

SKRIPSI

**STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN
TAMBAHAN FLY ASH (10%) PADA RANCANGAN CAMPURAN
BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO**



**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

**Disusun Oleh :
Evi Damayanti
07. 21. 903**

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

3011

ИСТИН

ИСТИН ТЕХНОЛОГИ ИСТИН
ИСТИН ТЕХНИК СИГ ИСТИН
ИСТИН СИГ ТЕХНИК СИГ 2-1

01' 21' 003

ЕИ ИСТИН

ИСТИН СИГ :

ИСТИН
ИСТИН
ИСТИН



ИСТИН ИСТИН ИСТИН
ИСТИН ИСТИН (ИСТИН) ИСТИН ИСТИН ИСТИН
ИСТИН ИСТИН ИСТИН ИСТИН ИСТИН ИСТИН

ИСТИН

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY
ASH (10%) PADA RENCANA CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR
LAPINDO**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S1)
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

Evi Damayanti

07. 21. 903

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir. Bambang Wedyantadji, MT.)

(Ir. Eding Iskak Imanantö, MT.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



(Ir. H. Hirijanto, MT.)

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY ASH (10%) PADA RENCANA CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO

SKRIPSI

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*

Disusun Oleh :

EVI DAMAYANTI Y


07. 21. 903

Disahkan Oleh:

Ketua



(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris


(Lilla Ayu Ratna Winanda, ST, MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I


(Ir. H. Sudirman Indra, MS)

Dosen Penguji II


(Ir. Togi H. Nainggolan, MS)

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **EVI DAMAYANTI**
Nim : **07. 21. 903**
Jurusan : **Teknik Sipil S - 1**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul :

“STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY ASH (10%) PADA RENCANA CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO”

Adalah tugas akhir saya sendiri, seluruhnya bukan duplikat serta tidak mengatup atau menyadur karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya.

Malang, Februari 2011

Yang Membuat Pernyataan

METERAI
TEMPEL

34ACDAAF390908358

ENAM RIBU RUPIAH
6000

DJP

(**EVI DAMAYANTI**)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala anugerah-NYA sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul *“STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH FLY ASH (10%) PADA RENCANA 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 penyusun tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya khususnya kepada :

- **Bapak dan selaku orang tua penyusun, terima kasih atas semuanya yang telah diberikan.**
- **Semua keluarga penyusun yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih atas doa dan dukungannya.**

- Teman-teman seperjuangan Sipil 2007, teman-teman bimbingan (wanna, Ganep, Rico, “terima kasih teman atas bantuannya”)
- Teman-teman sipil semua angkatan yg telah membantu dan menyemangati saya selama proses pengerjaan skripsi ini (Amel, Nonna, Roy, Fitra, Dedy, dll) yg lupa ga di sebut namanya maaf kan karena mungkin lupa.
- Teman-teman kost bend bening 16

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

ABSTRAKSI

Evi Damayanti, Nim : 07.21.903 “STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN FLY ASH (10%) PADA RANCANGAN CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO”.

Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, Dosen Pembimbing II : Ir. Eding Iskak Imananto, MT.

Kata Kunci : Batako, Limbah Lumpur Lapindo, Fly Ash.

Sudah banyak orang-orang yang telah menguji dan memanfaatkan lumpur Lapindo dan fly ash untuk pembuatan beton. Analisis yang dilakukan di sini menggunakan dua limbah tersebut, lumpur Lapindo dan Fly ash dicampur dengan semen, pasir, dan air untuk hasil produknya 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 10%, untuk kuat tekan adalah 20 sampel dan untuk absorsi 3 sampel. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan limbah lumpur lapindo sebagai bahan pengganti pasir (agregat halus) dan fly ash sebagai pendukung semen untuk campuran pembuatan batako.

Hasil penelitian menyatakan penggunaan bahan lumpur Lapindo dan bahan tambah fly ash berpengaruh terhadap peningkatan sifat mekanis batako. Pada pengujian yang telah dilakukan penggantian agregat halus dengan limbah lumpur lapindo terhadap sifat mekanis beton mengalami penurunan, tetapi pada penambahan fly ash secara keseluruhan meningkatkan sifat mekanis batako. Yang bisa di lihat dari penelitian kami. Untuk peningkatan kuat tekan batako dari lumpur lapindo 10% dengan bahan tambahan fly ash mengalami peningkatan yakni dari 12,336 kg/cm² menjadi 23,783 kg/cm². Sedangkan untuk daya serap air mengalami penurunan dari 18,948% menjadi 18,856%. Dengan demikian untuk pengujian hipotesis dapat dikatakan terdapat pengaruh pemberian campuran fly ash terhadap nilai kuat tekan dan absorsi. Ini dikarenakan pada penambahan fly ash benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga mengurangi rongga – rongga yg terdapat pada batako dan menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi dan daya serap air yang lebih kecil dari pada benda uji yang dihasilkan tanpa campuran fly ash.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAKSI	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	4
1.4. Tujuan 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.....	10
2.3. Bahan - Bahan Pembuatan Batako	10

2.3.1	Lumpur Lapindo	10
2.3.2	Semen.....	13
2.3.3	Air.....	15
2.4.	Bahan Campuran.....	16
2.5.	Pengujian Mortar.....	20
2.6.	Analisa Varian Satu Arah.....	20
2.7.	Pengujian Interval Kepercayaan.....	21
2.8.	Pengujian Hipotesis.....	22
2.9.	Analisa Regresi.....	27
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1.	Rencana Penelitian	29
3.2.	Bahan dan Alat	30
3.2.1.	Bahan Pembuatan Batako.....	30
3.2.2.	Alat	31
3.2.2.1.	Alat Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat tarik Aksial.....	31
3.2.2.2.	Alat Pengujian Kuat Tekan Batako dan Penyerapan Air Batako.....	32
3.3.	Prosedur Pembuatan	33
3.3.1.	Pembuatan Mortar dan Briquette.....	33
3.3.2.	Pembuatan Batako.....	35
3.4.	Proses Pengujian	38
3.4.1.	Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tarik Aksial	38
3.4.2.	Metode Pengujian Kuat Tekan Batako.....	40
3.4.3.	Metode Penyerapan Air Batako.....	41
3.5.	Rencana Jumlah Komposisi Campuran Batako	42
3.6.	Populasi Benda Uji	43
3.7.	Bagan Alur Studi Penelitian.....	45

	3.8. Metode Pengumpulan Data	46
	3.9. Teknik Analisa Data.....	46
	3.10. Analisa Data	46
BAB IV	PERSIAPAN DATA PENELITIAN	48
	4.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Material	48
	4.1.1. Lumpur Lapindo	48
	4.1.2. Semen Portland	48
	4.1.3. Fly Ash	50
	4.2. Perhitungan Komposisi Campuran Batako	51
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	54
	5.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tarik Aksial	54
	5.1.1. Pengujian Mortar	54
	5.1.2. Pengujian Kuat Tarik Aksial	56
	5.2. Pengujian Kuat Tekan Batako dan Daya Serap Air Batako	57
	5.2.1. Pengujian Kuat Tekan Batako	57
	5.2.2. Pengujian Daya Serap Air Batako	63
	5.3. Pengujian Interval Kepercayaan	65
	5.3.1. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan Mortar.....	65
	5.3.2. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial.....	68
	5.3.3. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan Batako.....	71
	5.3.4. Pembahasan Pengujian Interval Kepercayaan Daya Serap Air Batako.....	74
	5.4. Pengujian Hipotesis.....	77
	5.4.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Batako.....	77
	5.4.2. Pengujian Hipotesis Daya Serap Air Batako.....	81
	5.5. Analisa Regresi dan Pembahasan	84
	5.5.1. Analisa Regresi Kuat Tekan Batako.....	84

5.5.2.	Analisa Regresi Daya Serap Air Batako.....	86
5.5.3.	Analisa Regresi Gabungan Antara Kuat Tekan Batako Dengan Penyerapan Air Batako.....	88
5.6.	Perbandingan dan Pembahasan.....	90
5.6.1.	Kuat Tekan.....	90
5.6.2.	Daya Serap Air Batako.....	91
BAB VI	PENUTUP	92
6.1.	Kesimpulan	92
6.2.	Saran	93
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Syarat – Syarat Fisis Batako.....	9
Tabel 2.2. Kandungan Kimia Lumpur Lapindo	12
Tabel 2.3. Komposisi Kimia Abu Terbang Batubara (fly ash).....	19
Tabel 3.1. Jumlah Benda Uji Tiap Perlakuan Dengan Ukuran 39x10x19	43
Tabel 3.2. Jumlah Benda Uji Mortar	44
Tabel 4.1. Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland	50
Tabel 5.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	54
Tabel 5.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial.....	56
Tabel 5.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako dengan 0% Fly Ash	58
Tabel 5.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako dengan 10% Fly Ash	61
Tabel 5.5. Hasil Uji Daya Serap Batako.....	64
Tabel 5.6. Data Hasil Uji Kuat Tekan Mortar	66
Tabel 5.7. Interval Kepercayaan Kuat Tekan Mortar.....	67
Tabel 5.8. Data Pengujian Kuat Tekan Mortar Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	68
Tabel 5.9. Data Pengujian Kuat Tarik Aksial.....	69
Tabel 5.10 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial.....	70
Tabel 5.11. Data pengujian kuat tarik aksial Setelah dilakukan pengujian interval kepercayaan.....	71
Tabel 5.12. Data Pengujian Kuat Tekan Batako	72

Tabel 5.13. Interval Kepercayaan Kuat Tekan Batako	73
Tabel 5.14. Data pengujian kuat tekan batakoSetelah dilakukan pengujian interval kepercayaan.....	74
Tabel 5.15. Data Hasil Uji Daya Serap Air Batako.....	75
Tabel 5.16. Interval kepercayaan penyerapan air batako	76
Tabel 5.17. Hasil uji daya Serap air batako setelah dilakukan pengujian interval kepercayaan.....	77
Tabel 5.18. Hasil pengujian nilai kuat tekan batako.....	78
Tabel 5.19. Analisa varian untuk kuat tekan batako.....	80
Tabel 5.20. Data Hasil pengujian nilai penyerapan air batako.....	81
Tabel 5.21. Analisa varian untuk daya serap air batako	83
Tabel 5.22. Daftar Nilai yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Batako.....	84
Tabel 5.23. Daftar Nilai yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Daya Serap Air Batako	87

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Batako Dengan 0% Fly Ash.....	59
Grafik 5.2. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Batako Dengan 10% Fly Ash.....	62
Grafik 5.3. Grafik Analisa Regresi 0% - 55% Kuat Tekan Batako	86
Grafik 5.4. Grafik Analisa Regresi 0% - 55% Daya Serap Air Batako	88
Grafik 5.5. Grafik Analisa Regresi Gabungan Antara Kuat Tekan Batako Dengan Daya Serap Air Batako	89
Grafik 5.5. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Batako 0% fly ash - 55% penambahan fly ash.	90
Grafik 5.6. Grafik Perbandingan Daya Serap Air Batako 0% - 55% Penyerapan Air batako	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ukuran Batako yang Akan di Uji	9
Gambar 2.2. Lumpur Lapindo	12
Gambar 2.3. Abu Terbang Batubara (fly ash)	18
Gambar 2.4. Sampel Kubus dan Briquette.....	20
Gambar 3.1. Ukuran Batako yang Akan di Uji.....	29
Gambar 3.2. Aparatus untuk pemeriksaan kuat tekan mortar.....	31
Gambar 3.3. Aparatus untuk pemeriksaan kuat tekan batako.....	32
Gambar 3.4. Aparatus untuk pemeriksaan penyerapan air batako.....	33
Gambar 3.5. Campuran batako dimasukkan kedalam cetakan.....	36
Gambar 3.6. Pemadatan campuran batako	37
Gambar 3.7. Pengangkatan cetakan	37
Gambar 3.8. Pengujian kuat tekan Mortar	39
Gambar 3.9. Pengujian kuat tarik aksial	39
Gambar 3.10. Pengujian kuat tekan batako	40
Gambar 3.11. Perendaman batako.....	41
Gambar 3.12. Batako di angkat dari bak perendam.....	42
Gambar 5.1. Pengujian kuat tekan Mortar.....	54
Gambar 5.2. Pengujian kuat tarik aksial.....	56
Gambar 5.3. Pengujian kuat tekan batako.....	60
Gambar 5.4. Pengujian kuat tekan batako.....	61

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji (cm)
E_y	= Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen
f'cr	= Kuat Tekan Beton Rata-Rata (Kg/cm ²)
f'c	= Kuat Tekan hancur (Kg/cm ²)
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
R²	= koefisien determinasi
R_y	= Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk rata-rata
s	= Standart Deviasi
W₁	= Berat basah (kg)
W₂	= 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 dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Institut Teknologi Nasional Malang, dari pengujian 500 gr Lumpur Lapindo dengan berat kering mengandung 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 ternyata 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 (10%) 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 mencemari 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

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

1. Apakah penambahan fly ash dengan variasi 10% berpengaruh terhadap kuat tekan Batako ?
2. Apakah dengan adanya pemanfaatan lumpur Lapindo dan Fly Ash dapat meningkatkan mutu batako ?
3. Berapa besar prosentase daya resapan air (absorpsi) pada batako jika ada penambahan campuran fly ash sebesar 10% ?

1.4. Tujuan Penelitian

1. Dengan adanya penambahan variasi fly ash sebesar 10% 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 10% dapat berpengaruh positif terhadap daya serap air (absorpsi) 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 kontribusi dari hasil penelitian,
3. Memberikan masukan pada ilmu pengetahuan.

1.6. Batasan Penelitian

1. Pengujian kuat tekan batako dengan adanya penambahan fly ash dari Paiton dengan variasi 10% terhadap penggunaan lumpur Lapindo,
2. Semen yang digunakan adalah semen Gersik,
3. Bahan utama yang digunakan adalah lumpur Lapindo,
4. Pengujian daya serap air batako dengan adanya penambahan fly ash dari Paiton dengan variasi 10% 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 10%.
- 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). Melakukan 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 (f_c') = 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 (f_c') = 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 (f_c') = 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 (f_c') = 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)

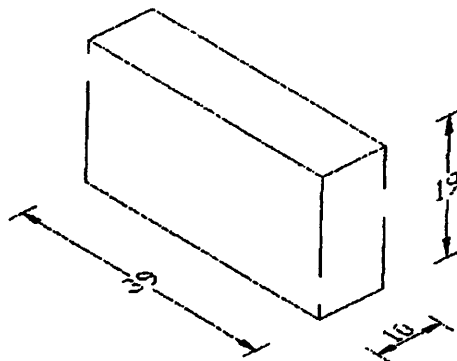
Syarat-syarat Batako Menurut SNI 03-0349-1989. Syarat-syarat fisis batako adalah sebagai berikut;

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

Kandungan Kimia (%)	Nama Material	Lumpur Lapindo
	SiO ₂	53,08
	CaO	2,07
	Fe ₂ O ₃	5,6
	Al ₂ O ₃	18,27
	TiO ₂	0,57
	MgO	2,89
	Na ₂ O	2,97
	K ₂ O	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/cm³.

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 mengeras 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 (SiO_2), Aluminium Oksida (Al_2O_3), Besi Oksida (Fe_2O_3) 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 portland adalah : Kapur (CaO) : 60 – 66 %, Silika (SiO₂) : 16 – 25 %, Alumina (Al₂O₃) : 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 (SiO_2), alumina, (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3), sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang. Rumus empiris abu terbang batubara ialah: $\text{Si}_{1.0}\text{Al}_{0.45}\text{Ca}_{0.51}\text{Na}_{0.047}\text{Fe}_{0.039}\text{Mg}_{0.020}\text{K}_{0.013}\text{Ti}_{0.011}$

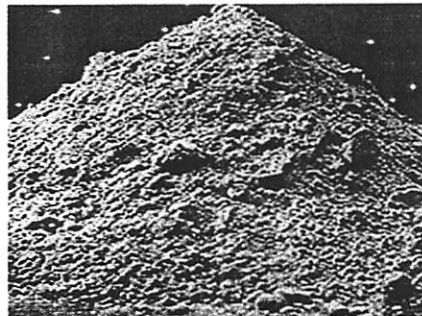
Sifat kimia dari abu terbang batubara dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar dan teknik penyimpanan serta penanganannya. Pembakaran batubara lignit dan sub-bituminous menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida lebih banyak daripada bituminous. Namun, memiliki kandungan silika, 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/m^3 dan luas area spesifiknya (diukur berdasarkan metode permeabilitas udara Blaine) antara 170 sampai 1000 m^2/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.

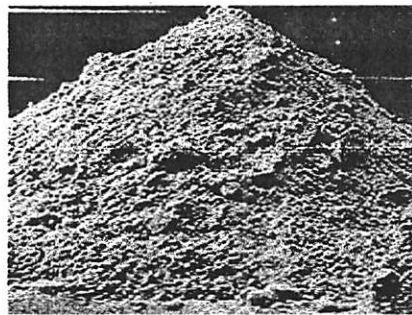
Fly ash pada masa kini dipandang sebagai limbah pembakaran batubara. Penanganan abu terbang masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong. Hal ini berpotensi bahaya bagi lingkungan dan masyarakat sekitar seperti, logam-logam dalam abu terbang terekstrak dan terbawa ke perairan, abu terbang tertiuip 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

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

Abu terbang termasuk bahan pozolan buatan yang memiliki sifat pozolanik. Sifat abu terbang tersebut membuat abu terbang dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen dan bahan tambah untuk bangunan yang dapat meningkatkan ketahanan/keawetan beton terhadap ion sulfat dan juga menurunkan panas hidrasi semen. Selain itu, “fly ash” juga memiliki keunggulan lain seperti bisa mencegah “crack” atau keretakan pada beton. “Fly ash” juga dapat menjadi bahan yang dapat mereduksi air sehingga dapat menambah tegangan kekuatan.

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

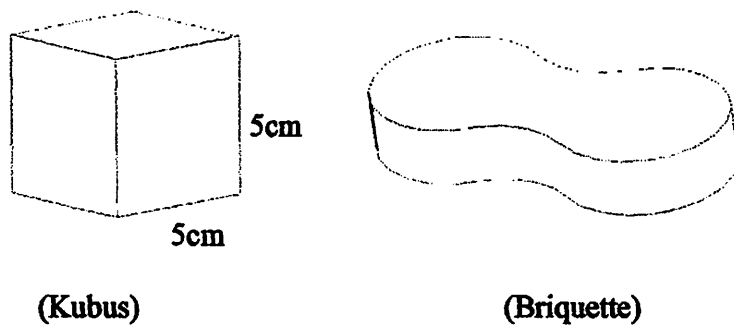
Komponen	Bituminous	Sub-bituminous	Lignite
SiO ₂	20-60%	40-60%	15-45%
Al ₂ O ₃	5-35%	20-30%	10-25%
Fe ₂ O ₃	10-40%	4-10%	4-15%
CaO	1-12%	5-30%	15-40%
MgO	0-5%	1-6%	3-10%
SO ₃	0-4%	0-2%	0-10%
Na ₂ O	0-4%	0-2%	0-6%
K ₂ O	0-3%	0-4%	0-4%
LOI	0-15%	0-3%	0-5%

***) Sumber : Browsing Internet, bahan kimia fly ash**

2.5. Pengujian Mortar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan :

- kekuatan tekan mortar semen portland dengan contoh benda uji berbentuk kubus berukuran (5 x 5 x 5) cm.
- Kekuatan tarik aksial mortar semen portland dengan contoh benda uji Briquette.



Gambar 2.4. : Sampel Kubus dan Briquette

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 α 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 $\pm Z$ 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 : $H_o : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

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 ruang 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 (H_0) : yaitu hipotesis yang menyatakan suatu kesamaan atau tidak adanya perbedaan antara dua kelompok atau lebih permasalahan yang dihadapi.

Secara operasional dapat ditulis : $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

- 2. Hipotesis alternatif (H_a): yaitu hipotesis yang menyatakan kebalikan dari hipotesis nihil.

Secara operasional dapat ditulis : $H_a : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$

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 sebesar $\frac{1}{2}$.

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

Di mana : $N! = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times (N-1) \times N$

N! Dibaca N Faktorial.

b. Distribusi Poisson (σ^2)

Distribusi? Poisson 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 tersebut, dapat diabaikan

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

Di mana : $x = 0, 1, 2, 3, \dots$,

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

λ = 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:
$$Z = \frac{X - N\pi}{\sqrt{N\pi(1 \dots \pi)}}$$

d. **Distribusi Student (t)**

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

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

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 populasi yang 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: $f(u) = K \cdot u^{1/2p-1} e^{-1/2u}$

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:
$$f(F) = K \cdot \frac{F^{1/2(v_1-2)}}{\left(1 + \frac{v_1 F}{v_2}\right)^{1/2(v_1+v_2)}}$$

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.

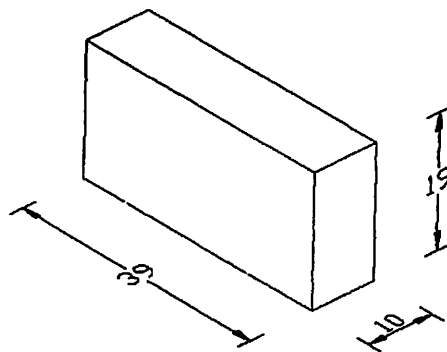
Analisis regresi merupakan salah satu analisis yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Dalam analisis regresi, variabel yang mempengaruhi disebut Independent Variable (variabel bebas) dan variabel yang dipengaruhi disebut Dependent Variable (variabel terikat). 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 Teknologi 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 Teknologi Nasional Malang. Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang perlu di perhatikan adalah sebagai berikut;

Penelitian ini digunakan secara umum dengan tahapan sebagai berikut :

- Mengumpulkan lumpur lapindo, sebagai pengganti agregat 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:

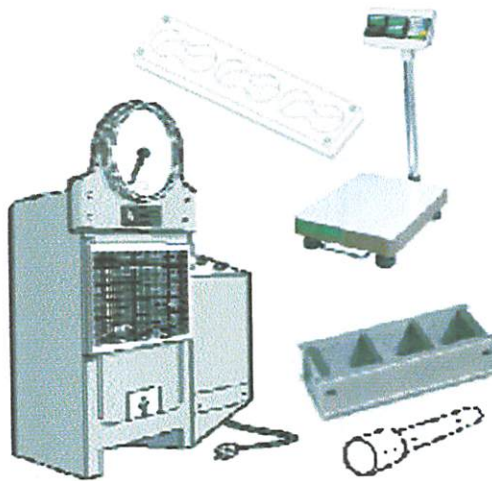
- Semen yang digunakan adalah semen Portland Ex PT. Gersik, dengan kemasan 50 kg,
- Agregat halus yang digunakan adalah Lumpur Lapindo,
- Digunakan air yang ada di Lab ITN,
- Dan Fly Ash sebagai bahan tambah.

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.

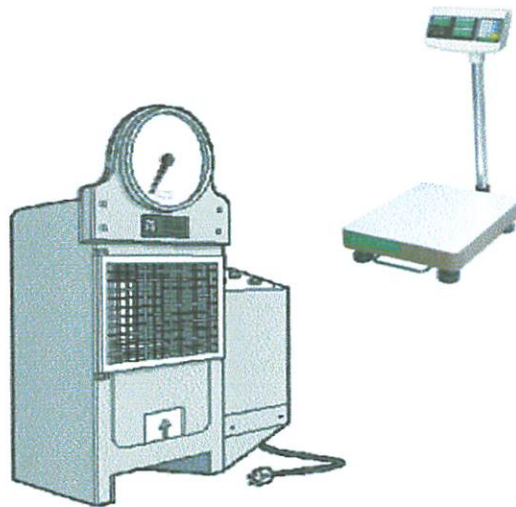


Gambar 3.2. : Aparatus untuk pemeriksaan kuat tekan mortar

3.2.2.2. Alat Pengujian Kuat Tekan dan Penyerapan Air Batako

- **Alat pengujian kuat tekan batako**

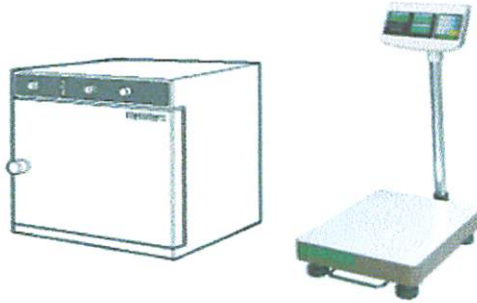
1. Timbangan sesuai dengan kebutuhan pengujian,
2. Mesin penguji tekan hidrolis dengan kapasitas sesuai kebutuhan.



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 $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$,
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 pelaksanaan

- 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, naikan 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 $5 \times 5 \times 5$ 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

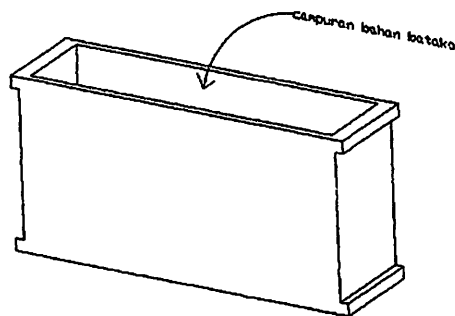
a. Tujuan

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

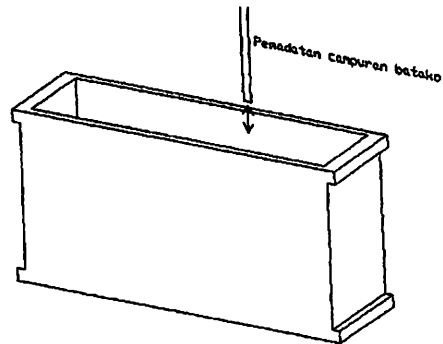
- Persiapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
- Persiapkan wadah yang cukup menampung volume bahan rencana.
- Masukkan lumpur lapindo ke dalam wadah.

- Dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk lakukan pencampuran
- 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.
- Masukkan campuran yang sudah merata ke dalam cetakan batako sebanyak $\frac{1}{2}$ tinggi cetakan,



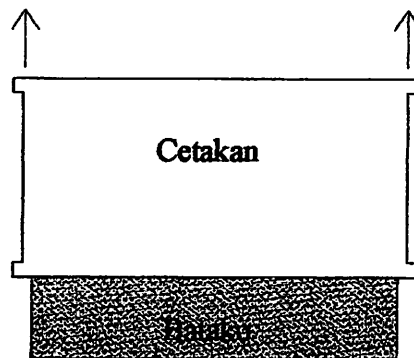
Gambar 3.5. : Campuran batako dimasukkan ke dalam cetakan

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



Gambar 3.6. : Pepadatan 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

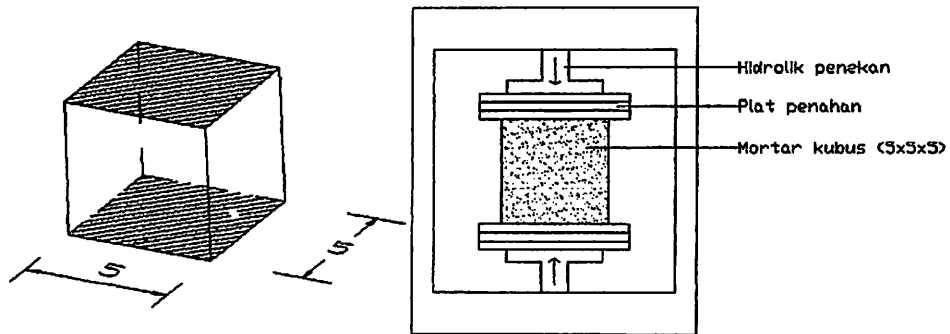
3.4.1. Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tarik Aksial

a. Tujuan

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

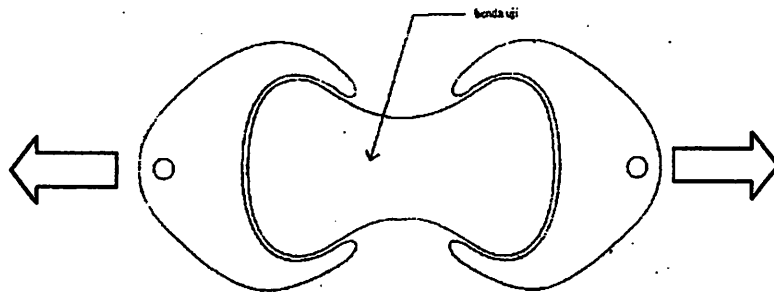
b. Pengujian

- 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,

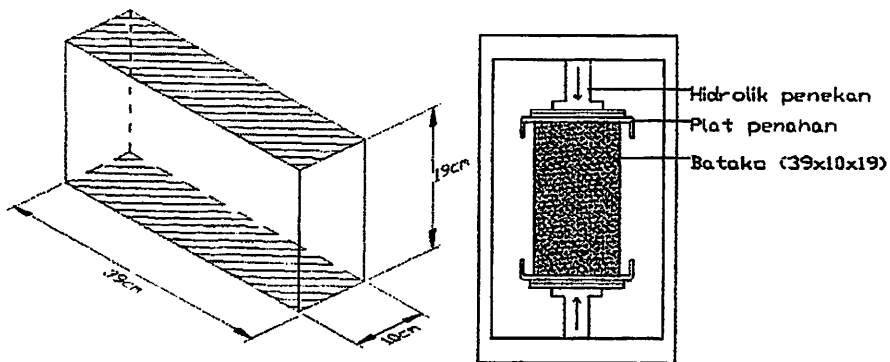
3.4.2. Metode Pengujian Kuat Tekan Batako

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 ditunjukkan 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.

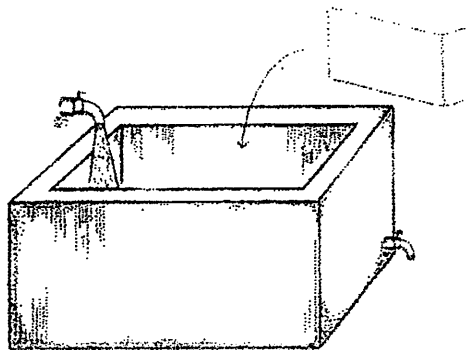
3.4.3. Metode Pengujian Penyerapan Air Batako

a. Tujuan

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

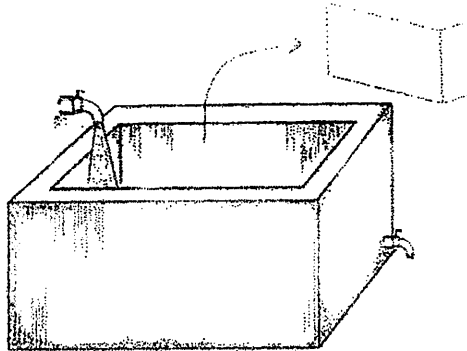
b. Pengujian

- 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 lembab tersebut,
- Benda uji tersebut di timbang (A). setelah itu benda uji dikeringkan di oven dengan suhu $\pm 5^{\circ}\text{C}$, 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 = 10% (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 disebut sampel.

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

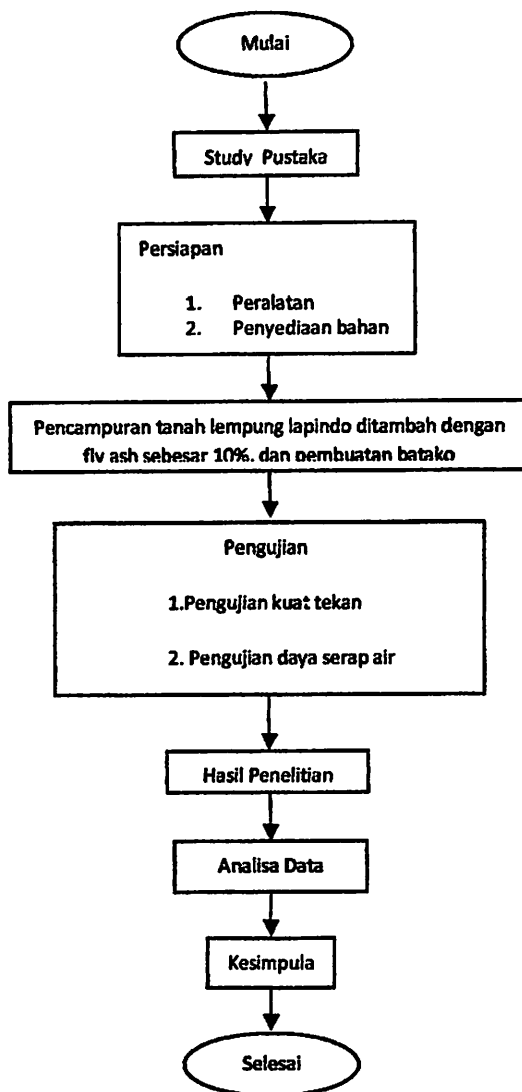
No	fly ash (%)	jenis pengujian	ukuran sampel (cm)	jumlah benda uji (buah)
1	0%	Kuat tekan	39x10x19	20 + 1 (cadangan)
		absorsi		3 + 1 (cadangan)
2	10%	Kuat tekan	39x10x19	20 + 1 (cadangan)
		absorsi		3 + 1 (cadangan)

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 variasi campuran Fly Ash terhadap batako.

3.10. Analisa Data

- **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 tekan pada benda uji dengan rumus sebagai berikut :

Hitungan kuat tekan dengan rumus : $\frac{P}{A}$ (kg/cm²).....(3.10.1)

Ket : P = Beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

- **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 lembab tersebut. Benda uji tersebut di timbang (A). setelah itu benda uji dikeringkan di oven dengan suhu $\pm 5^{\circ}\text{C}$, 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.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots(3.10.2)$$

Ket : W_1 = Benda uji dalam keadaan basah

W_2 = Benda uji dalam keadaan kering

BAB IV

PERSIAPAN DATA PENELITIAN

4.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Material

4.1.1. Lumpur Lapindo

Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh *Triono. Tugas Akhir ITN 2010*, diperoleh berat jenis lumpur Lapindo $2,447 \text{ gr/cm}^3$

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. Masukkan 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:

$$BJ = \frac{\text{Beratsemen} \times \gamma_w}{(V2 - V1)} = \frac{64 \times 1}{20,3} = 3,15 \text{ gr/cm}^3$$

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

γ_w = Berat isi air pada suhu 4°C = (1gr/cm³)

Dari hasil percobaan di dapatkan berat jenis semen 3,155 gr/cm³ dimana nilai ini memenuhi persyaratan yang telah ada yaitu antara 3,15 – 3,17 gr/cm³.

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: Si_{1.0}Al_{0.45}Ca_{0.51}Na_{0.047}Fe_{0.039}Mg_{0.020}K_{0.013}Ti_{0.011}.

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 tersebut dapat disimpulkan bahwa 1 kg (semen) : 4 kg (agregat halus)

- **Perhitungan Kebutuhan Bahan**

- **Kebutuhan Campuran dalam Pelaksanaan Pembuatan Batako**

1. **Volume Cetakan**

$$= P \times L \times T$$

$$= 39\text{cm} \times 10\text{cm} \times 19\text{cm}$$

$$= 7410 \text{ Cm}^3$$

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

2. Volume untuk setiap variasi

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

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

3. Volume untuk penambahan faktor keamanan 10%

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

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

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

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

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

$$= 0,09158 \text{ ton}$$

$$= 91,58 \text{ Kg}$$

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

$$= 0,28455 \text{ ton}$$

$$= 284,55 \text{ Kg}$$

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

$$= 17,443 \text{ kg}$$

$$= 17,443 \text{ Lt}$$

4. **Kebutuhan Fly Ash:** = 10% dari berat semen

$$= 91,58 \times (10/100)$$

$$= 9,158 \text{ Kg}$$

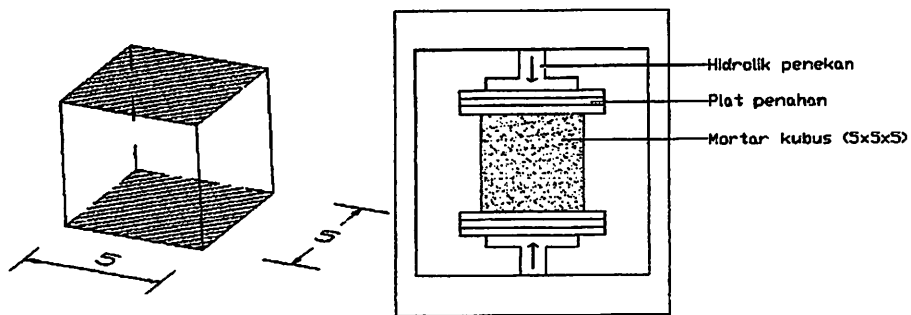
BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Pembahasan Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tarik Aksial

5.1.1. Pembahasan Pengujian Mortar

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



Gambar 5.1 : Pengujian kuat tekan mortar

No	Tanggal Buat	Tanggal Tes	Umur (hari)	Berat (gr)	Tekan hancur (kg)	Tekan Hancur riil (kg/cm ²)
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	1196

Tabel 5.1. Data hasil pengujian kuat tekan mortar

Keterangan:

Dimana: P = Beban Maksimum (kg)

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

- Contoh perhitungan:

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

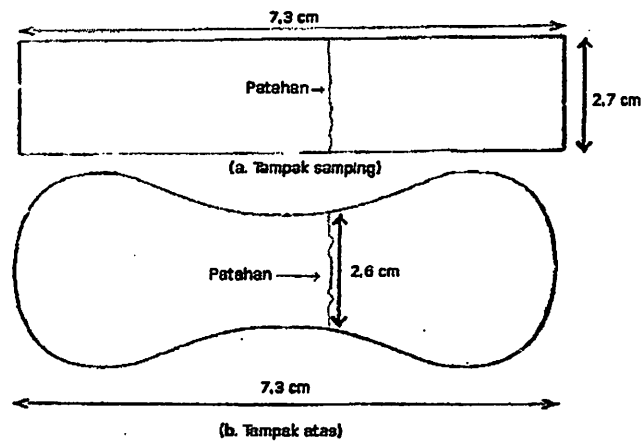
- Kuat tekan rata-rata:

$$F'_{cr} = \frac{\sum_1^{10} f'_{ci}}{n} = \frac{1196}{10} = 119,6 \text{ kg/cm}^2$$

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/cm²

5.1.2. Pembahasan 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. Data 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	221,38

Keterangan :

- Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang putus} &= \text{panjang patahan} \times \text{tebal patahan} \\ &= 2,6 \text{ cm} \times 2,7 \text{ cm} \\ &= 7,02 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

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

- Kuat tarik rata-rata:

$$F'_{cr} = \frac{\sum_1^{10} f'_{ci}}{n} = \frac{221,38}{10} = 22,138 \text{ kg/cm}^2$$

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 22,138 kg/cm²

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

5.2.1. Pembahasan Pengujian Kuat Tekan Batako

Hasil pengujian kuat tekan batako berupa data dimensi batako dan beban maksimum, selanjutnya dihitung luas bidang tekan (A). Kemudian

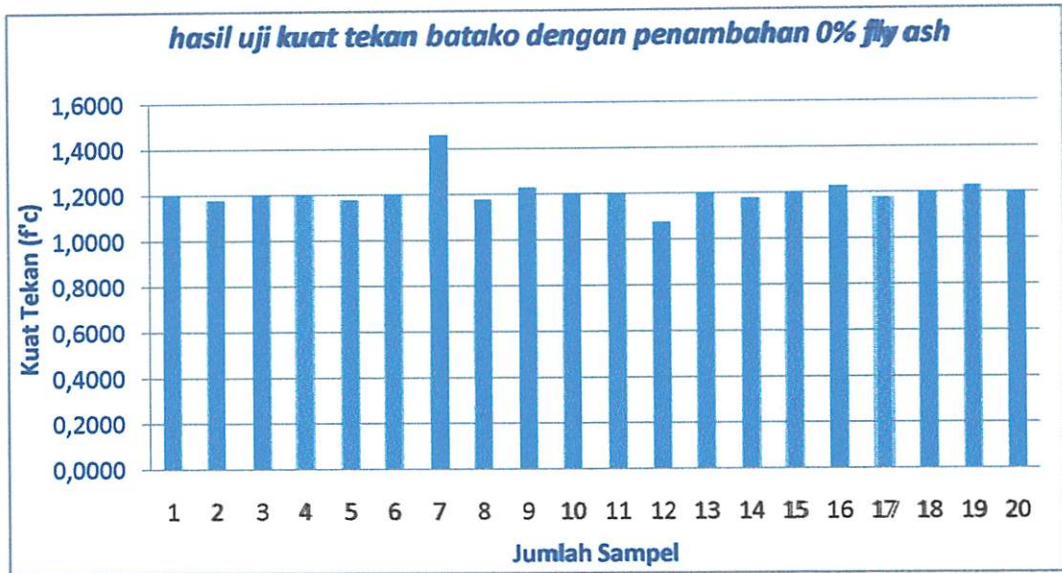
didapatkan hasil perhitungan kuat tekan batako. Sebagai acuan menurut SNI 03-0349-1989, adapun hasil dapat di lihat pada tabel di bawah ini:

a. Pengujian Kuat Tekan Batako Dengan 0% Fly Ash

Tabel 5.3. Data hasil pengujian kuat tekan batako dengan 0% fly ash

No	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	tekan Hancur (N)	Kuat Tekan Hancur (Mpa)	Kuat Tekan
								hancur (kg/cm ²)
1	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	47000	1.2051	12.2972
2	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.12	46000	1.1795	12.0356
3	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	47000	1.2051	12.2972
4	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	47000	1.2051	12.2972
5	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	46000	1.1795	12.0356
6	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.14	47000	1.2051	12.2972
7	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.12	57000	1.4615	14.9137
8	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	46000	1.1795	12.0356
9	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	48000	1.2308	12.5589
10	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	47000	1.2051	12.2972
11	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	47000	1.2051	12.2972
12	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	42000	1.0769	10.9890
13	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.13	47000	1.2051	12.2972
14	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.20	46000	1.1795	12.0356
15	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	47000	1.2051	12.2972
16	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	48000	1.2308	12.5589
17	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.36	46000	1.1795	12.0356
18	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	47000	1.2051	12.2972
19	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	48000	1.2308	12.5589
20	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	47000	1.2051	12.2972

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



Keterangan:

Dimana:

P = Beban Maksimum (N)

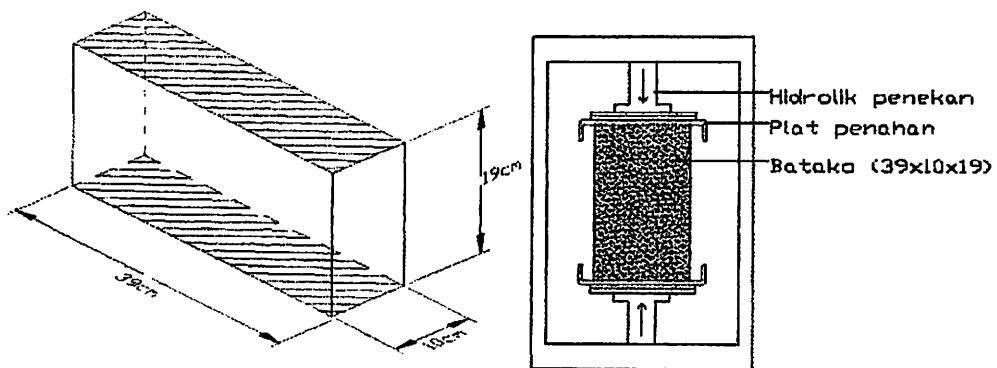
A = Luas permukaan benda uji (cm) = 39 x 10 = 39000 (mm²)

f'c = Kuat Tekan hancur (MPa)

n = Jumlah Sampel (buah)

- Contoh perhitungan:

$$\text{Kuat Tekan Hancur} = \frac{P}{A} = \frac{47000}{39000} = 1,2051 \text{ Mpa} = 12,972 \text{ Kg/cm}^2$$



Gambar 5.3. Pengujian Kuat Tekan Batako

$$f'_{cr \text{ Batako}} = \frac{\sum_{i=1}^{20} f'_{ci}}{n} = \frac{246,7294}{20} = 12,336 \text{ kg/cm}^2$$

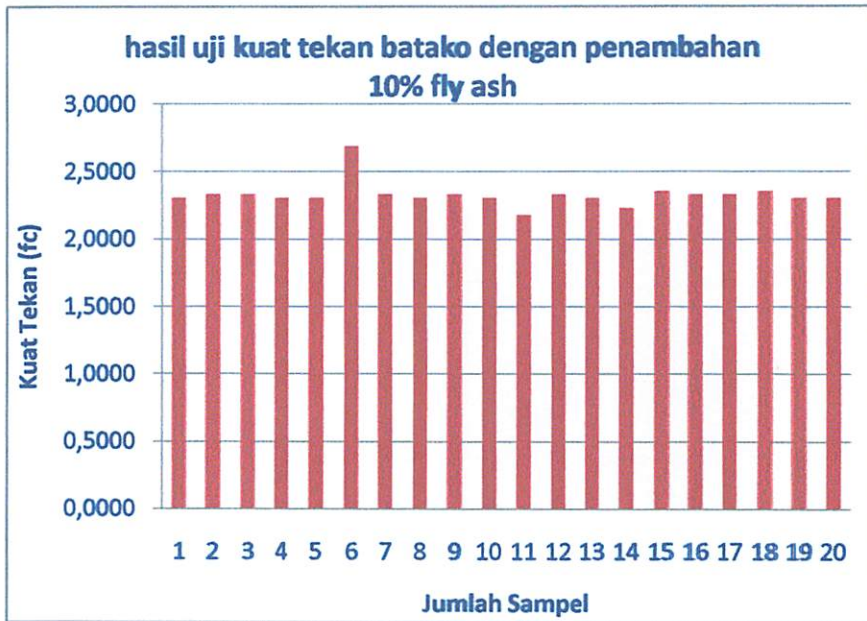
Dari hasil pengujian kuat tekan batako di atas, dapat disimpulkan bahwa kuat tekan rata-rata Batako lumpur Lapindo dengan penambahan fly ash 0% adalah sebesar 12,336 kg/cm².

b. Pengujian Kuat Tekan Batako Dengan 10% Fly Ash

Tabel 5.4. Data hasil pengujian kuat tekan batako dengan 10% fly ash

No	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk Benda Uji	Berat (kg)	tekan Hancur (N)	Kuat Tekan Hancur (Mpa)	Kuat Tekan hancur (kg/cm ²)
1	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	90000	2.3077	23.5479
2	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.12	91000	2.3333	23.8095
3	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	91000	2.3333	23.8095
4	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	90000	2.3077	23.5479
5	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	90000	2.3077	23.5479
6	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.14	105000	2.6923	27.4725
7	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.12	91000	2.3333	23.8095
8	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	90000	2.3077	23.5479
9	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	91000	2.3333	23.8095
10	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	90000	2.3077	23.5479
11	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	85000	2.1795	22.2397
12	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	91000	2.3333	23.8095
13	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.13	90000	2.3077	23.5479
14	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.20	87000	2.2308	22.7630
15	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	92000	2.3590	24.0712
16	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	91000	2.3333	23.8095
17	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.36	91000	2.3333	23.8095
18	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.11	92000	2.3590	24.0712
19	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	90000	2.3077	23.5479
20	9/28/2010	10/26/2010	28	39x10x19	9.10	90000	2.3077	23.5479

Grafik 5.2. hasil uji kuat tekan batako dengan 10% fly ash



Keterangan:

Dimana:

P = Beban Maksimum (N)

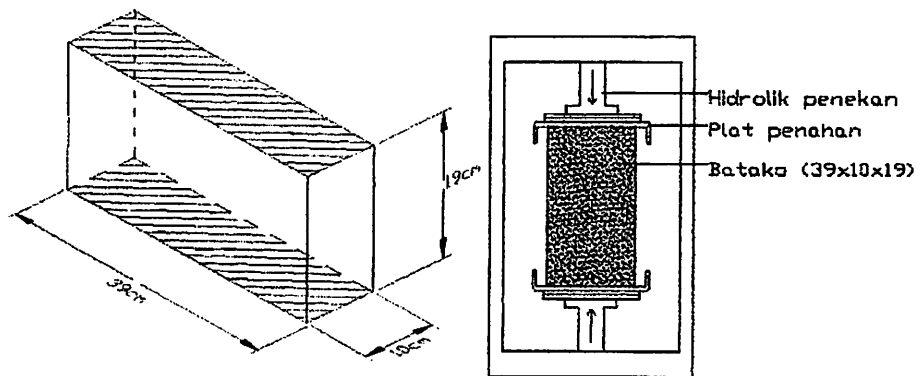
A = Luas bidang tekan (mm²) = 39 x 10 = 39000 (mm²)

f'ci = Kuat Tekan hancur (MPa)

n = Jumlah Sampel (buah)

- Contoh perhitungan:

$$\text{Kuat Tekan Hancur} = \frac{P}{A} = \frac{90000}{39000} = 2,308 \text{ Mpa} = 23,5479 \text{ kg/cm}^2$$



Gambar 5.4. Pengujian Kuat Tekan Batako

$$f'_{cr} \text{ Batako} = \frac{\sum_1^{20} f'_{ci}}{n} = \frac{475,6673}{20} = 23,783 \text{ kg/cm}^2$$

Dari hasil pengujian kuat tekan batako di atas, dapat disimpulkan bahwa kuat tekan rata-rata Batako lumpur Lapindo dengan penambahan fly ash 10% adalah sebesar 23,783 kg/cm².

5.2.2. Data 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	
10%	1	10.95	9.210	18.8925	18.856
	2	10.95	9.220	18.7636	
	3	10.94	9.200	18.9130	

Keterangan:

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

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

$$\text{Penyerapan air rata-rata} = \frac{\sum_1^3 W_1 - \sum_1^3 W_2}{\sum_1^3 W_2} \times 100\%$$

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

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

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)	Kuat Tekan Hancur riil (kg/cm ²)
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	1196

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$X = \frac{\text{Jumlah Kuat tekan}}{n}$$

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

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

$$= 2,2676$$

- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$

- $dk = n - 1 = 20 - 1 = 9$

- $t_{0,975} = 2,26$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned} &= x - \left(t_{0,975} \cdot x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} \cdot x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\ &= 119,6 - \left(2,26 \cdot x \frac{2,2676}{\sqrt{10}} \right) < \mu < 119,6 + \left(2,26 \cdot x \frac{2,2676}{\sqrt{10}} \right) \\ &= 117,9792 < \mu < 121,2208 \end{aligned}$$

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	$< \mu <$	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)	Kuat Tekan Hancur riil (kg/cm ²)
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	1196

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	221,38

Dibawah ini adalah contoh pengujian Interval kepercayaan kuat tekan

Batako limpur Lapindo:

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned} \bullet X &= \frac{\text{Jumlah Kuat tarik}}{n} \\ &= \frac{19,943 + \dots + 22,792}{10} = 22,138 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet S &= \sqrt{\frac{((19,943 - 22,138)^2 + \dots + (22,792 - 22,138)^2)}{10 - 1}} \\ &= 1,2998 \end{aligned}$$

$$\bullet P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$

$$\bullet dk = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

• $t_{0,975} = 2,26$

Dimana : \bar{X} = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 22,138 - \left(2,26 x \frac{1,2998}{\sqrt{10}} \right) < \mu < 22,138 + \left(2,26 x \frac{1,2998}{\sqrt{10}} \right) \\
 &= 21,2091 < \mu < 23,0665
 \end{aligned}$$

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

\bar{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 3 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	221,38

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	10% fly ash
1	1.2051	2.3077
2	1.1795	2.3333
3	1.2051	2.3333
4	1.2051	2.3077
5	1.1795	2.3077
6	1.2051	2.6923
7	1.4615	2.3333
8	1.1795	2.3077
9	1.2308	2.3333
10	1.2051	2.3077
11	1.2051	2.1795
12	1.0769	2.3333
13	1.2051	2.3077
14	1.1795	2.2308
15	1.2051	2.3590
16	1.2308	2.3333
17	1.1795	2.3333
18	1.2051	2.3590
19	1.2308	2.3077
20	1.2051	2.3077
X	1.2090	2.3308

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bullet X &= \frac{\text{Jumlah Kuat tekan}}{n} \\
 &= \frac{1,2051 + \dots + 1,2051}{20} = 1,2090 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$= 0,0677 \text{ MPa}$$

$$\bullet P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$

$$\bullet dk = n - 1 = 20 - 1 = 19$$

$$\bullet t_{0,975} = 2,093$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

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

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

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	0,0686	0,975	19	2,093	1,1773	< μ <	1,2406

Fly Ash 10%	2,3308	0,0944	0.975	19	2,093	2,28661	$< \mu <$	2,37493
----------------	--------	--------	-------	----	-------	---------	-----------	---------

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 5.14. Data pengujian kuat tekan batakoSetelah dilakukan pengujian interval kepercayaan

No	Kuat Tekan (Mpa)	
	0% fly ash	10% fly ash
1	1.2051	2.3077
2	1.1795	2.3333
3	1.2051	2.3333
4	1.2051	2.3077
5	1.1795	2.3077
6	1.2051	-
7	-	2.3333
8	1.1795	2.3077
9	1.2308	2.3333
10	1.2051	2.3077
11	1.2051	-
12	-	2.3333
13	1.2051	2.3077
14	1.1795	-
15	1.2051	2.3590
16	1.2308	2.3333
17	1.1795	2.3333
18	1.2051	2.3590
19	1.2308	2.3077
20	1.2051	2.3077

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	
10%	1	10.95	9.210	18.8925	18.856
	2	10.95	9.220	18.7636	
	3	10.94	9.200	18.9130	

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned} \bullet X &= \frac{\text{Penyerapan air}}{n} \\ &= \frac{19,0164 + 19,0034 + 18,8238}{3} \\ &= 18,948 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet S &= \sqrt{\frac{((19,0164 - 18,948)^2 + \dots + (18,8238 - 18,948)^2)}{3 - 1}} \\ &= 0,138 \end{aligned}$$

$$\bullet P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$

$$\bullet dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\bullet t_{0,975} = 4,303$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned} &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\ &= 18,948 - \left(4,303 x \frac{0,138}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 18,948 + \left(4,303 x \frac{0,138}{\sqrt{3}} \right) \\ &= 18,605 < \mu < 18,829 \end{aligned}$$

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	0,138	0,975	2	4,303	18,605	$< \mu <$	18,829
Fly Ash 10%	18,856	0,081	0,975	2	4,303	18,793	$< \mu <$	19,195

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi 0% - 10% 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	18.9478
	2	10.89	9.151	19.0034	
	3	10.87	9.148	18.8238	
10%	1	10.95	9.210	18.8925	18.8563
	2	10.95	9.220	18.7636	
	3	10.94	9.200	18.9130	

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		10% fly Ash		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	1.2051	1.45227	2.3077	5.32548	
2	1.1795	1.39122	2.3333	5.44429	
3	1.2051	1.45227	2.3333	5.44429	
4	1.2051	1.45227	2.3077	5.32548	
5	1.1795	1.39122	2.3077	5.32548	
6	1.2051	1.45227	-	-	
7	-	-	2.3333	5.44429	
8	1.1795	1.39122	2.3077	5.32548	
9	1.2308	1.51487	2.3333	5.44429	
10	1.2051	1.45227	2.3077	5.32548	
11	1.2051	1.45227	-	-	
12	-	-	2.3333	5.44429	
13	1.2051	1.45227	2.3077	5.32548	
14	1.1795	1.39122	-	-	
15	1.2051	1.45227	2.359	5.56488	
16	1.2308	1.51487	2.3333	5.44429	
17	1.1795	1.39122	2.3333	5.44429	
18	1.2051	1.45227	2.359	5.56488	
19	1.2308	1.51487	2.3077	5.32548	
20	1.2051	1.45227	2.3077	5.32548	
S Y	21.6409		39.5127		61.1536
S Y ²	26.0234		91.8436		117.8670
n	18		17		35

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m Y_{ij}^2 \\ &= 26.0234 + 91.8436 \\ &= 117.8670\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{61,1536^2}{35} \\ &= 106,8504\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{21,6409^2}{18} + \frac{39,5127^2}{17} \right) - 106,8504 \\ &= 11,0063\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 117.8670 - 106,8504 - 11,0063 = 0,0103\end{aligned}$$

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	117.8670	117.8670	35504,19355
Antar perlakuan	1	11,0063	11,0063	
Dalam Perlakuan	33	0,0103	0,00031	
Jumlah	35			

Nilai F dapat dicari dengan rumus :

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{11,0063}{0,00031}$$

$$= 35504,19355$$

Dalam tabel I pada buku *Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496)*, nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 35) = 4,12$, Jadi nilai $F_{hitung} = 35504,19355 > F_{tabel} = 4,12$. Dengan demikian H_a diterima H_o 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		10% fly Ash		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	19,0164	361,6235	18,8925	356,9266	
2	19,0034	361,1292	18,7636	352,0727	
3	18,8238	354,3354	18,9130	357,7016	
S Y	56,8436		56,5691		113,4127
S Y ²	1077,0881		1066,7009		2143,7889
n	3		3		6

Selanjutnya diperlukan :

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

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

$$= 1077,0881 + 1066,7009 = 2143,7889$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{113,4127^2}{6} = 2143,7400
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{56,8436^2}{3} + \frac{56,5691^2}{3} \right) - 2143,7400 \\
 &= 0,0126
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 2143,7889 - 2143,7400 - 0,0126 = 0,0363
 \end{aligned}$$

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	2143,789	2143,789	1,4000
Antar perlakuan	1	0,0126	0,0126	
Dalam Perlakuan	4	0,0363	0,0091	
Jumlah	6			

Nilai F dapat dicari dengan rumus :

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0,0126}{0,0091} = 1,4000$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 1 ; 6) = 5,99$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 1,4000 < F_{\text{tabel}} = 5,99$. Dengan demikian H_a ditolak H_o diterima, yang berarti bahwa tidak 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 ² Y	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 : $\hat{Y} = -0,000729x^2 + 0,1x + 1,285$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left(b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left(c \left\{ \sum X^2 Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right) \\ &= \left(0,1 \left\{ 5220740 - \frac{130 \times 15,5282}{5} \right\} \right) + \left(-0,000729 \left\{ 22749,455 - \frac{5350 \times 15,5282}{5} \right\} \right) \\ &= 7,362189 \end{aligned}$$

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

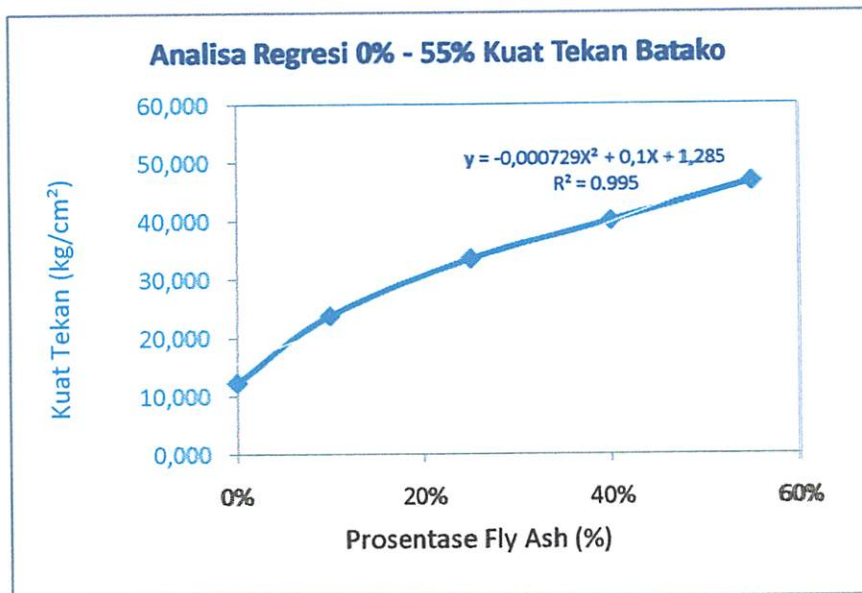
$$R^2 = \frac{JK(b|a)}{JK(E)} = \frac{7,362189}{7,398406} = 0,995$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat tekan dengan penambahan bahan tambahan menghasilkan persamaan $\hat{Y} = -0,000729x^2 + 0,1x + 1,285$ 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.



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 ² Y	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

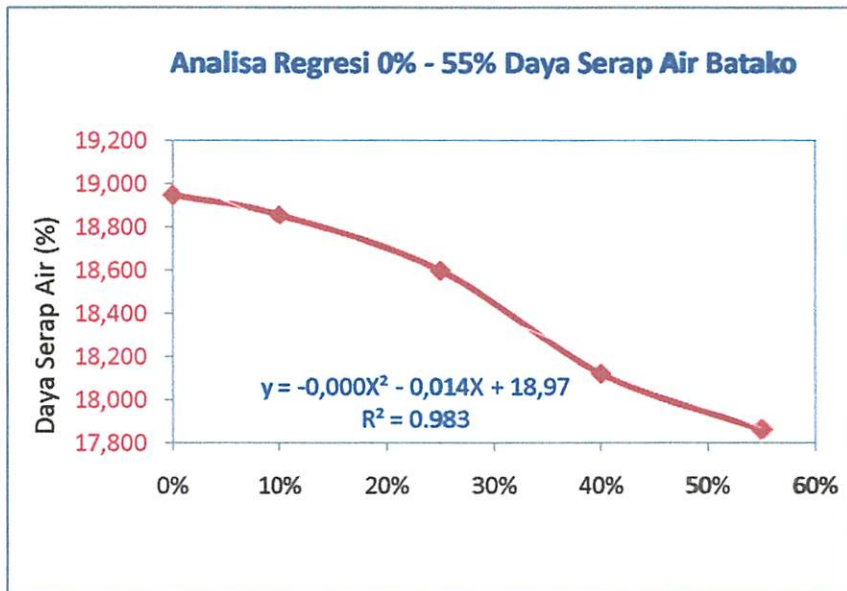
Maka didapat persamaannya: $\hat{Y} = -0,000x^2 - 0,014x + 18,97$

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

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan Penyerapan Air 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 penyerapan air 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:

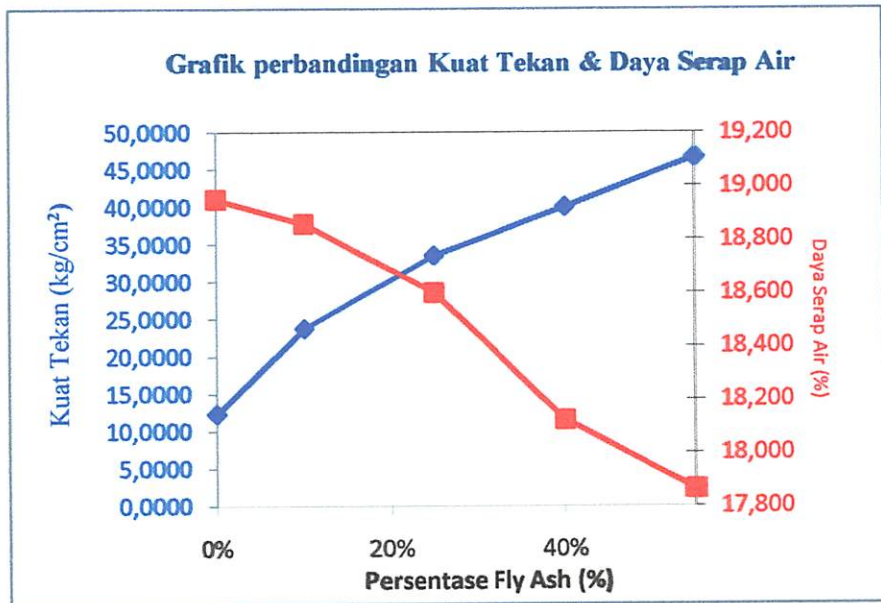
Grafik 5.4. Grafik Analisa Regresi 0% - 55% Penyerapan Air.



5.5.3. Analisa Regresi Gabungan antara Kuat Tekan Batako Dengan Penyerapan Air Batako.

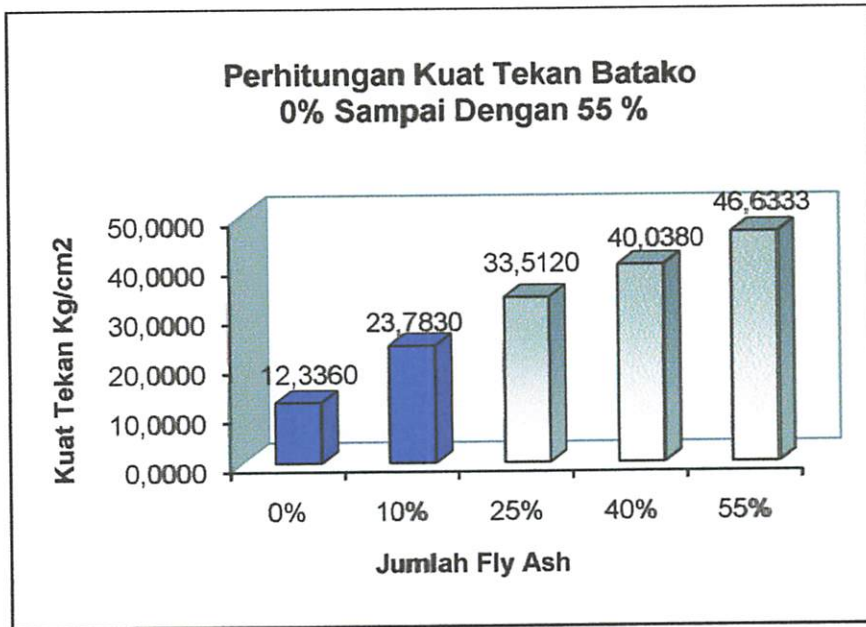
Data hasil pengujian keseluruhan mulai dari menentukan grafik kuat tekan di gabung dengan grafik penyerapan air kemudian diplotkan ke dalam grafik kuadratik yang menunjukkan hubungan antara variasi penambahan bahan tambahan terhadap kuat tekan dan daya serap air, Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik:

Grafik 5.5. Grafik Gabungan Analisa Regresi Kuat Tekan Dan Daya Serap Air



5.6. Perbandingan dan Pembahasan

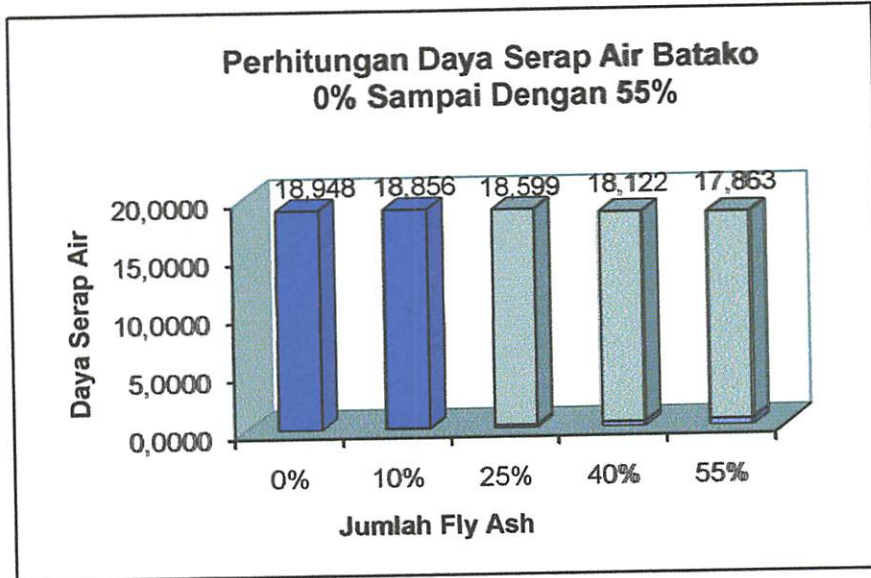
5.6.1. Perbandingan Kuat Tekan Batako 0% Fly Ash dengan 10% Fly Ash



Grafik 5.5. Grafik Perbandingan kuat tekan batako 0% fly ash - 55% penambahan fly ash.

Berdasarkan dari hasil pengujian dan hipotesis serta nilai regresi dari 0% - 10% didapat kenaikan rata-rata sebesar 11,447 kg/cm² ini diakibatkan karena pengaruh penambahan fly ash membuat batako menjadi lebih padat, 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 10%, dari 20 sampel benda uji rata – rata memiliki berat 9,10 kg. Nilai optimum kuat tekan batako tanpa campuran fly ash adalah sebesar 12,336 kg/cm², sedangkan untuk kuat tekan batako dengan campuran fly ash 10% adalah sebesar 23,783 kg/cm².

5.6.2. Perbandingan Daya Serap Air Batako 0% Fly Ash dengan 10% Fly Ash



Grafik 5.6. Grafik perbandingan daya serap air batako 0% - 55% Penyerapan Air Batako.

Dengan penambahan fly ash membuat batako menjadi lebih padat. Hal ini berpengaruh terhadap daya serap air yang semakin kecil. Hal ini dapat dilihat dari data pengujian daya serap air batako dari 0% - 55% yang nilai penurunannya sebesar 0,092%. 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 10% dari 3 sampel benda uji memiliki nilai rata – rata daya serap air sebesar 18,856 %. 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. 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, hal ini dapat dilihat di situ ada perubahan kenaikan nilai kuat tekan sebesar $11,447 \text{ kg/cm}^2$ dari nilai kuat tekan rata-rata batako dengan campuran fly ash 0% adalah $12,336 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan untuk batako dengan campuran fly ash 10% adalah $23,783 \text{ kg/cm}^2$ Tetapi jika di lihat dari syarat-syarat fisis batako untuk batako dengan tambahan fly ash 10% tidak masuk dalam mutu batako kelas I, II, III, maupun IV.
2. Dari hasil Uji hipotesis, penggunaan bahan tambah fly ash berpengaruh untuk meningkatkan sifat mekanis batako dari lumpur lapindo. Semakin besar prosentase penambahan fly ash, maka semakin besar nilai kuat tekan yang diperoleh.

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. Dapat kita lihat penurunannya sebesar 0,092% 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 10% adalah 18,856 %.

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 ash sebesar 55% menunjukkan peningkatan yang paling besar, penulis mengharapkan penelitian selanjutnya lebih mendetail dalam penambahan fly ash dalam campuran batako, supaya mencapai mutu yang

memenuhi syarat-syarat fisis batako terlebih lagi bisa mencapai mutu yg bagus yg nantinya bisa di aplikasikan untuk pembangunan dalam jangka panjang.

- 3. Untuk penelitian selanjutnya yang menggunakan lumpur lapindo sebagai pengganti agregat halus (pasir) dan fly ash sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan memperhatikan faktor cuaca dan proses pembuatan benda uji, agar hasilnya bisa maksimal.**

DAFTAR PUSTAKA

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

Aksih, Triono, Tugas Akhir ITN 2010. **Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Timbunan Bangunan.**

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/>

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/>

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

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

Sugiono, **Statika untuk Penelitian**, Bandung, 2006

LAMPIRAN

LAMPIRAN FOTO

1. LIMBAH LUMPUR LAPINDO



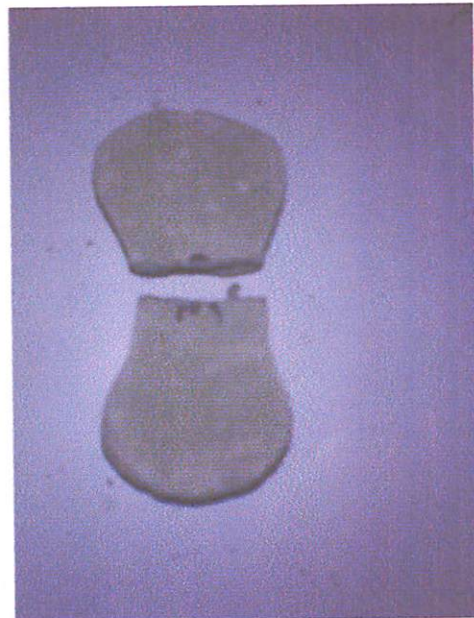
2. LIMBAH FLY ASH



- 3. PROSES PEMBUATAN BATAKO
- 4. PENGUJIAN MORTAR



- 5. PENGUJIAN KUAT TARIK AKSIAL



6. PENGUJIAN KUAT TEKAN BATAKO



7. PENGOVENAN BATAKO





BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

la hari Jum'at tanggal 14-05-2010 telah dilaksanakan Seminar Proposal
 ipsi Jurusan Teknik Sipil Jenjang Strata – 1 untuk mahasiswa :

Nama : EVI. DAMAYANTI. Y

NIM : 07 21 903

Judul : STUDY PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAH
FLY ASH (10%) PADA RENCANA CAMPURAN BATAKO DARI LUMPUR
LAPINDO.

l tersebut layak / tidak layak dijadikan materi Skripsi dengan nilai _____

en Pembahas :

Nama	Tanda Tangan
Ir. Bambang Wedyantadj, MT	
Ir. Togi H. Nainggolan, MS	
Ir. Eding Iskak I, MT	
Ir. A. Agus. Santoso, MT	

n Pembimbing :

Eding Iskak I, MT
Bambang Wedyantadj, MT

Malang, _____

Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1

Ir. H. Hirijanto, MT.
 NIP. Y. 1018800182



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

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

NAMA : EVI DAMAYANTI
NIM : 07.21.903
DOSEN PEMBIMBING : Ir. BAMBANG WEDYANTADJI, MT.
JUDUL :

“STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN
TAMBAHAN FLY ASH (10%) PADA RANCANGAN CAMPURAN
BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO“

No	Tanggal	Keterangan	T. Tangan
	←	ada 9 mayu Seminar	



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

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

NAMA : **EVI DAMAYANTI**
NIM : **07.21.903**
DOSEN PEMBIMBING : **Ir. EDING ISKAK IMANANTO, MT.**
JUDUL :

“ **STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN
TAMBAHAN FLY ASH (10%) PADA RANCANGAN CAMPURAN
BATAKO DARI LUMPUR LAPINDO** ”

No	Tanggal	Keterangan	T. Tangan
1	05/11 02	<p>Bab I & II → selesai proposal</p> <p>⊕ teori & rumus uji hipotesis → pakai uji F? → interval kepercayaan (= validasi data) pakai distribusi t?</p> <p>ele kata² & kalimat.</p> <p>sumber data deklaran ds. tabel/gambar</p> <p>hasil² penelitian → ok</p> <p>pembahasan → uji F → ok</p> <p>kesimpulan → validasi data → pakai t? → ele dg. R.M.</p>	
2	07/11 02	<p>pembahasan & kesimpulan → ok</p> <p>skripsi → ok</p> <p>sipton y. seminar hasil & ujian</p>	



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I (PERSERO) MALANG
KAMPUS NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN -195/I.TA/1/2009
Empiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

29 Juni 2010

Ditujukan kepada Yth : **Bapak. Ir. Bambang Wedyantadji. MT.**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : *Evi Damayanti Y.*
NIM : *07.21.903.*
Jurusan : Teknik Sipil (S-1).

Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :

“ Studi penelitian pengaruh pemanfaatan bahan tambah fly ash (10 %) pada rencana campuran batako dari Lumpur Lapindo “.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : ----- s/d ----- . Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan



Handwritten initials/signature

Disembuskan Kepada Yth :
1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arcin



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

omor : ITN – 194/I.TA/1/2011
ampiran : -
rihal : Bimbingan Skripsi

01 Pebruari 2011

epada Yth : Bapak. Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
Dosen Institut Teknologi Nasional
Di –

MALANG

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : *Evy Damayanti Y.*
NIM : *07.21.903.*
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
“ Studi penelitian pengaruh pemanfaatan bahan tambah fly ash 10 % pada rencana campuran batako dari Lumpur Lapindo “.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : ----- S/d ----- . Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang dinyatakan **GUGUR.**

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan

PERPANJANGAN

[Signature]
Ir. H. Hirijanto, MT
NIP. Y. 101 8800182

Pembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

ISERO) MALANG
IGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

29 Juni 2010

: ITN -195/I.TA/1/2009

: -
: Bimbingan Skripsi

: Bapak. Ir. Eding Iskak Imananto. MT.
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : *Evi Damayanti Y.*
NIM : *07.21.903.*
Jurusan : Teknik Sipil (S-1).

Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :

“ Studi penelitian pengaruh pemanfaatan bahan tambah fly ash (10 %) pada rencana campuran batako dari Lumpur Lapindo “.

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : -----^s/_d----- . Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan

Hirijanto
28/6/10

Ir. H. Hirijanto, MT
NIP. Y. 101 8800182

usan Kepada Yth :
Wakil Dekan I FTSP.
Arsip



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Formor : ITN – 194/I.TA/1/2011
Tempiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

01 Pebruari 2011

Kepada Yth : **Bapak. Ir. Eding Iskak Imananto, MT.**
Dosen Institut Teknologi Nasional
Di –

MALANG

Dengan Hormat,

Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan Saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : *Evy Damayanti Y.*
NIM : *07.21.903.*
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :

“ Studi penelitian pengaruh pemanfaatan bahan tambah fly ash 10 % pada rencana campuran batako dari Lumpur Lapindo “.


Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : ----- S/d ----- . Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka Mahasiswa yang dinyatakan **GUGUR.**

Demikian atas perhatiannya kami disampaikan banyak terima kasih.

Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan

PERPANJANGAN


Ir. H. Hirijanto, MT
NIP. Y. 101 8800182

Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip



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 : Evy Damayanti

NIM : 0721908

Hari / tanggal : Sabtu / 19 Feb 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

1. Grafik \rightarrow $0 - 55\%$

2. Kesimpulan lengkap

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

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 20 Februari 2011

Dosen Pembahas

[Signature]

Malang, 19 Feb 2011

Dosen Pembahas

[Signature]
 (Toni H.N.)



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

**SEMINAR HASIL SKRIPSI
 PRODI TEKNIK SIPIL S-1**

FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG PENELITIAN

Nama : EVI DAMAYANTI
 NIM : 07-21-903
 Hari / tanggal : SABTU / 19-02-2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Revisi isi fly A.

Aey

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

Pengampunan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2011
 Dosen Pembahas

Malang, _____ 2011
 Dosen Pembahas

(*A*)

(*A*)



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG _____

Nama : _____

NIM : _____

Hari / tanggal : _____ / _____


baikan materi Skripsi meliputi :


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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010
 Dosen Penguji

Malang, _____ 2010
 Dosen Penguji







FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG Perumahan

Nama : Evi D.Y.
 NIM : 0721003
 Hari / tanggal : Kamis, 24-02-2011.

baikan materi Skripsi meliputi :

- 1) hal 81, 83, 82, 83, 85, 86, 87
- 2) perbaikan - layout - k. Tabel
- 3) Sahkan cek ^{ke} daftar -
 Nama yg benar → ke/cari.

Baikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian
 dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Sebelum Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 4 Maret 2011
 Dosen Penguji

St. L...
Toni

Malang, 24-02 2011
 Dosen Penguji

St. L...
Toni