartu diambil berturut-turut, kita dapat memberi label "berhasil" bila kartu yang terambil adalah kartu merah atau "gagal" bila yang terambil adalah kartu hitam. Ulangan-ulangan tersebut bersifat bebas dan peluang keberhasilan setiap ulangan tetap sama,yaitu sebasar ½.

Rumus Distribusi Binomial: $= p(x) = P(X = x) = \frac{N!}{x!(N-x)!}\pi^{x}(1-\pi)^{n-x}$

Dimanda : N! = 1 x 2 x 3 x....x ( N - 1) x N

N! Dibaca N Faktorial.

b. Distribusi Poison ($\sigma^2$)

Distribusi Poison Ialah banyaknya hasil percobaan yang terjadi dalam suatu selang waktu atau suatu daerah tertentu, tidak bergantung pada banyaknya hasil percobaan yang terjadi pada selang waktu atau daerah lain yang terpisah. Peluang terjadinya satu hasil percobaan selama suatu selang waktu yang singkat sekali atau dalam suatu daerah yang kecil, sebanding dengan panjang selang waktu tersebut atau besarnya daerah tersebut, dan tidak bergantung pada banyaknya hasil percobaan yang terjadi di luar selang waktu atau daerah tersebut. Peluang bahwa lebih dari satu hasil percobaan

akan terjadi dalam selang waktu yang singkat tersebut atau dalam daerah kecil tersebu, dapat diabaikan

Rumus Distribusi Poison: $= p(x) = P(X = x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^x}{x}$

Dimanda : $x = 0, 1, 2, 3,.....,$

e = Sebuah bilangan konstan yang jika dihitung hingga 4 desimal e = 2,7183

$\lambda$ = baca lamda, sebuah bilangan tetap

c. Distribusi Normal (Z)

Disebut pula distribusi Gauss, adalah distribusi probabilitas yang paling banyak digunakan dalam berbagai analisis statistika. Distribusi normal baku adalah distribusi normal yang memiliki rata-rata nol dan simpangan baku satu. Distribusi ini juga dijuluki *kurva lonceng* (*bell curve*) karena grafik fungsi kepekatan probabilitasnya mirip dengan bentuk lonceng.

Rumus Distribusi Normal: $Z = \frac{X - N\pi}{\sqrt{N\pi(1....\pi)}}$

d. Distribusi Student (t)

Sama dengan distribusi normal, hanya sampel yang digunakan sedikit (umumnya kurang dari 33)

Rumus Distribusi Student: $f(t) = \frac{K}{(1 + \frac{t^2}{n-1})^{\frac{1}{2}n}}$

e. Distribusi Chi Kuadrat ($X^2$)

Teknik uji Chi Kuadrat pertama kali diperkenalkan oleh Karl Pearson untuk menguji keselarasan. Pengujian ini dipergunakan apakah 2 atau lebih proporsi sama. Pengujian beda proporsi hanya untuk 2 populasi namun chi square dapat digunakan untuk populasiyang tidak terbatas. Chi Kuadrat juga dapat digunakan untuk menguji apakah dua atribut independen satu sama lain. Dapat juga dilakukan untuk memeriksa ketergantungan dan homogenitas kedua prosedur tersebut meliputi perbandingan frekuensi yang teramati dengan frekuensi yang diharapkan bila hipotesis nol yang ditetapkan benar.

Rumus Distribusi Chi Kuadrat: $f(u) = K.u^{1/2p-1}e^{-1/2u}$

f. Distribusi Fisher (F)

Memperbandingkan dua varian, uji harga rata-rata tidak mencukupi (deviasinya sangat besar, sehingga nilai rata-rata sulit dijadikan ukuran) oleh karena itu digunakan uji variance yang mengikuti distribusi f.

Rumus Distribusi Fisher: $$f(F) = K.\frac{F^{1/2(v_1-2)}}{(1+\frac{v_1F}{v_2})^{1/2(v_1+v_2)}}$$

Pada penelitian ini digunakan distribusi Fisher, karena uji F banyak digunakan untuk uji hipotesa yang berdasarkan hasil pengamatan lebih dari 2 buah sampel. Uji F ini digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara simultan.

## 2.8. Analisa Regresi

Analisa regresi adalah analisa dimana mempelajari hubungan data yang terdiri atas dua buah atau lebih variable. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variable-variabel.

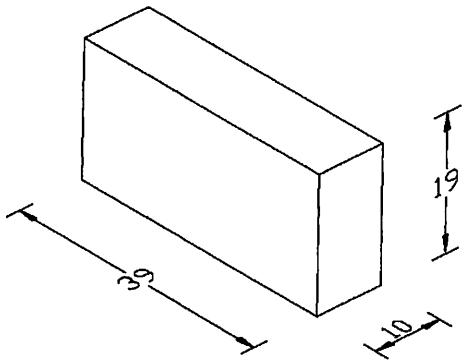
Analisis regresi merupakan salah satu analisis yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Dalam analisis regresi, variabel yang mempengaruhi disebut Independent Variable (variabel bebas) dan variabel yang dipengaruhi disebut Dependent Variable (variabel terikat). Jika dalam persamaan regresi hanya terdapat satu variabel bebas dan satu variabel terikat, maka disebut sebagai persamaan regresi sederhana, sedangkan jika variabel bebasnya lebih dari satu, maka disebut sebagai persamaan regresi berganda.

# BAB III

# METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1. Rencana Penelitian

Dalam rancangan penelitian ini, batako yang digunakan adalah batako padat yang berbentuk persegi panjang, dengan panjang = 39 cm, Lebar = 10 cm, dan Tinggi = 19 cm.




*Gambar 3.1. : Bentuk dan ukuran batako*

Sebelum diadakan penelitian maka perlu di adakan pemeriksaan bahan yang akan di lakukan di laboratorium Teknik Sipil Institut Teknoligi Nasional Malang, serta mencari kebutuhan air yang akan digunakan dalam campuran yang telah direncanakan. Pembuatan dan perawatan batako akan dilakukan di Lab Beton Teknik Sipil Institut Teknoligi Nasional Malang. Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang perlu di perhatikan adalah sebagai barikut;

Penelitian ini digunakan secara umum dengan tahapan sebagai berikut :

- Mengumpulkan lumpur lapindo, sebagai pengganti agrtgat halus,

- Campuran yang digunakan secara umum dalam pembuatan batako adalah 4 (semen) : 15 (agregat halus). Sumber; (SNI 03-2837-2002) dari komposisi campuran di atas dapat di simpulkan bahwa 1 (semen) : 4 (agregat halus)
- Membuat benda uji dengan bahan pengganti agregat halus adalah lumpur lapindo, dan fly ash sebagai bahan tambah dengan persentase tertentu dari jumlah berat semen.

## 3.2. Bahan dan Alat

### 3.2.1. Bahan Pembuatan Batako

Bahan yang akan digunakan dalam pembuatan batako ini adalah sebagai berikut:

- Semen yang digunakan adalah semen Portland Ex PT. Gersik, dengan kemasan 50 kg,
- Agregat halus yang digunakan adalah Lumpur Lapindo,
- Digunakan air yang ada di Lab ITN,
- Dan Fly Ash sebagai bahan tambah.

### 3.2.2. Alat

#### 3.2.2.1. Alat Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tarik Aksial

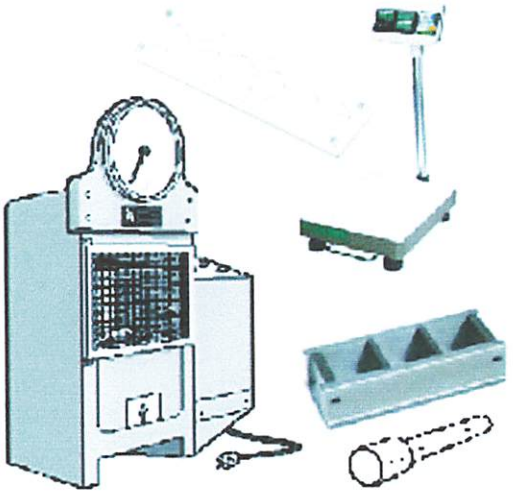
- **Alat pengujian kuat tekan mortar**

1. Timbangan sesuai dengan kebutuhan pengujian,

2. Cetakan kubus (s x s x s) cm, dan alat pemadat,
3. Mesin tekan, dengan ketelitian pembacaan 1%,

- **Alat pengujian kuat tarik aksial**

1. Timbangan sesuai dengan kebutuhan pengujian,
2. Cetakan briquette, dan alat pemadat,
3. Mesin tarik aksial.

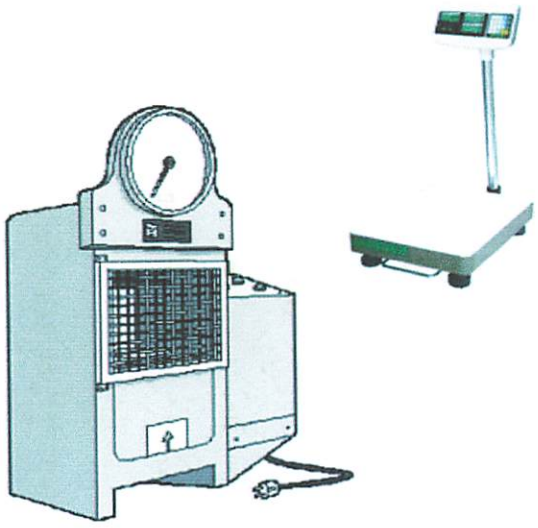


*Gambar 3.2. : Aparatus untuk pemeriksaan kuat tekan mortar*

### 3.2.2.2. Alat Pengujian Kuat Tekan dan Penyerapan Air Batako

- **Alat pengujian kuat tekan batako**

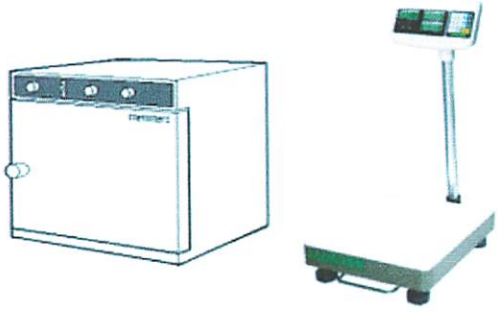
1. Timbangan sesuai dengan kebutuhan pengujian,
2. Mesin penguji tekan hidrolis dengan kapasitas sesuai kebutuhan.



*Gambar 3.3. : Aparatus untuk pemeriksaan kuat tekan batako*

- **Alat pengujian penyerapan air batako**

1. Timbangan sesuai dengan kebutuhan pengujian,
2. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110±5)°C,
3. Bak air perendam



*Gambar 3.4. : Aparatus untuk pemeriksaan penyerapan air batako*

## 3.3. Proses Pembuatan

### 3.3.1. Pembuatan Mortar dan Briquette

**a. Tujuan**

Tujuan dari tahap pelaksanaan ini agar dapat mengetahui seberapa besar nilai kuat tekan mortar semen portland dan seberapa basarnilai kuat tarik aksial. Dilakukan dengan contoh benda uji berbentuk kubus berukuran (5 x 5 x 5), dan briquette

**b. Prosedur prlaksanaan**

- Masukkan air pencampur berupa air suling sebanyak 30 % dari berat semen ke dalam mangkok alat pengaduk.
- Timbanglah 500 gram semen dan masukkan ke dalam mangkok.
- Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (145 ± 5) putaran per menit (rpm) selama 30 detik.
- Masukkan lumpur lapindo sebanyak 1375 gram perlahan-lahan sambil pengapengaduk dijalankan dengan kecepatan (145 ± 5) putaran per menit (rpm) selama 30 detik.
- Hentikan mesin pengaduk, naikkan kecepatan putaran menjadi (285 ± 10) rpm dan jalankan selama 30 detik.
- Hentikan mesin pengaduk, segera bersihkan mortar yang menempel pada pinggir mangkok selama 15 detik. Kemudian biarkan mortar selama 75 detik.

- Aduk lagi mortar dengan kecepatan pengaduk (285 ± 10) rpm selama 1 menit.
- Lakukan percobaan leleh dengan mengisikan mortar ke dalam cincin yang terletak di atas meja leleh, cincin diisi dalam 2 lapis, setiap lapis dipadatkan dengan menumbuk sebanyak 20 kali. Ratakan permukaan mortar dengan sendok perata, angkatlah cincin dan getarkan meja leleh sebanyak 25 kali selama 15 detik..
- 30 detik setelah selesai pengadukan, cetaklah mortar dengan cetakan kubus 5 x 5 x 5 cm; cetakan diisi dalam 2 lapisan dimana setiap lapisan dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 32 kali dalam 4 putaran . Keseluruhan waktu yang digunakan untuk mencetak tidak boleh lebih dari 2 menit.
- Ratakan permukaan mortar dengan sendok perata kemudian simpan di atas "moist cabinet" selama 24 jam.
- Bukalah cetakan dan rendamlah mortar dalam air bersih kemudian periksalah kekuatan tekan mortar pada Mesin Tekan sesuai dengan umur yang diinginkan, biasanya pada umur 3, 7, dan 28 hari. Demikian juga kekuatan tarik aksial dan tarik lentur diperiksa dengan menggunakan mesin Flexure – Tensile Testing.

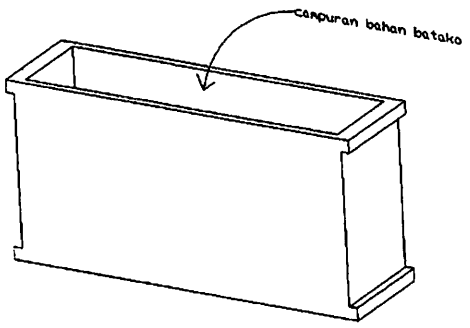
### 3.3.2. Pembuatan Batako

**a. Tujuan**

Tujuan dari tahap pelaksanaan ini merupakan inti dari penelitian secara keseluruhan yaitu membuat benda uji ( batako ) dengan pemanfaatan lumpur lapindo sebagai pengganti pasir / agregat halus dengan penambahan fly ash.

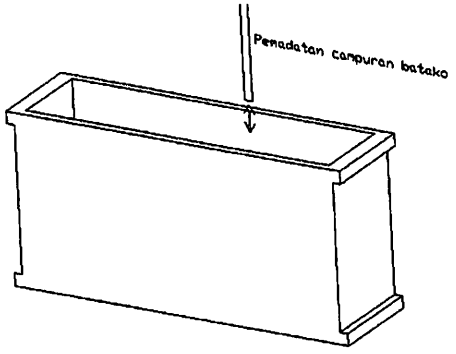
**b. Prosedur Pelaksanaan**

- Persiapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
- Persiapkan wadah yang cukup menampung volume bahan rencana.
- Masukkan lumpur lapindo ke dalam wadah.
- Dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk lakukan pencampura
- Tambahkan semen pada agregat campuran, dan ulangi proses pencampuran sehingga diperoleh adukan keringlumpur dan semen yang merata.
- Tuangkan 1/3 jumlah air ke dalam wadah dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.
- Masukan campuran yang sudah merata ke dalam cetakan batako sebanyak ½ tinggi cetakan,



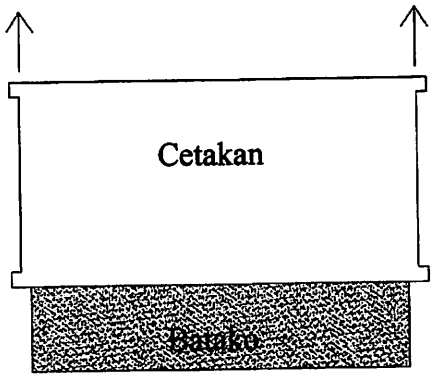

*Gambar 3.5. : Campuran batako dimasikan kedalam cetakan*

- Padatkan campuran dengan cara menumbuk sebanyak 20 kali, lalu isi penuh cetakan dan ratakan permukaan campuran batako dengan sendok perata,




*Gambar 3.6. : Pemadatan campuran batako*

- Tunggu beberapa saat sampai campuran agak mengeras, lalu angkat cetakan secara perlahan – lahan,




*Gambar 3.7.: Pengangkatan cetakan*

- Buatlah benda uji sesuai dengan petunjuk jumlah benda uji ditetapkan berdasarkan volume adukan.
- Setelah dipadatkan, kemudian lepas cetakan dan setelah itu keluarkan benda uji untuk dikeringkan.

## 3.4. Proses Pengujian

### 3.4.1. Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tarik Aksial

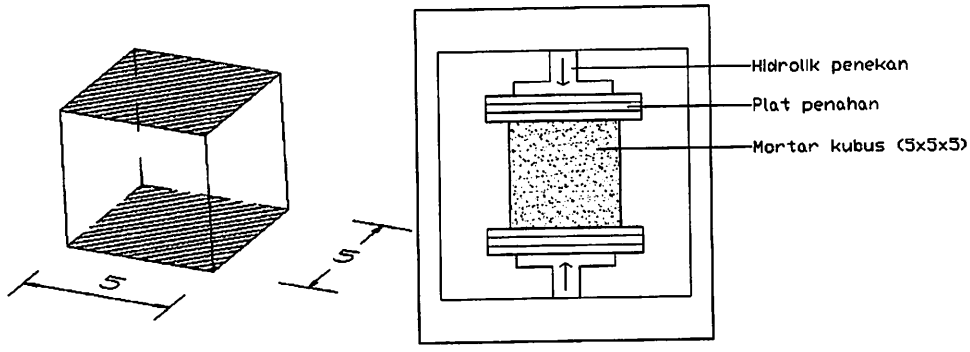
**a. Tujuan**

Tujuan Pelaksanaan pengujian ini adalah untuk Menentukan kekuatan tekan mortar, dan kuat tarik aksial beton yang dibuat dan dirawat (cured) di laboratorium.

**b. Pengujian**

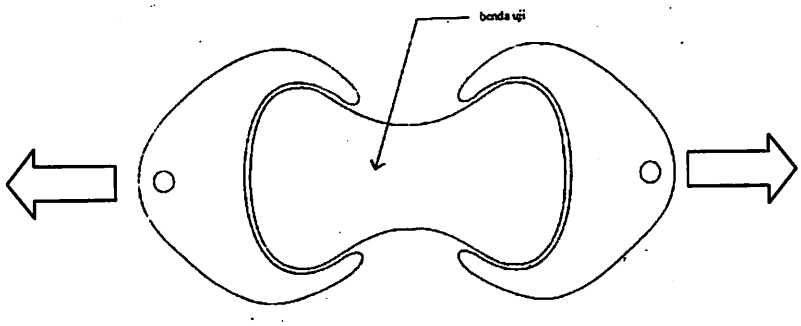
- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Masing-masing benda uji ditimbang,

- Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris, Jalankan mesin tekan dengan penambahan berat yang konstan, Perhatikan jarum manometer yang menunjukkan kenaikan kuat tekan yang terjadi




***Gambar 3.8.: Pengujian kuat tekan Mortar***

- Pada briquette dilakukan pengujian tarik dengan alat uji *Cement briquette.* Jalankan mesin uji tarik harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan yang konstan.




***Gambar 3.9. Pengujian kuat tarik aksial***

- Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catatlah beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekan karakteristiknya,

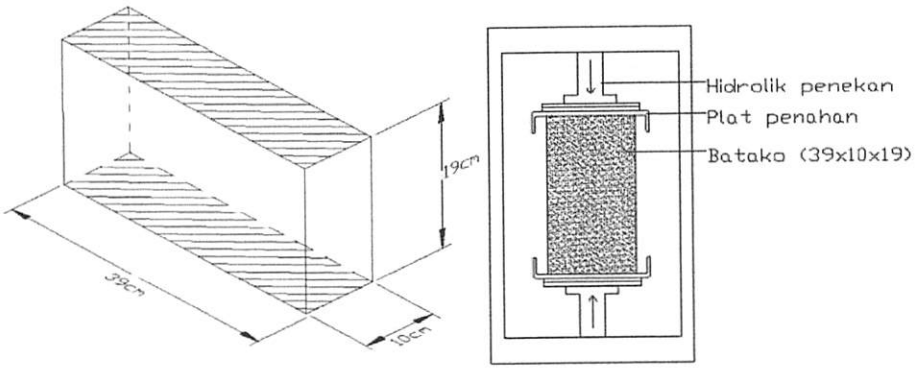
### 3.4.2. Metode Pengujian Kuat Tekan Batako

**a. Tujuan**

Tujuan Pelaksanaan pengujian ini adalah untuk Menentukan kekuatan tekan batako yang dirawat (cured) di laboratorium.

**b. Pengujian:**

- Ambillah benda uji dari tempat perawatan,
- Timbang dan catatlah berat benda uji,
- Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris,
- Lakukan pembebanan, dimana bidang tekan ditunjukan dengan arsiran,




*Gambar 3.10.: Pengujian kuat tekan batako*

- Jalankan mesin uji tekan. Tekanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan berkisar antara 4 kg/cm$^2$ s/d 6 kg/cm$^2$ per detik,

- Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catatlah beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji,
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekan karakteristiknya.

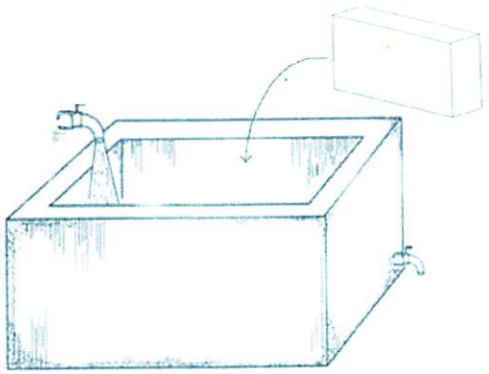
### 3.4.3. Metode Pengujian Penyerapan Air Batako

#### a. Tujuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak penyerapan air batako dari lumpur Lapindo

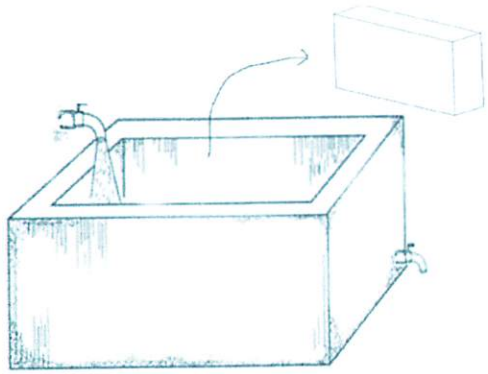
#### b. Pengujian

- Batako seutuhnya direndam dalam air bersih yang bersuhu ringan, selama 24 jam,



*Gambar 3.11.: Perendaman batako*

- Kemudian batako diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 menit,



*Gambar 3.12.:* ***Batako di angkat dari bak perendam***

- Lalu permukaan bidang diseka dengan kail lembab, agar air yang berlebihan di bidang permukaan benda uji terserap kain lembabtersebut,

- Benda uji tersebut di timbang (A). setelah itu benda uji dikeringkan di oven dengan suhu ± 5°C, sampai beratnya pada 2 kali penimbangan tidak berbeda lebih dari 0,2% dari penimbangan yang terdahulu (B). selisih penimbangan dalam keadaan basah (A) dan keadaan kering (B) adalah jumlah penyerapan air, dan harus di hitung berdasarkan persen berat benda uji kering.

## 3.5. Rencana Jumlah Komposisi Terhadap Campuran Batako

Campuran yang digunakan secara umum dalam pembuatan batako adalah 4 (semen) : 15 (agregat halus). Sumber; (SNI 03-2837-2002) dari komposisi campuran yang di syaratkan pada (SNI 03-2837-2002), jika di tinjau terhadap berat dengan satuan (kg) maka didapat :

1. Semen = 4 kg
2. Agregat halus = 15 kg

3. Fly Ash = 25% (dari berat semen)

4. Banyaknya sampel = 50 buah

## 3.6. Populasi Benda Uji

Populasi adalah seluruh objek yang akan diteliti. Pada penelitian ini benda uji keseluruhan dapat disebut dengan populasi. Benda uji yang mewakili sebagian dari anggota populasi desebut sampel.

***Tabel 3.1. Jumlah benda uji tiap perlakuan dengan ukuran 39x10x19***

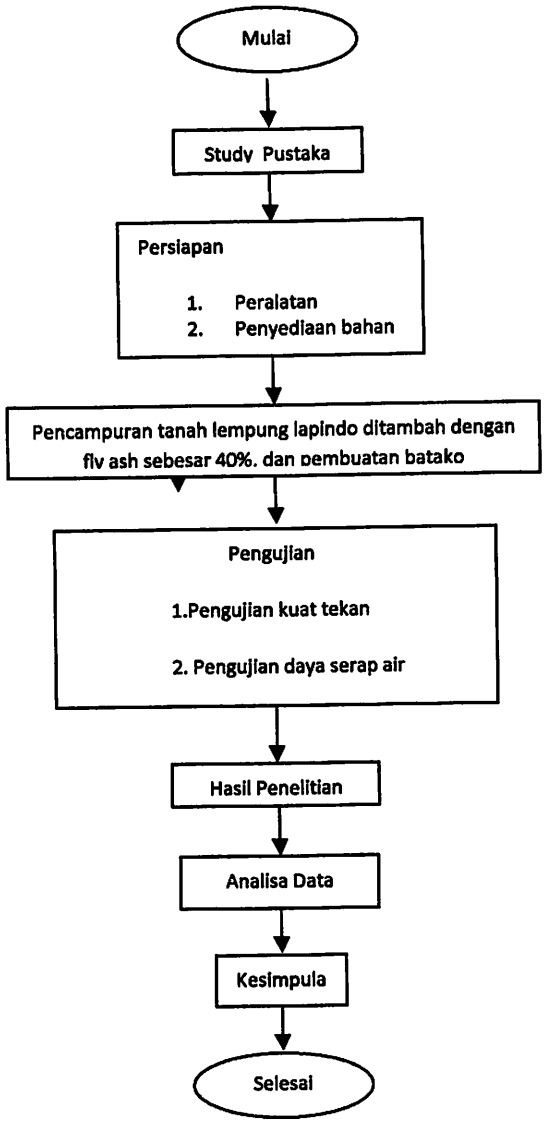
| No | fly ash (%) | jenis pengujian | ukuran sampel (cm) | jumlah benda uji (buah) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0% | Kuat tekan | 39x10x19 | 20 + 1 (cadangan) |
| | | absorsi | | 3 + 1 (cadangan) |
| 2 | 25% | Kuat tekan | 39x10x19 | 20 + 1 (cadangan) |
| | | absorsi | | 3 + 1 (cadangan) |

***Tabel 3.2. Jumlah benda uji Mortar***

| No | Bentuk Sampel | ukuran sampel (cm) | jumlah Sampel (buah) |
|---|---|---|---|
| 1 | Kubus | 5x5x5 | 10 + 1 (cadangan) |
| 2 | Briquette Mortar | - | 10 + 1 (cadangan) |

Jadi, dalam penelitian ini jumlah keseluruhan benda uji yang akan di buat adalah sebanyak 50 buah batako. Serta dalam pengujian ini, dilakukan juga pengujian Mortar. Dengan populasi; Kubus sebanyak 11 buah dan Briquette Mortar sebanyak 11 buah.

## 3.7. Bagan Alur Study Penelitian



## 3.8. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengujian di Laboratorium, jumlah benda uji sebanyak 96 buah dengan ketentuan sesuai dengan rencana penelitian, sedangkan pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat hasil pengujian yang telah tercantum pada tahap pengujian benda uji.

## 3.9. Teknik Analisa Data

Pada penelitian ini, data yang diperoleh perlu diolah lebih lanjut, terdapat hal-hal dasar yang menjadi acuan dalam pengolahan data. Data yang tersajikan akan dianalisa dengan menggunakan program. Untuk mengetahui pengaruh lumpur lapindo dan veriasi campuran Fly Ash terhadap batako.

## 3.10. Analisa Aata

- **Cara pengujian kuat tekan batako**

Cara pengujian kuat tekan batako mengacu pada SNI 03-0349-1989, yaitu : Pada umur yang telah ditentukan, lakukan pengujian kuat takan pada benda uji dengan rumus sebagai berikut :

Hitungan kuat tekan dengan rumus : $\frac{P}{A}$ (kg/cm$^2$).....(3.10.1)

Ket : P = Beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm$^2$)

- **Cara pengujian Penyerapan air batako**

Untuk pengujian absorsi mengacu pada SNI 03-0349-1989, yaitu : benda uji seutuhnya direndam dalam air bersih yang bersuhu ringan, selama 24 jam. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 menit. Lalu permukaan bidang diseka dengan kail lembab, agar air yang berlebihan di bidang permukaan benda uji terserap kain lembabtersebut. Benda uji tersebut di timbang (A). setelah itu benda uji dikeringkan di oven dengan suhu $\pm 5°C$, sampai beratnya pada 2 kali penimbangan tidak berbeda lebih dari 0,2% dari penimbangan yang terdahulu (B). selisih penimbangan dalam keadaan basah (A) dan keadaan kering (B) adalah jumlah penyerapan air, dan harus di hitung berdasarkan persen berat benda uji kering.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad \ldots\ldots\ldots\

# BAB IV

# PERSIAPAN DATA PENELITIAN

## 4.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Material

### 4.1.1. Lumpur Lapindo

Dari hasil pengujian yang dilalukan oleh *Triono. Tugas Akhir ITN 2010,.*diperoleh berat jenis lumpur Lapindo 2,447

### 4.1.2. Semen Portland

Berat jenis semen adalah perbandingan antara berat jenis isi kering semen pada suhu kamar dengan berat jenis isi kering pada suhu 4°C yang isinya sama dengan isi semen.

Pemeriksaan semen ini meliputi pemeriksaan berat jenis, konsistensi semen dan waktu pengikat semen. Dan pemeriksaan berat jenis semen didapatkan data – data sebagai berikut :

1. Timbang Semen portland sebanyak 64 gram,
2. Isi gelas ukur dengan kerosin atau minyak tanah separuh gelas ukur, keringkan permukaan bagian dalam gelas ukur,
3. Masukkan gelas ukur kedalam bak air dengan suhu ruang yang tetap untuk menyamakan suhu cairan dalam gelas dengan suhu ruangan,

4. Setelah suhu cairan dalam botol sama dengan suhu yang ditetapkan pada gelas ukur, baca skala pada gelas ukur (V1),

5. Masukan semen portland sebanyak 50 gram sedikit demi sedikit ke dalam gelas ukur, hindarkan penempelan semen pada dinding dalam gelas ukur diatas minyak.

6. Setelah benda uji dimasukkan semua dalam gelas ukur, perlahan-lahan gelas ukur diputar dan sedikit dimiringkan agar gelembung dalam gelas ukur keluar,

7. Ulang pekerjaan no 2 setelah suhu cairan dalam gelas ukur sama dengan suhu yang ditetapkan dengan suhu ruangan baca skala pada gelas ukur (V2).

Dari hasil percobaan di atas, maka didapat data sebagai berikut:

$$BJ = \frac{Beratsemen \times \gamma w}{(V2 - V1)} = \frac{64 \times 1}{20,3} = 3,15$$

Dimana :

Berat Semen = 64 gram

V1 = Pembacaan pertama pada saat skala botol

V2 = Pembacaan kedua pada saat skala botol

(V2-V1) = Isi cairan yang dipindahkan oleh semen dengan berat tertentu

$\gamma w$ = Berat isi air pada suhu 4°C = ( 1gr/cm$^3$)

Dari hasil percobaan di dapatkan berat jenis semen 3,155 gr/cm$^3$ dimana nilai ini memenuhi persyaratan yang telah ada yaitu antara 3,15 – 3,17 gr/cm$^3$.

***Tabel 4.1. Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland***

| Percobaan | Benda Uji I | Benda Uji II |
|---|---|---|
| V1 | 0,4 | 0,86 |
| V2 | 20,7 | 21,1 |
| V2-V1 | 20,3 | 20,5 |
| BJ | 3,15 | 3,16 |
| Rata – rata (gr/cm$^3$) | 3,155 | |

### 4.1.3. Fly Ash

Komponen utama dari abu terbang batubara yang berasal dari pembangkit listrik adalah silika (SiO2), alumina, (Al2O3), dan besi oksida (Fe2O3), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang. Rumus empiris abu terbang batubara ialah: Si1.0Al0.45Ca0.51Na0.047Fe0.039Mg0. 020K0.013Ti0.011.

Berdasarkan pemeriksaan yang dilakukan *Triono. Tugas Akhir ITN 2010,* abu terbang yang digunakan dalam penelitian ini memiliki berat jenis rata-rata 2,129. Jadi berat jenis abu terbang lebih rendah dari berat jenis semen Portland.

## 4.2. Perhitungan Komposisi Campuran Batako

Campuran yang digunakan secara umum dalam pembuatan batako adalah 4 (semen) : 15 (agregat halus), sumber ( SNI 03–2837–2002 ). Dari komposisi campuran tesebut dapat disimpulkan bahwa 1 kg (semen) : 4 kg (agregat halus)

- **Perhitungan Kebutuhan Bahan**

  - **Kebutuhan Campuran dalam Pelaksanaan Pembuatan Batako**

1. Volume Cetakan

$= P \times L \times T$

$= 39cm \times 10cm \times 19cm$

$= 7410\ Cm^3$

$= 0{,}0074\ M^3$

2. Volume untuk setiap variasi

$= 0{,}0074 \times 20$ (jumlah sampel)

$= 0{,}148\ M^3$

3. Volume untuk penambahan faktor keamanan 10%

$= 0{,}148\ M^3 \times 0{,}1$

$= 0{,}0148\ M^3$

Jadi, jumlah volume untuk setiap variasi adalah: $0{,}148 + 0{,}0148 = 0{,}1628\ M^3$

- **Jumlah Kebutuhan Batako: 1:4:0,6**

1. Kebutuhan Semen: $= (1/5,6) \times 0,1628 \times 3,15\ t/m^3$

$= 0,09158$ ton

$= 91,58$ Kg

2. Kebutuhan Lumpur: $= (4/5,6) \times 0,1628 \times 2,447$

$= 0,28455$ ton

$= 284,55$ Kg

3. Kebutuhan Air: $= (0,6/5,6) \times 0,1628 \times 1000$

$= 17,443$ kg

$= 17,443$ Lt

4. Kebutuhan Fly Ash: $= 25\%$ dari berat semen

$= 91,58 \times (25/100)$

$= 22,895$ Kg

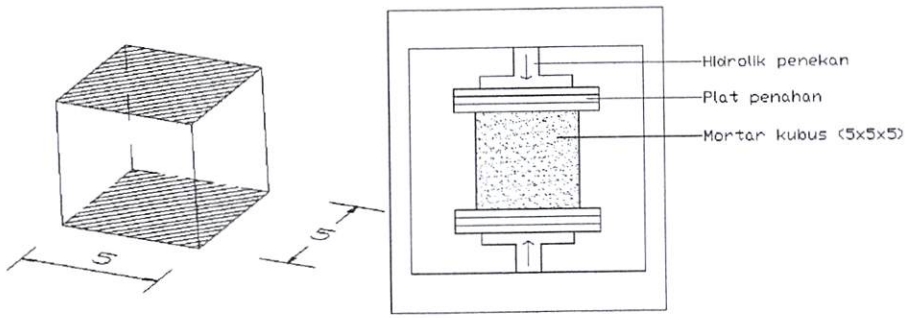
# BAB V

# HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

## 5.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tarik Aksial

### 5.1.1. Pengujian Mortar

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan mortar dalam menerima beban tekan. Sampel berukuran 5x5x5 $cm^3$. Masing-masing 10 buah sampel.




*Gambar 5.1. : Pengujian kuat tekan morta*

*Tabel 5.1. Hasil pengujian kuat tekan mortar*

| No | Tanggal Buat | Tanggal Tes | Umur (hari) | Berat (gr) | Tekan hancur (kg) | Teg Hancur riil (kg/cm2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 285,7 | 3000 | 120 |
| 2 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 285,3 | 3000 | 120 |
| 3 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 264,8 | 3000 | 120 |
| 4 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 275,4 | 2900 | 116 |
| 5 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 292,2 | 3000 | 120 |
| 6 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 283,4 | 3000 | 120 |
| 7 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 267,4 | 2900 | 116 |
| 8 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 286,1 | 3000 | 120 |
| 9 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 290,3 | 3100 | 124 |
| 10 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 284,6 | 3000 | 120 |
| TOTAL | | | | | 2990 | 119,6 |

**Keterangan:**

Dimana: P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Permukaan Benda Uji = 5 x 5 = 25 (cm)

- Contoh perhitungan:

$$\text{Tegangan Hancur riil} = \frac{P}{A} = \frac{3000}{25} = 120 \text{ kg/cm}^2$$

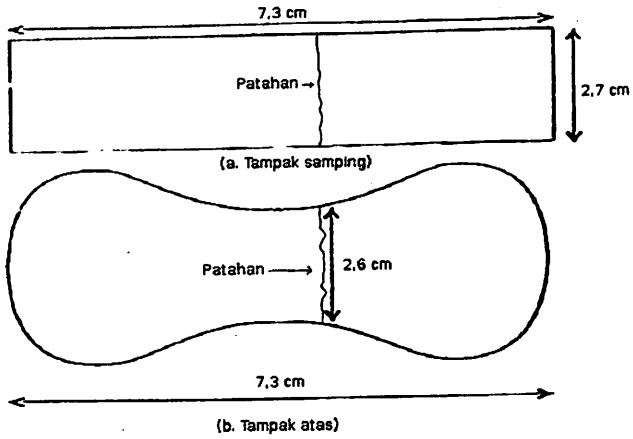
- Kuat tekan rata-rata:

$$\text{F'cr} = \frac{\sum_{1}^{10} f'ci}{n} = \frac{1192}{10} = 119{,}6 \text{ kg/cm}^2 = 1{,}196 \text{ Mpa}$$

Dari data hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa Mortar yg terbuat dari campuran lumpur lapindo mempunyai kuat tekan rata - rata sebesar 119,6 kg/cm$^2$ = 1,196 Mpa.

### 5.1.2. Pengujian Kuat Tarik Aksial

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan Briquette dalam menerima beban tarik. Dalam pengujian ini menggunakan 10 buah sampel.




*Gambar 5.2. : Pengujian kuat tarik aksial*

*Tabel 5.2.Hasil pengujian kuat tarik aksial*

| No | Tanggal buat | Tanggal tes | Berat (gr) | panjang patahan x tebal patahan(cm) | Luas penampang patah ($cm^2$) | Beban (kg) | Kuat tarik ($kg/cm^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.6 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 140 | 19,943 |
| 2 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.7 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 3 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 140.2 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 160 | 22,792 |
| 4 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.9 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 150 | 20,576 |
| 5 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.5 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 6 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.7 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 7 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.4 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 160 | 22,792 |
| 8 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 140.2 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 180 | 24,691 |
| 9 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.8 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 10 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.5 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 160 | 22,792 |
| TOTAL | | | | | | 159 | 22,138 |

Keterangan :

- Contoh perhitungan:

Luas penampang putus = panjang patahan x tebal patahan

= 2,6 cm x 2,7 cm

= 7,02 $cm^2$

$$\text{Kuat tarik aksial} = \frac{Gayaaksial}{Luaspenampangputus} = \frac{140}{7,02} = 19,943 \text{ kg/cm}^2$$

- Kuat tarik rata-rata:

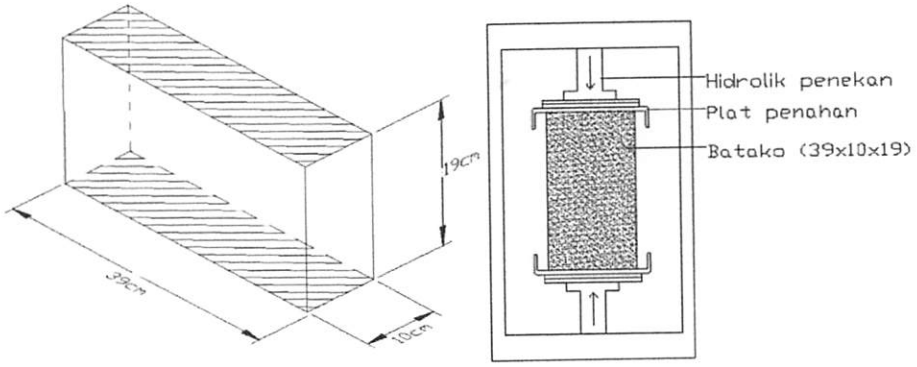
$$F'cr = \frac{\sum_{1}^{10} f'ci}{n} = \frac{221,38}{10} = 22,138 \text{ kg/cm}^2 = 2,2138 \text{ Mpa}$$

Dan dari data hasil pengujian kuat tarik di atas, dapat disimpulkan bahwa Briquette yg terbuat dari campuran lumpur lapindo mempunyai kuat tarik rata_rata sebesar 2122,138 kg/$cm^2$ = 2,2138 Mpa.

## 5.2. Pengujian Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada Batako

### 5.2.1. Pengujian Kuat Tekan Batako

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan batako dalam menerima beban tekan. Sampel berukuran 39x10x19 $cm^3$. Masing-masing 20 buah sampel.



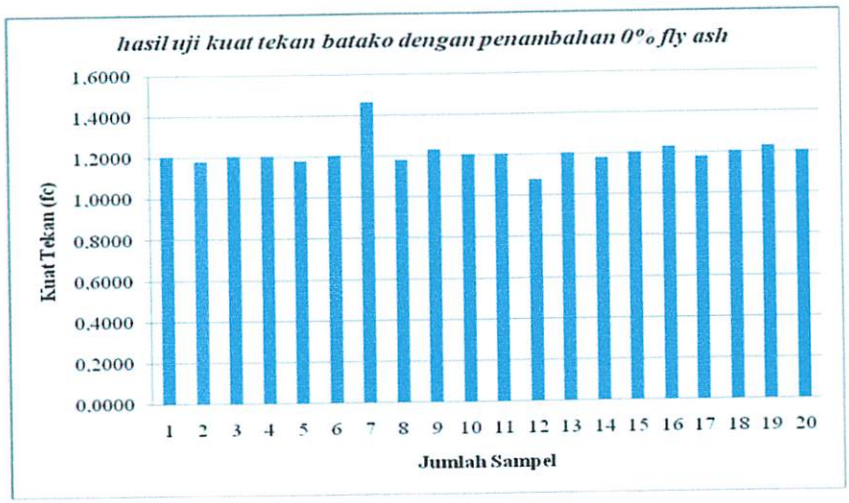

*Gambar 5.3.: Pengujian kuat tekan batako*

Hasil pengujian kuat tekan batako berupa data dimensi batako dan beban maksimum, selanjutnya dihitung luas bidang tekan (A). Kemudian didapatkan hasil perhitungan kuat tekan batako. Sebagai acuan menurut SNI 03-0349-1989, adapun hasil dapat di lihat pada tabel di bawah ini:

a. **Pengujian Kuat Tekan Batako Dengan 0% Fly Ash**

***Tabel 5.3. Hasil pengujian kuat tekan batako dengan 0% fly ash***

| No | Tanggal Buat | Tanggal Test | Umur (hari) | Bentuk Benda Uji | Berat (kg) | tekan Hancur (N) | Tegangan Hancur (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 47000 | 1,2051 |
| 2 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,12 | 46000 | 1,1795 |
| 3 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 47000 | 1,2051 |
| 4 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 47000 | 1,2051 |
| 5 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 46000 | 1,1795 |
| 6 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,14 | 47000 | 1,2051 |
| 7 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,12 | 57000 | 1,4615 |
| 8 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 46000 | 1,1795 |
| 9 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 48000 | 1,2308 |
| 10 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 47000 | 1,2051 |
| 11 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 47000 | 1,2051 |
| 12 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 42000 | 1,0769 |
| 13 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,13 | 47000 | 1,2051 |
| 14 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,20 | 46000 | 1,1795 |
| 15 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 47000 | 1,2051 |
| 16 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 48000 | 1,2308 |
| 17 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,36 | 46000 | 1,1795 |
| 18 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 47000 | 1,2051 |
| 19 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 48000 | 1,2308 |
| 20 | 28/10/2010 | 15/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 47000 | 1,2051 |




**Grafik 5.1.** ***Hasil uji kuat tekan batako dengan 0% fly ash***

**Keterangan:**

**Dimana:**

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (cm)

= 39 x 10 = 390 (cm) = 39000 ($mm^2$)

f'c = Tegangan hancur (MPa)

n = Jumlah Sampel (buah)

s = Standart Deviasi

- Contoh pergitungan:

$$\text{Tegangan Hancur} = \frac{P}{A} = \frac{47000}{39000} = 1{,}2051 \text{ Mpa} = 12{,}051 \text{ kg/cm}^2$$

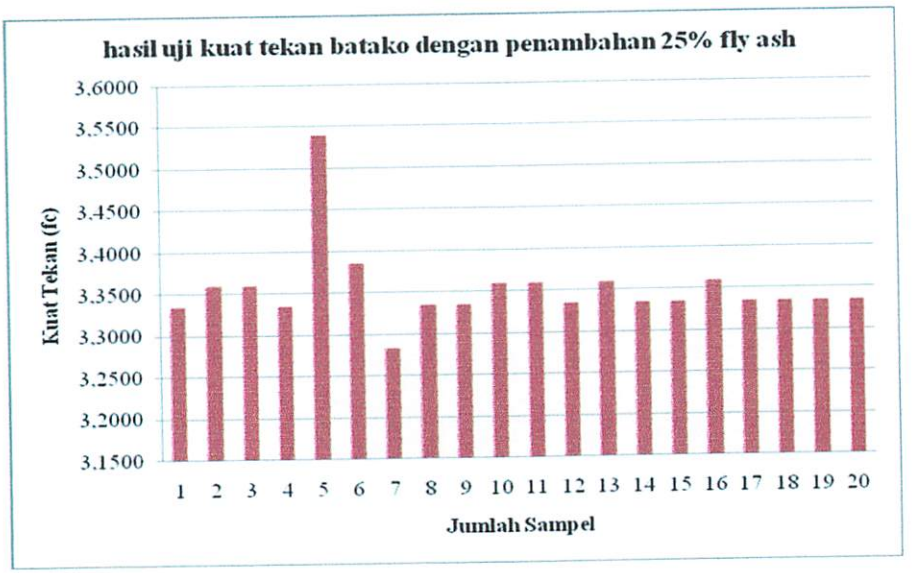
$$\text{f'cr Batako} = \frac{\sum_{1}^{20} f'ci}{n} = \frac{24{,}1795}{20} = 1{,}2090 \text{ Mpa} = 12{,}090 \text{ kg/cm}^2$$

Dari hasil pengujian kuat tekan bruto rata-rata batako di atas, dapat disimpulkan bahwa kuat tekan bruto rata-rata Batako lumpur Lapindo dengan penambahan fly ash 0% adalah sebesar 1,2090 Mpa = 12,090 kg/cm$^2$.

**Pengujian Kuat Tekan Batako Dengan 25% Fly Ash**

***Tabel 5.4. Hasil pengujiai kuat tekan batako dengan 25% fly ash***

| No | Tanggal Buat | Tanggal Test | Umur (hari) | Bentuk Benda Uji | Berat (kg) | tekan Hancur (N) | Tegangan Hancur (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 130000 | 3,3333 |
| 2 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,12 | 131000 | 3,3590 |
| 3 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 131000 | 3,3590 |
| 4 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 130000 | 3,3333 |
| 5 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 138000 | 3,5385 |
| 6 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,14 | 132000 | 3,3846 |
| 7 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,12 | 128000 | 3,2821 |
| 8 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 130000 | 3,3333 |
| 9 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 130000 | 3,3333 |
| 10 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 131000 | 3,3590 |
| 11 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 131000 | 3,3590 |
| 12 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 130000 | 3,3333 |
| 13 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,13 | 131000 | 3,3590 |
| 14 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,20 | 130000 | 3,3333 |
| 15 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 130000 | 3,3333 |
| 16 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 131000 | 3,3590 |
| 17 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,36 | 130000 | 3,3333 |
| 18 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,11 | 130000 | 3,3333 |
| 19 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 130000 | 3,3333 |
| 20 | 29/10/2010 | 26/11/2010 | 28 | 39x10x19 | 9,10 | 130000 | 3,3333 |




*Grafik 5.2. hasil uji kuat tekan batako dengan 25% fly ash*

**Keterangan:**

**Dimana:**

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas bidang tekan ($mm^2$) = 39 x 10 = 39000 ($mm^2$)

f'ci = Tegangan hancur (MPa)

n = Jumlah Sampel (buah)

s = Standart Deviasi

- Contoh pergitungan:

$$\text{Tegangan Hancur} = \frac{P}{A} = \frac{181000}{39000} = 4{,}6410 \text{ Mpa} = 46{,}410 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{f'cr Batako} = \frac{\sum_{1}^{20} f'ci}{n} = \frac{67{,}0256}{20} = 3.3512 \text{ Mpa} = 33{,}512 \text{ kg/cm}^2$$

Dari hasil pengujian kuat tekan bruto rata-rata batako di atas, dapat disimpulkan bahwa kuat tekan bruto rata-rata Batako lumpur Lapindo dengan penambahan fly ash 25% adalah sebesar 3,3512 Mpa = 33,512 kg/cm$^2$

### 5.2.2. Pengujian Daya Serap Air Batako

Tujuan penentuan serapan air batako untuk mengetahui persen (%) maksimum air yang dapat diserap oleh batako. Dan dari hasil penelitian atau pengamatan diperoleh data sebagai berikut:

***Tabel 5.5. Hasil uji daya Serap air batako***

| persentase fly ash | jumlah benda uji | berat basah (kg) | berat kering (kg) | Penyerapan air (%) | rata-rata (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 10,89 | 9,150 | 19,0164 | 18,948 |
| | 2 | 10,89 | 9,151 | 19,0034 | |
| | 3 | 10,87 | 9,148 | 18,8238 | |
| 25% | 1 | 11,27 | 9,380 | 18,5501 | 18,599 |
| | 2 | 11,27 | 9,360 | 18,6966 | |
| | 3 | 11,29 | 9,380 | 18,5501 | |

**Keterangan:**

$$\text{Penyerapan air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

$$= \frac{10,89 - 9,15}{9,15} \times 100\% = 19,0164\ \%$$

$$\text{Penyerapan air rata-rata} = \frac{\sum_{1}^{3} W_1 - \sum_{1}^{3} W_2}{\sum_{1}^{3} W_2} x100\%$$

$$= \frac{(10{,}89+10{,}89+10{,}87)-(9{,}150+9{,}151+9{,}148)}{(9{,}150+9{,}151+9{,}148)} \times 100\%$$

$$= \frac{32{,}65-27{,}449}{27{,}449} \times 100\% = 18{,}948\%$$

**Dimana:**

$W_1$ = Berat basah (kg)

$W_2$ = Berat kering oven (kg)

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa hubungan daya serap air dengan penambahan fly ash sangat berpengaruh, yaitu semakin besar persentase penambahan fly ash, maka daya serap air akan semakin besar. Hal ini di mungkinkan karena dipengaruhi oleh sifat daya serap fly ash.

## 5.3. Pengujian Interval Kepercayaan

Data-data penelitian yang telah dikumpulkan kemudian diuji dengan pengujian interval kepercayaan, dimana tujuannya adalah untuk mencari kevalidan data yang telah didapatkan (Sudjana, 1982).

Dalam pengujian ini, digunakan interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah sebesar 5%, sedangkan sisanya (95%) adalah data-data yang dapat dipercaya. Data-data

yang tidak memenuhi syarat tersebut kemudian dibuang, sehingga tertinggal data-data valid yang siap untuk diuji secara statistik.

### 5.3.1. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan Mortar

Dibawah ini adalah contoh pengujian Interval kepercayaan kuat tekan mortar:

*Tabel 5.6. Hasil uji kuat tekan mortar*

| No | Tanggal Buat | Tanggal Tes | Umur (hari) | Berat (gr) | Tekan hancur (kg) | Teg Hancur riil (kg/cm2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 285,7 | 3000 | 120 |
| 2 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 285,3 | 3000 | 120 |
| 3 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 264,8 | 3000 | 120 |
| 4 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 275,4 | 2900 | 116 |
| 5 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 292,2 | 3000 | 120 |
| 6 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 283,4 | 3000 | 120 |
| 7 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 267,4 | 2900 | 116 |
| 8 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 286,1 | 3000 | 120 |
| 9 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 290,3 | 3100 | 124 |
| 10 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 284,6 | 3000 | 120 |
| TOTAL | | | | | 2990 | 119,6 |

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{JumlahKuattarik}{n}$

$= \frac{120+.....+120}{10} = 119{,}6 \text{ kg/cm}^2$

- $S = \sqrt{\frac{((120-119{,}6)^2+.....+(120-119{,}6)^2}{10-1}}$

$= 2{,}2676$

- P = ½ ( 1 + 0,95) = 0,975
- dk = n – 1 = 20-1 = 9
- $t_{0,975}$ = 2,26

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

$t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0,975

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$= \quad x-\left(t_{0,975}\, x\frac{s}{\sqrt{n}}\right)<\mu<x+\left(t_{0,975}\, x\frac{s}{\sqrt{n}}\right)$$

$$= \quad 119{,}6-\left(2{,}26\, x\frac{2{,}2676}{\sqrt{10}}\right)<\mu<119{,}6+\left(2{,}26\, x\frac{2{,}2676}{\sqrt{10}}\right)$$

$$= \quad 117{,}9792 < \mu < 121{,}2208$$

Dengan cara yang serupa kita dapat mencari interval kepercayaan untuk semua parameter dengan variasi yang sudah ditentukan. Di bawah ini adalah tabel interval kepercayaan untuk semua perhitungan.

***Tabel 5.7. Interval kepercayaan kuat tekan mortar***

| X | s | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119,6 | 2,2676 | 0.975 | 9 | 2,26 | 117,9792 | < μ < | 121,2208 |

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan dan yang menggunakan bahan tambah yang tidak memenuhi syarat berjumlah 3 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

*Tabel 5.8. Data pengujian kuat tekan mortar setelah dilakukan pengujian interval kepercayaan*

| No | Tanggal Buat | Tanggal Tes | Umur (hari) | Berat (gr) | Tekan hancur (kg) | Teg Hancur riil (kg/cm2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 285,7 | 3000 | 120 |
| 2 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 285,3 | 3000 | 120 |
| 3 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 264,8 | 3000 | 120 |
| 4 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 275,4 | 2900 | - |
| 5 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 292,2 | 3000 | 120 |
| 6 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 283,4 | 3000 | 120 |
| 7 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 267,4 | 2900 | - |
| 8 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 286,1 | 3000 | 120 |
| 9 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 290,3 | 3100 | - |
| 10 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 28 | 284,6 | 3000 | 120 |
| TOTAL | | | | | 2990 | 119,6 |

### 5.3.2. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial

Dibawah ini adalah contoh pengujian Interval kepercayaan kuat tarik aksial:

*Tabel 5.9. Data pengujian kuat tarik aksial*

| No | Tanggal buat | Tanggal tes | Berat (gr) | panjang patahan x tebal patahan(cm) | Luas penampang patah ($cm^2$) | Beban (kg) | Kuat tarik ($kg/cm^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.6 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 140 | 19,943 |
| 2 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.7 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 3 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 140.2 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 160 | 22,792 |
| 4 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.9 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 150 | 20,576 |
| 5 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.5 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 6 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.7 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 7 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.4 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 160 | 22,792 |
| 8 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 140.2 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 180 | 24,691 |
| 9 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.8 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 10 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.5 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 160 | 22,792 |
| TOTAL | | | | | | 159 | 22,138 |

Dibawah ini adalah contoh pengujian Interval kepercayaan kuat tekan Batako limpur Lapindo:

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{JumlahKuattarik}{n}$

$= \frac{19{,}943 + ..... + 22{,}792}{10} = 22{,}138 \text{ kg/cm}^2$

- $S = \sqrt{\frac{((19{,}943 - 22{,}138)^2 + ..... + (22{,}792 - 22{,}138)^2}{10-1}}$

$= 1{,}2998$

- P = ½ ( 1 + 0,95) = 0,975
- dk = n – 1 = 20-1 = 9
- $t_{0,975} = 2{,}26$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

$t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0,975

Maka interval kepercayaannya adalah :

$= x - \left( t_{0,975}\, x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975}\, x \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$

$= 22{,}138 - \left( 2{,}26\, x \frac{1{,}2998}{\sqrt{10}} \right) < \mu < 1{,}2090 + \left( 2{,}26\, x \frac{1{,}2998}{\sqrt{10}} \right)$

$= 21{,}2091 < \mu < 23{,}0665$

Dengan cara yang serupa kita dapat mencari interval kepercayaan untuk semua parameter dengan variasi yang sudah ditentukan. Di bawah ini adalah tabel interval kepercayaan untuk semua perhitungan.

***Tabel 5.10. Interval kepercayaan kuat tarik aksial***

| X | s | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22,138 | 1,2998 | 0.975 | 9 | 2,26 | 21,2091 | $< \mu <$ | 23,0665 |

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan dan yang menggunakan bahan tambah yang tidak memenuhi syarat berjumlah 2 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

***Tabel 5.11. Data pengujian kuat tarik aksial Setelah dilakukan pengujian interval kepercayaan***

| No | Tanggal buat | Tanggal tes | Berat (gr) | panjang patahan x tebal patahan(cm) | Luas penampang patah ($cm^2$) | Beban (kg) | Kuat tarik ($kg/cm^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.6 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 140 | - |
| 2 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.7 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 3 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 140.2 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 160 | 22,792 |
| 4 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.9 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 150 | - |
| 5 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.5 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 6 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 138.7 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 7 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.4 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 160 | 22,792 |
| 8 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 140.2 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 180 | - |
| 9 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.8 | 2,7 x 2,7 | 7,29 | 160 | 21,948 |
| 10 | 25/08/2010 | 22/09/2010 | 139.5 | 2,6 x 2,7 | 7,02 | 160 | 22,792 |
| TOTAL | | | | | | 159 | 22,138 |

### 5.3.3. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan Batako

Dibawah ini adalah contoh pengujian Interval kepercayaan kuat tekan batako:

*Tabel 5.12. Data pengujian kuat tekan batako*

| No | Kuat Tekan (Mpa) | |
|---|---|---|
| | 0% fly ash | 25% fly ash |
| 1 | 1,2051 | 3,3333 |
| 2 | 1,1795 | 3,3590 |
| 3 | 1,2051 | 3,3590 |
| 4 | 1,2051 | 3,3333 |
| 5 | 1,1795 | 3,5385 |
| 6 | 1,2051 | 3,3846 |
| 7 | 1,4615 | 3,2821 |
| 8 | 1,1795 | 3,3333 |
| 9 | 1,2308 | 3,3333 |
| 10 | 1,2051 | 3,3590 |
| 11 | 1,2051 | 3,3590 |
| 12 | 1,0769 | 3,3333 |
| 13 | 1,2051 | 3,3590 |
| 14 | 1,1795 | 3,3333 |
| 15 | 1,2051 | 3,3333 |
| 16 | 1,2308 | 3,3333 |
| 17 | 1,1795 | 3,3333 |
| 18 | 1,2051 | 3,3333 |
| 19 | 1,2308 | 3,3333 |
| 20 | 1,2051 | 3,3333 |

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{JumlahKuattekan}{n}$

$= \frac{1,2051 + ..... + 1,2051}{20} = 1,2090$ MPa

- $S = \sqrt{\frac{((1,2051 - 1,2090)^2 + ..... + (1,2051 - 1,2090)^2}{20 - 1}}$

$= 0,0677$ MPa

- P = ½ ( 1 + 0,95) = 0,975
- dk = n – 1 = 20-1 = 19
- $t_{0,975} = 2,093$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

$t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0,975

Maka interval kepercayaannya adalah :

$= x - \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left( t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$

$= 1,2090 - \left( 2,093 x \frac{0,0677}{\sqrt{20}} \right) < \mu < 1,2090 + \left( 2,093 x \frac{0,0677}{\sqrt{20}} \right)$

$= 1,1773 < \mu < 1,2406$

Dengan cara yang serupa kita dapat mencari interval kepercayaan untuk semua parameter dengan variasi yang sudah ditentukan. Di bawah ini adalah tabel interval kepercayaan untuk semua perhitungan.

*Tabel 5.13. Interval kepercayaan kuat tekan batako*

| Variasi | X | s | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fly Ash 0% | 1,2090 | 0,0677 | 0.975 | 19 | 2,093 | 1,1773 | $< \mu <$ | 1,2406 |
| Fly Ash 25% | 3.3513 | 0,0486 | 0.975 | 19 | 2,093 | 3.3285 | $< \mu <$ | 3,3740 |

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi tanpa bahan tambahan dan yang menggunakan bahan tambah yang tidak memenuhi syarat berjumlah 2 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

***Tabel 5.14. Data pengujian kuat tekan batakoSetelah dilakukan pengujian interval kepercayaan***

| No | Kuat Tekan (Mpa) | |
|---|---|---|
| | 0% fly ash | 25% fly ash |
| 1 | 1,2051 | 3,3333 |
| 2 | 1,1795 | 3,3590 |
| 3 | 1,2051 | 3,3590 |
| 4 | 1,2051 | 3,3333 |
| 5 | 1,1795 | - |
| 6 | 1,2051 | 3,3846 |
| 7 | - | - |
| 8 | 1,1795 | 3,3333 |
| 9 | 1,2308 | 3,3333 |
| 10 | 1,2051 | 3,3590 |
| 11 | 1,2051 | 3,3590 |
| 12 | - | 3,3333 |
| 13 | 1,2051 | 3,3590 |
| 14 | 1,1795 | 3,3333 |
| 15 | 1,2051 | 3,3333 |
| 16 | 1,2308 | 3,3590 |
| 17 | 1,1795 | 3,3333 |
| 18 | 1,2051 | 3,3333 |
| 19 | 1,2308 | 3,3333 |
| 20 | 1,2051 | 3,3333 |

### 5.3.4. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Penyerapan Air Batako

Dibawah ini adalah contoh pengujian Interval kepercayaan Penyerapan air Batako lumpur Lapindo:

*Tabel 5.15. Data hasil uji daya serap air batako*

| persentase fly ash | jumlah benda uji | berat basah (kg) | berat kering (kg) | Penyerapan air (%) | rata-rata (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 10,89 | 9,150 | 19,0164 | 18,948 |
| | 2 | 10,89 | 9,151 | 19,0034 | |
| | 3 | 10,87 | 9,148 | 18,8238 | |
| 25% | 1 | 11,12 | 9,380 | 18,5501 | 18,599 |
| | 2 | 11,11 | 9,360 | 18,6966 | |
| | 3 | 11,12 | 9,380 | 18,5501 | |

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{Penyerapanair}{n}$

$= \frac{19,0164+19,0034+18,8238}{3}$

$= 18,948$

- $S = \sqrt{\frac{((19,0164-18,958)^2 + ..... + (18,8238-18,948)^2)}{3-1}}$

$= 0,1076$

- $P = ½ ( 1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3\text{-}1 = 2$
- $t_{0,975} = 4,303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

$t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0,975

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$= x-\left(t_{0,975}\, x\frac{s}{\sqrt{n}}\right)<\mu<x+\left(t_{0,975}\, x\frac{s}{\sqrt{n}}\right)$$

$$= 18{,}948-\left(4{,}303 x\frac{0{,}1076}{\sqrt{3}}\right)<\mu<18{,}948+\left(4{,}303 x\frac{0{,}1076}{\sqrt{3}}\right)$$

$$= 18{,}6804<\mu<19{,}2153$$

Dengan cara yang serupa kita dapat mencari interval kepercayaan untuk semua parameter dengan variasi yang sudah ditentukan. Di bawah ini adalah tabel interval kepercayaan untuk semua perhitungan.

***Tabel 5.16. Interval kepercayaan penyerapan air batako***

| Variasi | X | s | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fly Ash 0% | 18,948 | 0,1076 | 0.975 | 2 | 4,303 | 18,6804 | $<\mu<$ | 19,2153 |
| Fly Ash 25% | 18,599 | 0,084 | 0.975 | 2 | 4,303 | 18,3888 | $<\mu<$ | 18,8090 |

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi 0% - 25% fly ash bahan tambahan yang memenuhi syarat berjumlah 3 buah. Setelah disortir, maka datanya seperti pada tabel berikut.

*Tabel 5.17. Hasil uji daya Serap air batako setelah dilakukan pengujian interval kepercayaan*

| persentase fly ash | jumlah benda uji | berat basah (kg) | berat kering (kg) | Penyerapan air (%) | rata-rata (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0% | 1 | 10,89 | 9,150 | 19,0164 | 18,948 |
| | 2 | 10,89 | 9,151 | 19,0034 | |
| | 3 | 10,87 | 9,148 | 18,8238 | |
| 25% | 1 | 11,12 | 9,380 | 18,5501 | 18,599 |
| | 2 | 11,11 | 9,360 | 18,6966 | |
| | 3 | 11,12 | 9,380 | 18,5501 | |

## 5.4. Pengujian Hipotesis

### 5.4.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Batako

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab I, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis batako yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

***Tabel 5.18. Hasil pengujian nilai kuat tekan batako***

| No | 0% fly Ash | | 25% fly Ash | | Jumlah |
|---|---|---|---|---|---|
| | Y | $Y^2$ | Y | $Y^2$ | |
| 1 | 1,2051 | 1,45227 | 3,3333 | 11,11089 | |
| 2 | 1,1795 | 1,39122 | 3,359 | 11,28288 | |
| 3 | 1,2051 | 1,45227 | 3,359 | 11,28288 | |
| 4 | 1,2051 | 1,45227 | 3,3333 | 11,11089 | |
| 5 | 1,1795 | 1,39122 | - | - | |
| 6 | 1,2051 | 1,45227 | 3,3846 | 11,45552 | |
| 7 | - | - | - | - | |
| 8 | 1,1795 | 1,39122 | 3,3333 | 11,11089 | |
| 9 | 1,2308 | 1,51487 | 3,3333 | 11,11089 | |
| 10 | 1,2051 | 1,45227 | 3,359 | 11,28288 | |
| 11 | 1,2051 | 1,45227 | 3,359 | 11,28288 | |
| 12 | - | - | 3,3333 | 11,11089 | |
| 13 | 1,2051 | 1,45227 | 3,359 | 11,28288 | |
| 14 | 1,1795 | 1,39122 | 3,3333 | 11,11089 | |
| 15 | 1,2051 | 1,45227 | 3,3333 | 11,11089 | |
| 16 | 1,2308 | 1,51487 | 3,359 | 11,28288 | |
| 17 | 1,1795 | 1,39122 | 3,3333 | 11,11089 | |
| 18 | 1,2051 | 1,45227 | 3,3333 | 11,11089 | |
| 19 | 1,2308 | 1,51487 | 3,3333 | 11,11089 | |
| 20 | 1,2051 | 1,45227 | 3,3333 | 11,11089 | |
| S Y | 21,6409 | | 60,2049 | | 81,8458 |
| S $Y^2$ | 26,0234 | | 201,3726 | | 227,3959 |
| n | 18 | | 18 | | 36 |

Selanjutnya diperlukan :

➢ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) semua nilai pengamatan :

$$\Sigma Y^2 = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{ni} Y_{ij}^2$$

$$= 26{,}0234 + 201{,}3726 = 227{,}396$$

➢ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk rata-rata :

$$R_y = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^{k} n_i}$$

$$= (\Sigma Y)^2 / \text{n total} = \frac{81{,}8458^2}{36} = 186{,}0759$$

➢ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$P_y = \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^{k} n_i}\right) - R_y$$

$$= \left(\frac{21{,}6409^2}{18} + \frac{60{,}2049^2}{18}\right) - 186{,}0759 = 41{,}310$$

➢ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$E_y = \Sigma Y^2 - R_y - P_y$$

$$= 227{,}3959 - 186{,}0759 - 41{,}310 = 0{,}052$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai di atas diperoleh maka disusunlah tabel analisa varian seperti di bawah ini.

***Tabel 5.19. Analisa varian untuk kuat tekan batako***

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|---|---|---|---|---|
| **Rata-rata** | 1 | 227,3959 | 227,3959 | 27540 |
| **Antar perlakuan** | 1 | 41,310 | 41,310 | |
| **Dalam Perlakuan** | 34 | 0,052 | 0,0015 | |
| **Jumlah** | 36 | | | |

Nilai F dapat dicari dengan rumus :

$$F = \frac{KT\,(antar\ perlakuan)}{KT\,(kekeliruan)}$$

$$F_{hitung} = \frac{41,310}{0,0015} = 27540$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika *(Sudjana,2002; 496)*, nilai $F_{tabel}$ (0.05 ; 1 ; 36) = 4,14, Jadi nilai $F_{hitung} = 327540 > F_{tabel} = 4,14$. Dengan demikian Ha diterima Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

### 5.4.2. Pengujian Hipotesis Daya Serap Air Batako

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab I, maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis batako yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

***Tabel 5.20. Data hasil pengujian nilai penyerapan air batako***

| No | 0% fly Ash | | 25% fly Ash | | Jumlah |
|---|---|---|---|---|---|
| | Y | $Y^2$ | Y | $Y^2$ | |
| 1 | 19,0164 | 361,62347 | 18,5501 | 344,10621 | |
| 2 | 19,0034 | 361,12921 | 18,6966 | 349,56285 | |
| 3 | 18,8238 | 354,33545 | 18,5501 | 344,10621 | |
| S Y | 56,8436 | | 55,7968 | | 112,6404 |
| S $Y^2$ | 1077,0881 | | 1037,7753 | | 2114,8634 |
| n | 3 | | 3 | | 6 |

Selanjutnya diperlukan :

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) semua nilai pengamatan :

$$\Sigma Y^2 = \sum_{i=1}^{k} + \sum_{j=1}^{ni} Y_{ij}^2 = 1077,0881 + 1037,7753 = 2114,8634$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk rata-rata :

$$R_y = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^{k} n_i} = (\Sigma Y)^2 / \text{n total} = \frac{112,6404^2}{6} = 2114,6432$$

➢ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$P_y = \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^{k} n_i}\right) - R_y = \left(\frac{56{,}8436^2}{3} + \frac{55{,}7968^2}{3}\right) - 2114{,}6432$$

$$= 1077{,}065 + 1037{,}761 - 2114{,}6432 = 0{,}1828$$

➢ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$E_y = \Sigma Y^2 - R_y - P_y$$

$$= 2114{,}8634 - 2114{,}6432 - 0{,}1828 = 0{,}0374$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai di atas diperoleh maka disusunlah tabel analisa varian seperti di bawah ini.

***Tabel 5.21. Analisa varian untuk daya serap air batako***

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|---|---|---|---|---|
| **Rata-rata** | 1 | 2114,8634 | 2114,8634 | 19,5508 |
| **Antar perlakuan** | 1 | 0,1828 | 0,1828 | |
| **Dalam Perlakuan** | 4 | 0,0374 | 0,00935 | |
| **Jumlah** | 6 | | | |

Nilai F dapat dicari dengan rumus :

$$F = \frac{KT\,(antar\ perlakuan)}{KT\,(kekeliruan)}$$

$$F_{Hitung} = \frac{0{,}936}{0{,}03803} = 19{,}5508$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika *(Sudjana,2002; 496)*, nilai $F_{tabel}$ (0.05 ; 1 ; 6) = 5,99 Jadi nilai $F_{hitung}$ = 19,5508 > $F_{tabel}$ = 5,99. Dengan demikian Ha diterima Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

## 5.5. Analisis Regresi dan Pembahasan

Data yang telah mengalami penyortiran pada pengujian interval kepercayaan, kemudian dicari hubungan dari parameter yang diuji dan variasi penambahan bahan tambahan yang telah diberikan.

Untuk menganalisis variasi penambahan bahan tambahan terhadap parameter-parameter yang diteliti, digunakan metode fungsi kuadratik *(Sudjana,2002; 338)* sebagai regresi, dengan bentuk persamaan $\hat{Y} = a + bX + cX^2$. Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

$\Sigma Y = na + b\Sigma X + c\Sigma X^2$

$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2 + c\Sigma X^3$

$\Sigma X^2Y = a\Sigma X^2 + b\Sigma X^3 + c\Sigma X^4$

### 5.5.1. Analisis Regresi Kuat Tekan Batako

Sebagai contoh, di bawah ini diambil data kuat tekan batu pecah untuk diuji dengan regresi.

*Tabel 5.22. Daftar nilai yang perlu untuk menentukan regresi kuat tekan batako*

| No | X | Y | $X^2$ | $X^3$ | $X^4$ | XY | $X^2Y$ | $Y^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1,2090 | 0 | 0 | 0 | 0,0000 | 0 | 1,4617 |
| 2 | 10 | 2,3308 | 100 | 1.000 | 10.000 | 23,3080 | 233 | 5,4326 |
| 3 | 25 | 3,3513 | 625 | 15.625 | 390.625 | 83,7825 | 2.095 | 11,2312 |
| 4 | 40 | 4,0038 | 1600 | 64.000 | 2.560.000 | 160,1520 | 6.406 | 16,0304 |
| 5 | 55 | 4,6333 | 3025 | 166.375 | 9.150.625 | 254,8315 | 14.016 | 21,4675 |
| **Total** | 130 | 15,5282 | 5.350 | 247.000 | 12.111.250 | 522,0740 | 22.749,4550 | 55,6234 |

Dari tabel 5.67. maka didapat persamaan :

$$15{,}5282 = 5a + 130b + 5350c$$

$$5220740 = 130a + 5350b + 247000c$$

$$22749{,}455 = 5350a + 247000b + 12111250c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 1{,}285$$

$$b = 0{,}1$$

$$c = -0{,}000729$$

Maka persamaannya adalah : $\hat{Y} = -0{,}000729x^2 + 0{,}1\,x + 1{,}285$

Mencari koefisien determinasi ($R^2$) :

$$JK(b|a) = \left( b\left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left( c\left\{ \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right)$$

$$= \left( 0{,}1\left\{ 52207470 - \frac{130 \times 15{,}5282}{5} \right\} \right) + \left( -0{,}000729\left\{ 22749{,}455 - \frac{5350 \times 15{,}5282}{5} \right\} \right)$$

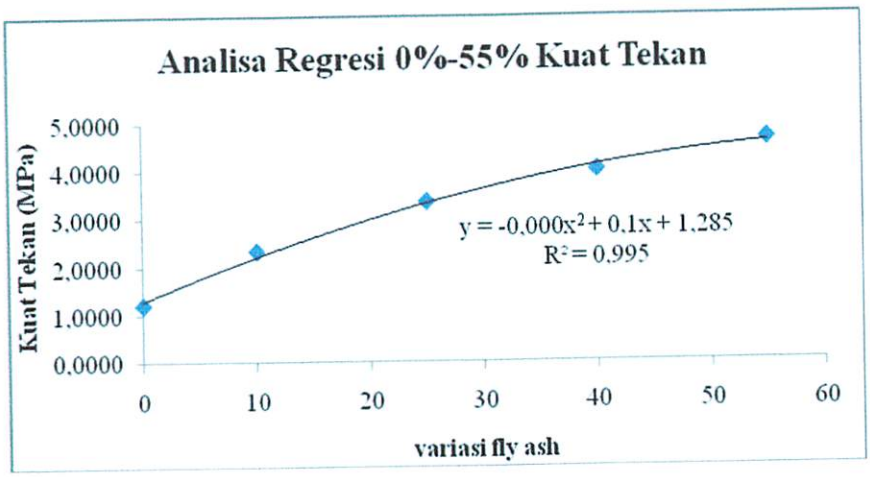
$$= 7{,}362189$$

$$JK(E) = \sum Y^2 - \frac{\left(\sum Y\right)^2}{n} = 55{,}6234 - \frac{(15{,}5282)^2}{5} = 7{,}398406$$

$$R^2 = \frac{JK(b|a)}{JK(E)} = \frac{7{,}362189}{7{,}398406} = 0{,}995$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat tekan dengan penambahan bahan tambahan menghasilkan persamaan $\hat{Y} = -0{,}000729x^2 + 0{,}1\ x + 1{,}285$ dengan nilai koefisien determinasi ($R^2$) sebesar 0,995. Hal ini berarti bahwa 99,5% perubahan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain.

Data hasil pengujian keseluruhan kemudian diplotkan ke dalam grafik kuadratik yang menunjukkan hubungan antara variasi penambahan bahan tambahan terhadap kuat tekan, Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik:




**Grafik 5.4.** ***Grafik Analisa Regresi 0% - 55% Kuat Tekan.***

Selanjutnya data disadur dari penelitian Evi Damayanti (07.21.903), Wanna Imanda (07.21.902), Ganef Damayanto (05.21.061), dan saya Riko Dwi C (05.21.065), yang kemudian data keseluruhan yang menunjukan hubungan antara variasi penambahan bahan tambahan terhadap sifat mekanis batako akan ditabelkan dan disajikan kedalam grafik kuadratik.

### 5.5.2. Analisis regresi penyerapan air batako

Sebagai contoh, di bawah ini diambil data Penyerapan air batako untuk diuji dengan regresi.

***Tabel 5.23. Daftar nilai yang perlu untuk menentukan regresi penyerapan air batako***

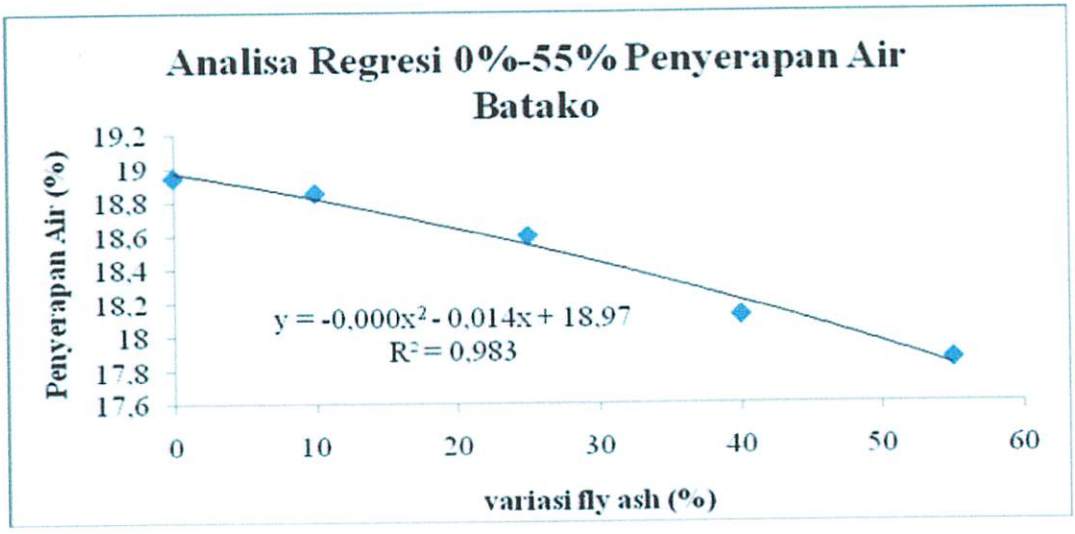
| No | X | Y | $X^2$ | $X^3$ | $X^4$ | XY | $X^2Y$ | $Y^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 18,948 | 0 | 0 | 0 | 0,0000 | 0 | 359,0267 |
| 2 | 10 | 18,856 | 100 | 1.000 | 10.000 | 188,5600 | 1.886 | 355,5487 |
| 3 | 25 | 18,599 | 625 | 15.625 | 390.625 | 464,9750 | 11.624 | 345,9228 |
| 4 | 40 | 18,122 | 1600 | 64.000 | 2.560.000 | 724,8800 | 28.995 | 328,4069 |
| 5 | 55 | 17,863 | 3025 | 166.375 | 9.150.625 | 982,4650 | 54.036 | 319,0868 |
| **Total** | 130 | 92,3880 | 5.350 | 247.000 | 12.111.250 | 2.360,8800 | 96.540,7500 | 1.707,9919 |

Maka didapat persamaannya: $\hat{Y} = -0{,}000x^2 - 0{,}014x + 18{,}97$

Didapat koefisien determinasi ($R^2$): $R^2 = 0{,}983$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat tekan dengan penambahan bahan tambahan menghasilkan persamaan $\hat{Y} = -0{,}000x^2 - 0{,}014x + 18{,}97$ dengan nilai koefisien determinasi ($R^2$) sebesar 0,983. Hal ini berarti bahwa 98,3% perubahan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain.

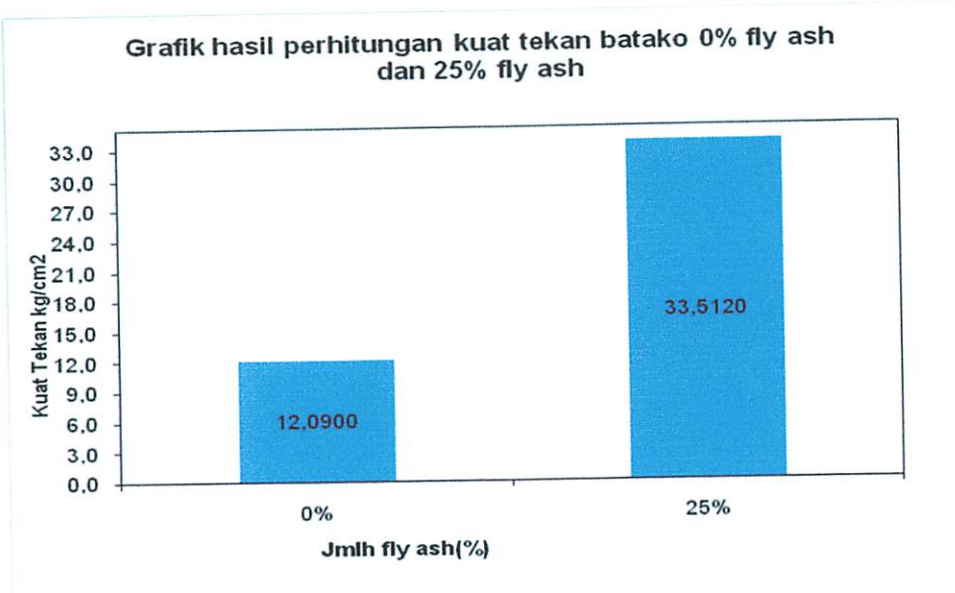
Data hasil pengujian keseluruhan kemudian diplotkan ke dalam grafik kuadratik yang menunjukkan hubungan antara variasi penambahan bahan tambahan terhadap kuat tekan, Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik:




**Grafik 5.4.** ***Grafik Analisa Regresi 0% - 55% Penyerapan Air.***

## 5.6. Perbandingan dan Pembahasan

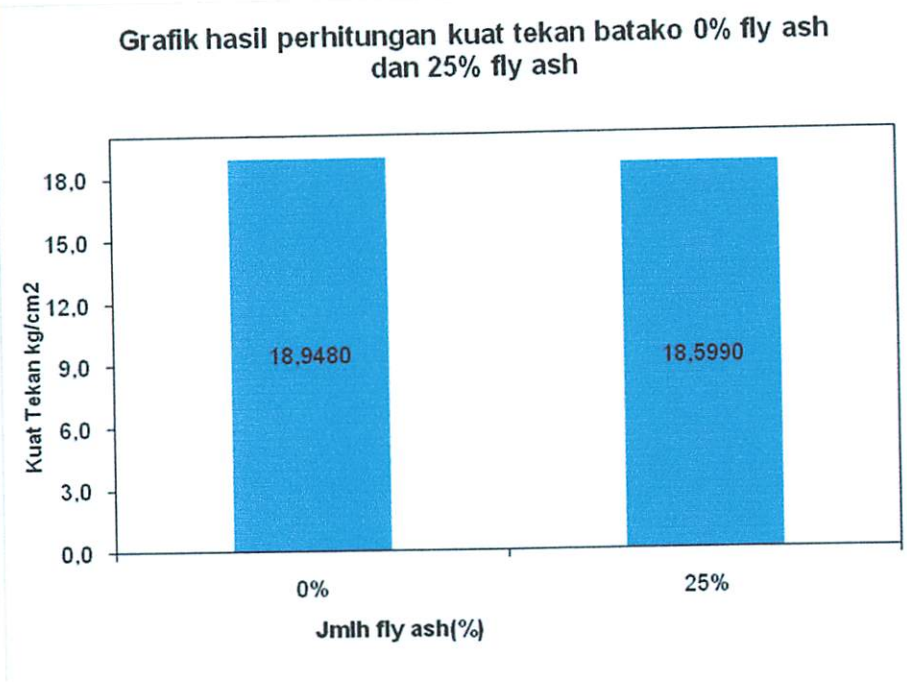
### 5.6.1. Perbandingan kuat tekan batako 0% fly ash dengan 25% fly ash




*Grafik 5.5. Grafik perbandingan penambahan 0% fly ash dengan 25% penambahan fly ash.*

Berdasarkan dari hasil pengujian dan hipotesis serta nilai regresi didapat kenaikan sebesar 25%, ini diakibatkan karena pengaruh penambahan fly ash membuat batako menjadi lebih padat, menjadi padatnya batako berpengaruh terhadap kuat tekan batako tersebut. Hal ini dapat dilihat dari nilai berat batako yang mengalami kenaikan. Dari 20 sampel batako tanpa campuran fly ash rata – rata memiliki berat sekitar 9,15 kg. Sedangkan untuk batako dengan campuran fly ash 25%, dari 20 sampel benda uji rata – rata memiliki berat 9,38 kg. Nilai kuat tekan batako tanpa campuran fly ash adalah sebesar 1,2090 Mpa = 12,090 $kg/cm^2$. sedangkan untuk kuat tekan batako dengan campuran fly ash 25% adalah sebesar 3,3512 Mpa = 33,512 $kg/cm^2$.

### 5.6.2 Daya Serap Air Batako




**Grafik 5.6.** ***Grafik perbandingan daya serap air batako 0% - 25% Penyerapan Air.***

Dengan penambahan fly ash sebesar 25% membuat batako menjadi lebih padat. Hal ini berpengaruh terhadap daya serap air yang semakin kecil. Ini dikarenakan batako semakin padat sehingga penyerapan air semakin kecil, dapat dilihat dari data pengujian daya serap air batako. Untuk batako tanpa campuran fly ash nilai rata – rata daya serap air dari 3 sampel benda uji adalah sebesar 18,948 %, sedangkan untuk batako dengan campuran fly ash 25% dari 3 sampel benda uji memiliki nilai rata – rata daya serap air sebesar 18,599 %. Hal ini membuktikan adanya pengaruh penambahan fly ash terhadap daya serap air pada batako.

# BAB VI

# KESIMPULAN DAN SARAN

## 6.1. Kesimpulan

Dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasi Uji hipotesis, penggunaan bahan tambah fly ash berpengaruh untuk meningkatkan sifat mekanis batako dari lumpur lapindo. Semakin besar persentase penambahan fly ash, maka semakin besar nilai kuat tekan yang diperoleh,

2. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pemanfaatan lumpur Lapindo sebagai batako akan lebih efektif jika menggunakan fly ash sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako dari lumpur Lapindo. Hal ini diakibatkan karena pengaruh penambahan fly ash membuat batako menjadi padat, Menjadi padatnya batako berpengaruh terhadap kuat tekan batako tersebut, dapat dilihat dari nilai kuat tekan karakteristik batako dengan campuran fly ash 0% adalah 1,1109 MPa, sedangkan untuk batako dengan campuran fly ash sebesar 25% adalah 3,3512 Mpa. Dengan demikian dari syarat-syarat batako menurut SNI 03-0349-1989, batako lumpur lapindo dengan penambahan 25% fly ash, tidak memenuhi standar SNI.

3. Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap daya serap air batako dari lumpur Lapindo didapat bahwa, semakin besar penambahan

persentase fly ash, maka semakin kecil pula penyerapan air batako dari lumpur Lapindo. Nilai rata-rata yang didapat dari penyerapan air untuk batako dengan campuran fly ash 0% adalah 18,948 % sedangkan untuk batako dengan campuran fly ash 25% adalah 18,599%.

## 6.2. Saran

Karena keterbatasan waktu penelitian, maka untuk penelitian selanjutnya penulis dapat menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk mengoptimalkan limbah lumpur lapindo, penulis berharap penelitian ini dilanjutkan dengan adanya pembahasan struktur kimiawi agar menjadi netral, dan bila digunakan pada batako dalam jangka panjang tidak membahayakan,

2. Penelitian ini dilakukan pada batako dengan lumpur lapindo sebagai pengganti agregat halus (pasir) dengan fly ash sebagai bahan tambah. Untuk bahan tambah fly ash dari 10%, 25%, 40%, dan 55%, pada penambahan persentase fly asa sebesar 55%, dengan perbandingan proporsi campuran 1 : 4 menunjukan peningkatan yang paling besar, penulis mengharapkan penelitian selanjutnya lebih mendetail dalam penambahan fly ash dalam campuran batako, serta memperhatikan proporsi campuran supaya mencapai mutu yang optimum,

3. Untuk penelitian selanjutnya yang menggunakan lumpur lapindo sebagai pengganti agregat halus (pasir) dan fly ash sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako, sebaiknya memperhatikan faktor cuaca dalam proses pembuatan benda uji.

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
ITN
MALANG

# DAFTAR PUSTAKA


Aman Subakti, ***Teknologi Beton Dalam Praktek***, ITS Surabaya, 1995.

Andoyo. Tugas Akhir UMM 2006. ***Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (fly ash) Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air Pada Mortar***, Diakses http://bimbinganbelajarku.wordpress.com/2008/10/05/pengaruh- penggunaan -abu-terbang-fly-ash-terhadap-kuat-tekan-dan-serapan-air-pada-mortar/

Departemen P.U., 1989, *SNI 03-0349-1989* ***Metode Pengujian dan Spesifikasi Bata Beton***, Balitbang, Jakarta.

Rafikatul. Tugas Akhir UMM 2009. ***Batako Lumpur Lapindi Sebagai Alternatif,*** Diakses http://rofikatul.staff.umm.ac.id/2010/02/02/batako-limput-lapind-sebagai-alternatif/

Sudjana, M.A., ***Metoda Statistika***. Bandung 2002.

# LAMPIRAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

# SEMINAR HASIL SKRIPSI
# PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG PENELITIAN

Nama : RIKO DWI C

NIM : 0521065

Hari / tanggal : Jum'at, 18 - 2 - 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi

hal ini = kata kunci ditulkan.
- Kesimpulan lenghapi dgn membandingkan
- standard yg ada (menurut SNI).
- Saran - saran tambahkan mupun perbaikan kuat tidak

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Ujian Skripsi.

*Penggandaan berkas untuk Ujian Skripsi dengan mencantumkan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi*

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 22 - 2 - 2011
Dosen Pembahas

( )

Malang, 18 - 2 - 2011
Dosen Pembahas

( A. Agus Santoso. )

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km 2
Malang

# SEMINAR HASIL SKRIPSI
# PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN

**BIDANG** PENELITIAN

Nama : RIKO DWI. C.

NIM : 05-21-065

Hari / tanggal : SABTU / 19-02-2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan **selambatnya 14 hari** terhitung sejak pelaksanaan Seminar. **Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Ujian Skripsi.**

***Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan melampirkan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi***

**Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :**

Malang, 21 FEBRUARI 2011
Dosen Pembahas

( Ir. H. Sudirman Indra, MS )

Malang, 19 FEBRUARI 2011
Dosen Pembahas

( Ir. Sudirman Indra, MS )

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

# UJIAN SKRIPSI
## PRODI TEKNIK SIPIL S-1

# FORM REVISI / PERBAIKAN

**BIDANG** PENELITIAN

Nama : RIKO DWI C.

NIM : 0521065

Hari / tanggal : Kamis, 24-2-2011

an materi Skripsi meliputi :

an Skripsi harus diselesaikan **selambatnya 14 hari** terhitung sejak pelaksanaan Ujian nakan. **Bila melebihi** masa 14 hari, maka **tidak dapat diikutkan Yudisium**.

**Akhir telah diperbaiki dan disetujui :**

Malang, 1 - 3 - 2011

Dosen Penguji

( )

Malang 24 - 2 - 2011

Dosen Penguji

( A. Agus Santosa. )

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

# UJIAN SKRIPSI
## PRODI TEKNIK SIPIL S-1

# FORM REVISI / PERBAIKAN

**BIDANG** PENELITIAN

Nama : RIKO DWI C.

NIM : 05.21.065

Hari / tanggal : KAMIS / 24 - 2 - 2011

an materi Skripsi meliputi :

:an Skripsi harus diselesaikan **selambatnya 14 hari** terhitung sejak pelaksanaan Ujian nakan. **Bila melebihi** masa 14 hari, maka **tidak dapat diikutkan Yudisium**.

**Akhir telah diperbaiki dan disetujui :**

Malang, _____ 2010
Dosen Penguji

( Ir. Sudirman Indra, MS )

Malang, 24 - 02 - 2010
Dosen Penguji

( Ir. Sudirman Indra, MS )

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
**JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1**

## LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

**NAMA** : **RIKO DWI C**

**NIM** : **05.21.065**

**DOSEN PEMBIMBING** : **Ir. BAMBANG WEDYANTADJI, MT.**

**JUDUL** :

" STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN FLY ASH ( 25% ) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO"

| No | Tanggal | Keterangan | T. Tangan |
|---|---|---|---|
| | | Acc Tinjau Seminar | |

# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
# FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
# JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1

## LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

**NAMA** : **RIKO DWI C**

**NIM** : **0521065**

**DOSEN PEMBIMBING** : **Ir. TOGI H. NAINGGOLAN, MS.**

**JUDUL** :

" STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN FLY ASH ( 25% ) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO"

| No | Tanggal | Keterangan | T. Tangan |
|---|---|---|---|
| | 2.-11.-2 | Lihat Kumetar, beri grafik pembahasan 5-6. Kesimpulan VS RAI. | |
| | 5-11.-2 | abstrak pembahasan | |
| | 7.-11.-2 | Ok Sudah. | |
| | | | |

**BADAN PENANGGULANGAN LUMPUR SIDOARJO**
**BADAN PELAKSANA (BAPEL-BPLS)**
Jl. Gayung Kebonsari No.50, SURABAYA – 60235 TELP. (031) 8285746, FAX. (031) 8290897

Nomor : 414 / 03 / U / 2010 Surabaya, 02 Juli 2010
Lampiran : -

Kepada Yth.
**Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan**
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**
**Jl. Bendungan Sigura-Gura No. 2**
di -
**MALANG**

Perihal : **Permohonan Pengambilan Lumpur Lapindo**

Menunjuk surat Saudara Nomor : ITN – 193 / III.SL / 1 / 2010 tanggal 29 Juni 2010 perihal tersebut diatas, dengan hormat disampaikan bahwa pada prinsipnya kami mengijinkan Permohonan Pengambilan sampel Lumpur di Instansi / Wilayah kerja kami guna keperluan menyusun tugas akhir / skripsi kepada Sdr. yang namanya tertera dibawah ini

1. **Wanna Imanda** **NIM : 07.21.902**
2. **Ganef Damayanto** **NIM : 05.21.061**
3. **Riko Dwi C** **NIM : 05.21.065**

Demi kelancaran pelaksanaan perihal tersebut diatas, yang bersangkutan agar menghubungi Deputi Bidang Operasi di lingkungan Bapel – BPLS.

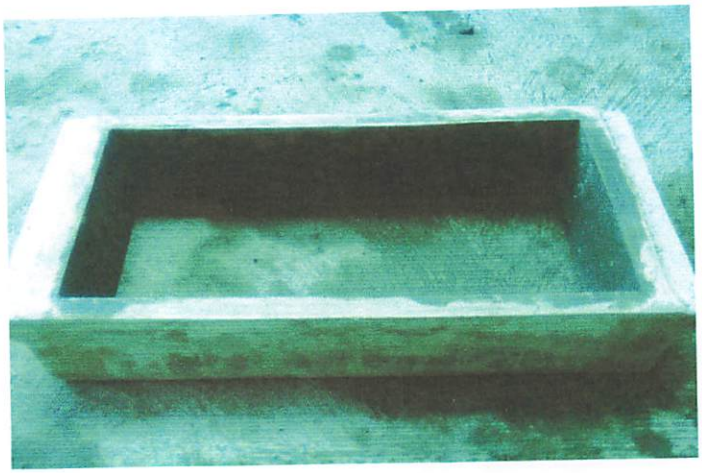
Demikian atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

a.n.Kepala
Sekretaris

Ir. Adi Sarwoko, Dipl.HE

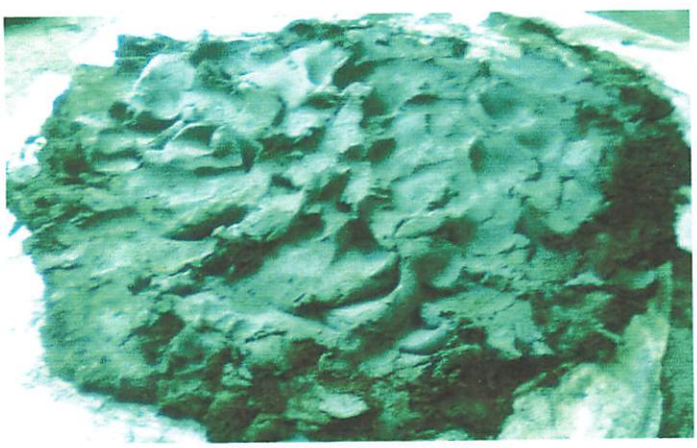
Tembusan disampaikan kepada Yth.
1. Kepala Bapel-BPLS (sebagai laporan);
2. Deputi Operasi;
3. Pertinggal.

Cetakan Batako dengan ukuran Panjang 39 cm, Lebar 10 cm, dan Tinggi 19 cm



Fly Ash

Lumpur Lpindo



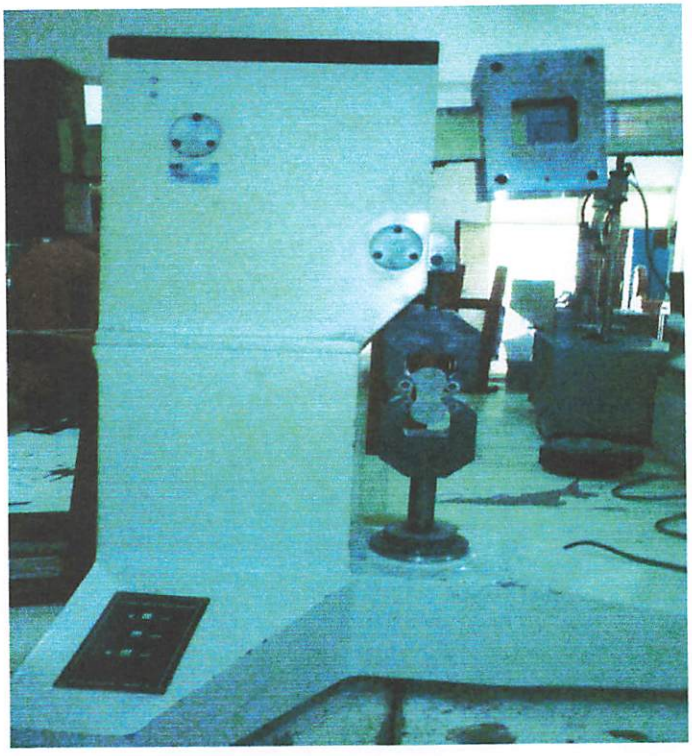
Semen Gresik

Molen / Alat Pengaduk Campuran

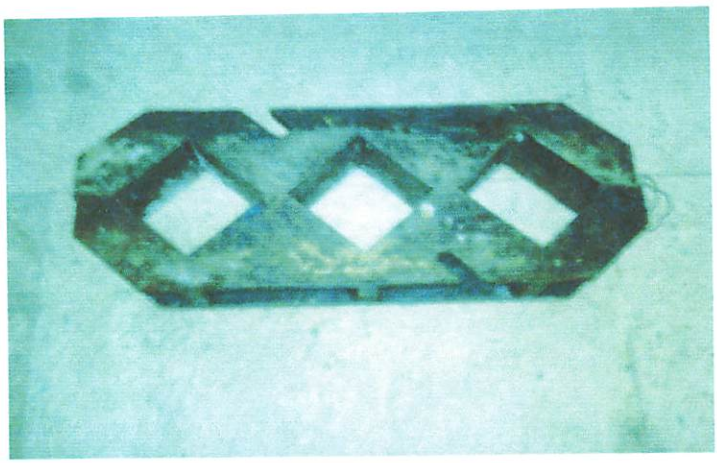
Batako

Mesin Kuat Tekan Hidrolik

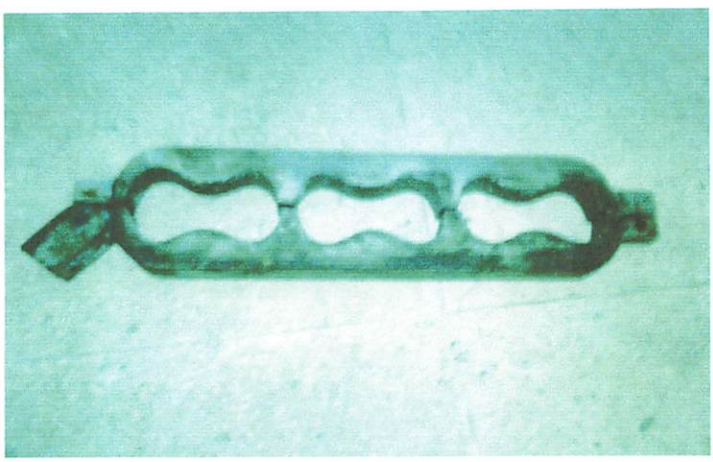
Mesin Kuat Tarik aksial



Cetakan Mortar

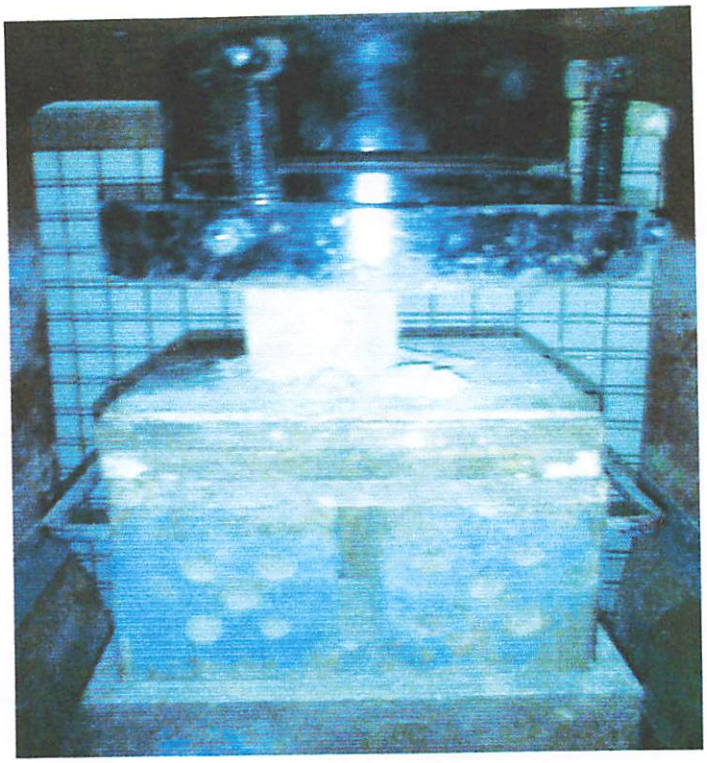


Cetakan Briquete

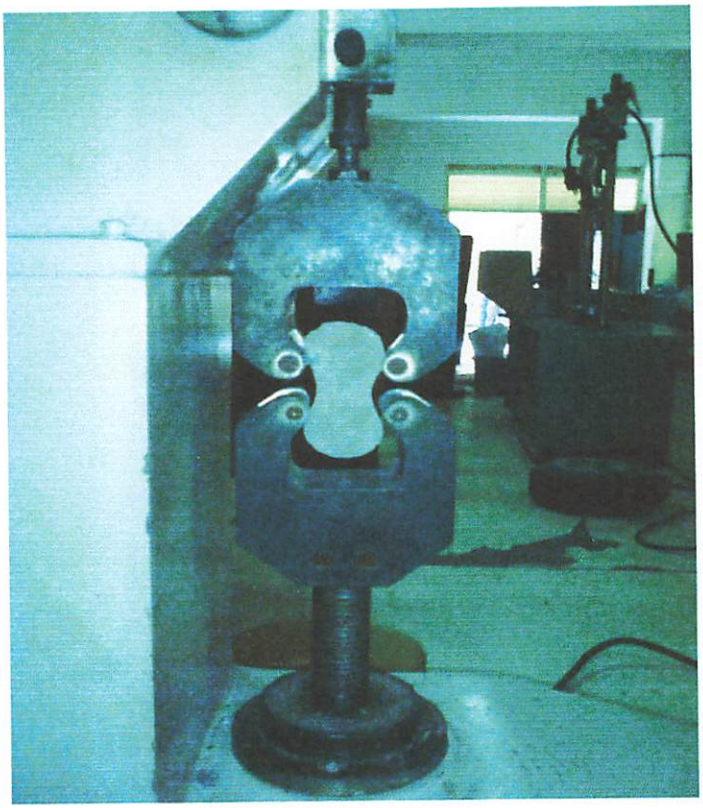


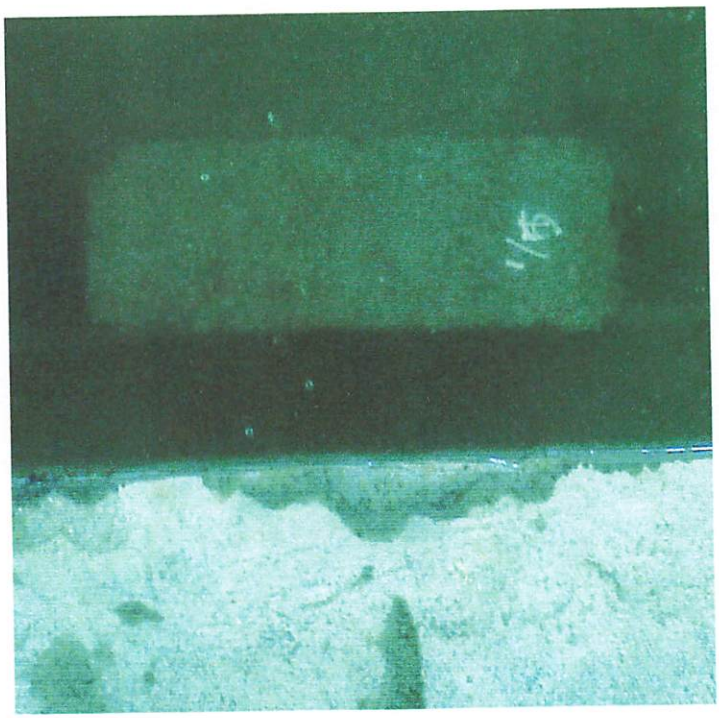
Timbangan

Pengujian Kuat Tekan Mortar dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm



Pengujian Kuat Tarik Aksial



Pengujian Kuat Tekan Batako

Pengujian Daya Serap Air Batako