

PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH 9% DAN SILICA FUME
9% PADA BETON KEKUATAN 500 kg/cm²

5002
71118



TEKNIK SIPIL

Dibuat untuk memenuhi syarat tugas akhir
Jurusan Teknik Sipil dan Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

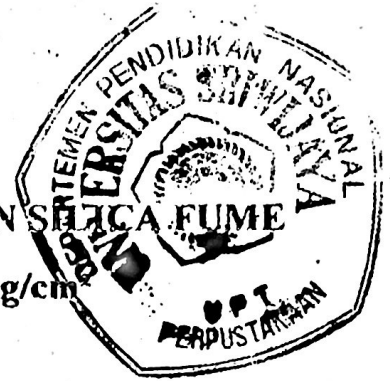
DENNY

03003110039

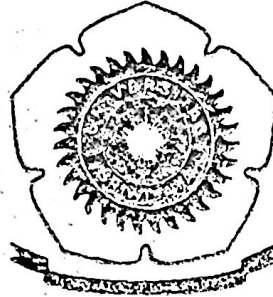
JURUSAN TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2005

S
624.683 407
Denn
P
2005



**PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH 9% DAN SILICA FUME
9% PADA BETON KEKUATAN 800 kg/cm³**



R. 13023
13305

TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

DENNY

03003110039

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2005

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : DENNY
NIM : 03003110039
Jurusan : TEKNIK SIPIL
Judul Tugas Akhir : PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH 9%
DAN SILICA FUME 9% PADA BETON
KEKUATAN 800 kg/cm²

Palembang, September 2005

Pembimbing Tugas Akhir



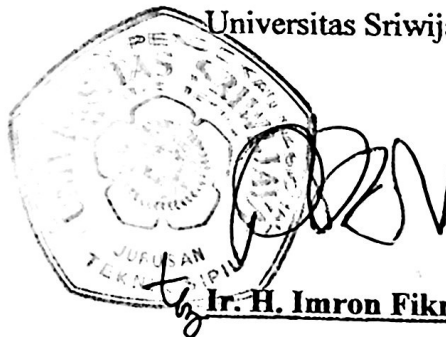
Dr. Ir. Hanafiah, MS
NIP. 131 477 192

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : DENNY
NIM : 03003110039
Jurusan : TEKNIK SIPIL
Judul Tugas Akhir : PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH 9%
DAN SILICA FUME 9% PADA BETON
KEKUATAN 300 kg/cm²

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Universitas Sriwijaya



Ir. H. Imron Fikri Astira, MS

NIP. 131 472 645



SURAT KETERANGAN
No. Khusus / FT- TS / 2005

Dosen Penguji Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa :


NAMA : DENNY
NIM : 03003110039
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL TUGAS AKHIR : PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH 9% DAN
SILICA FUME 9% PADA BETON KEKUATAN 800 kg/cm²

Adalah benar telah menyelesaikan Sidang Sarjana dan telah melakukan perbaikan. Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya dan dapat dipergunakan sebagai mestinya.

TIM PENGUJI


1. Tanggal : September 2005

Dosen Penguji


DR. Ir. Maulid M. Iqbal, MS
NIP. 131 804 345

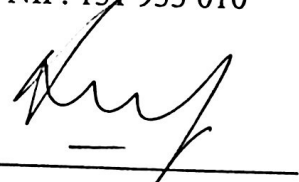
2. Tanggal : September 2005

Dosen Penguji


Ir. Tuter Lusetyawati, M.F.
NIP. 131 933 010

MENGETAHUI

Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Hanafiah, MS
NIP. 131 477 192

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga tugas akhir yang berjudul “PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH 9% DAN SILICA FUME 9% PADA BETON KEKUATAN 800 kg/cm² “ dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Selama penulisan tugas akhir ini, Penulis banyak menerima saran, penjelasan dan informasi yang sangat berguna dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Hasan Basri selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak Dr. Ir. Muhamad M. Iqbal, Ms, selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Ketua Laboratorium Bahan Dan Beton Jurusan Teknik Sipil.
4. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, MS selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Dosen-dosen dan pegawai Jurusan Teknik Sipil.
6. Bapak Jon, Ayuk Okta, dan anak laboratorium Indo Beton.
7. Bapak Mascik kepala laboratorium PT Semen Batu Raja
8. Bapak Soedjarwo kepala laboratorium PU Bina Marga
9. Bapak Yuhans, Bapak Ivano, dan Ibu Ros dari PT Fosroc Indonesia
10. Rekan-rekan dalam penelitian Armadi, David, Dona, Jontor, Juwadi, Novan, Rina, dan Shandy.
11. Bapak Herman dan Ibu Erce Taslim yang telah memberikan dukungan bagi penulis.
12. Rekan-rekan angkatan 2000 yang secara langsung maupun tak langsung telah memberikan bantuan.
13. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulisan laporan tugas akhir ini telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menggali dan menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama kuliah, namun penulis menyadari bahwa *tak ada gading yang tak retak*. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Palembang, 17 Agustus 2005

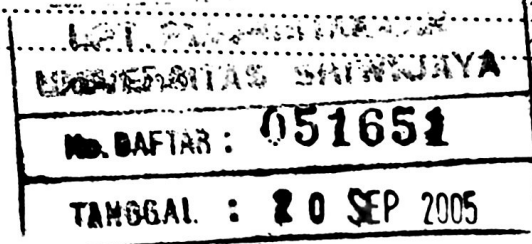
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
ABSTRAK.....	xi

BAB I	PENDAHULUAN.....	1
1.1.	Latar Belakang.....	1
1.2.	Perumusan Masalah.....	2
1.3.	Tujuan Penelitian.....	2
1.4.	Metodologi Penelitian.....	3
1.4.	Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5.	Sistematika Penulisan.....	4

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1.	Pengertian Beton.....	5
2.2.	Material Pembentuk Beton.....	5
2.2.1.	Semen.....	6
2.2.2.	Agregat Halus.....	11
2.2.3.	Agregat Kasar.....	13
2.2.4.	Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>).....	14
2.2.4.1.	Pengaruh abu Terbang.....	15
2.2.4.2.	Dosis Abu Terbang.....	15
2.2.5.	<i>Silica Fume</i>	17
2.2.6.	Air.....	19
2.2.7.	Bahan Tambahan Kimia.....	20
2.3.	Rasio Air Semen.....	21
2.4.	Perawatan Beton.....	22
2.5.	Modulus Elastisitas.....	22
2.6.	Pengujian Kuat Tekan.....	23
2.7.	Pola Keruntuhan.....	26



BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1.	Metode Rancangan Campuran Beton.....	28
3.2.	Persiapan Material.....	28
3.3.	Pembuatan Benda Uji.....	36
	3.5.1. Perencanaan Campuran Beton.....	36
	3.5.2. Cetakan Benda Uji.....	36
	3.5.3. Pengadukan Dan Pengecoran Benda Uji.....	37
3.4.	Perawatan Benda Uji.....	42
3.5.	Pengujian Benda Uji.....	42
BAB IV	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1.	Hasil Pengujian Material.....	45
4.2.	Perencanaan Campuran.....	45
4.3.	Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	49
4.4.	Hubungan Kuat Tekan Dengan Umur Beton.....	52
4.5.	Berat Isi Beton.....	56
4.6.	Hubungan Modulus Elastisitas dan Umur Beton.....	59
4.7.	Pola Keruntuhan.....	63
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1.	Kesimpulan.....	65
5.2.	Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nama dan notasi senyawa semen	6
Tabel 2.2 Komposisi utama semen portland.....	7
Tabel 2.3 Karakteristik hidrasi semen.....	9
Tabel 2.4 Komposisi kimia semen baturaja.....	9
Tabel 2.5. Kandungan kimia semen portland tipe 1.....	10
Tabel 2.6 Syarat mutu agregat SII 0052-80.....	11
Tabel 2.7 Gradasi agregat halus menurut ASTM.....	12
Tabel 2.8 Komposisi kimia dari abu terbang	16
Tabel 2.9 Pesyaratan komposisi kimia abu terbang	16
Tabel 2.10 Pemeriksaan dan persyaratan air	19
Tabel 2.11 Data Hasil Pengujian Kualitas Air	20
Tabel 2.12 Toleransi waktu pengujian kuat tekan	24
Tabel 3.1 Hasil pengujian fisika agregat halus Ex Bangka.....	29
Tabel 3.2 Data hasil Pengujian Mutu Agregat Kasar Ex Bintang	30
Tabel 4.1 Data Pengujian Agregat Kasar Ex Bintang dan Agregat Halus Ex Bangka	45
Tabel 4.2 Perencanaan campuran beton normal dengan $w/c = 0,28$	46
Tabel 4.3 Perencanaan campuran beton FA+SF dengan $w/c = 0,28$	47
Tabel 4.4 Komposisi campuran beton	48
Tabel 4.5 Waktu <i>setting time</i> beton.....	48
Tabel 4.6 Perhitungan kuat tekan beton normal.....	50
Tabel 4.7 Perhitungan kuat tekan beton FA+SF.....	51
Tabel 4.8 Kuat tekan rata-rata beton	52
Tabel 4.9 Rekapitulasi analisa regresi kuat tekan beton	52
Tabel 4.10 Kenaikan kuat tekan pada umur 56 hari.....	56
Tabel 4.11 Perhitungan berat isi beton normal.....	57
Tabel 4.12 Pehitungan berat isi beton FA+SF	58
Tabel 4.13 Perhitungan nilai modulus elastisitas beton normal.....	59

Tabel 4.14 Perhitungan nilai modulus elastisitas beton FA+SF	59
Tabel 4.15 Rekapitulasi analisa regresi modulus elastisitas beton	59
Tabel 4.16 Kenaikan kuat tekan pada umur 56 hari.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar <i>scanning</i> semen tipe I	11
Gambar 2.2 Gambar <i>scanning</i> dari abu terbang.....	14
Gambar 2.3 Gambar <i>scanning</i> dari <i>silica fume</i>	18
Gambar 2.4 Tipe keruntuhan benda uji.....	27
Gambar 3.1 Kurva analisa saringan agregat halus.....	29
Gambar 3.2 Kurva analisa saringan agregat kasar.....	31
Gambar 3.3 Proses penyaringan agregat kasar untuk mendapatkan <i>gradasi</i> yang diinginkan.....	32
Gambar 3.4 Proses penyucian agregat kasar untuk mengurangi kadar lumpur.....	33
Gambar 3.5 Proses membuat agregat kasar menjadi SSD.....	34
Gambar 3.6 Proses penyaringan <i>fly ash</i> dengan saringan No.200.....	35
Gambar 3.7 <i>Silica fume</i>	35
Gambar 3.8 <i>Conplast</i> SP430D dan <i>Conplast</i> RP264M3.....	36
Gambar 3.9. Proses pemberian oli pada cetakan	37
Gambar 3.10 <i>Batching plant</i> beton	38
Gambar 3.11 Peralatan Waktu Ikat	39
Gambar 3.12 Slump beton	40
Gambar 3.13 Pemadatan beton dengan <i>vibrator</i>	41
Gambar 3.14 Perendaman benda uji.....	42
Gambar 3.15 Pengujian modulus elastisitas	43
Gambar 3.16 Pengujian kuat tekan	44
Gambar 3.17 Pola keruntuhan benda uji	44
Gambar 4.1 Diagram setting time beton normal, beton FA+SF dan semen tipe I	49
Gambar 4.2 Kurva Data Regresi Kuat Tekan dan Umur Beton Normal.....	53
Gambar 4.3 Kurva Data Regesi Kuat Tekan dan Umur Beton FA+SF	54
Gambar 4.4 Kurva Data Regresi Perbandingan Kuat Tekan dan Umur Beton Normal dan Beton FA+SF.....	55

Gambar 4.5 Kurva Regesi Hubungan antara Modulus Elastisitas dan Umur Beton Normal.....	60
Gambar 4.6 Kurva Regesi Hubungan antara Modulus Elastisitas dan Umur Beton FS+SF.....	61
Gambar 4.7 Kurva Regesi Hubungan antara Modulus Elastisitas dan Umur Beton Normal dan Beton FA+SF.....	62
Gambar 4.8 Pola keruntuhan beton umur satu sampai 14 hari	63
Gambar 4.9 Pola keruntuhan beton umur 21 sampai 56 hari	64

ABSTRAK

Mengingat jumlah bahan bangunan yang kian bekurang, maka penggunaannya harus selektif dan seefisien mungkin. Untuk mengatasi masalah ini diperlukan alternatif pengganti material yang telah ada. Semakin banyaknya penelitian tentang alternatif pengganti bahan bangunan yang telah ada akan membawa dampak positif bagi berbagai pihak, khususnya pada perkembangan ilmu Teknik Sipil. Oleh karena itu penulis mencoba melakukan penelitian tentang beton dengan menggunakan abu terbang dan *silica fume* untuk mendapatkan beton mutu tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapat beton mutu tinggi dan mengetahui setting time dari beton dan perbedaan nilai kuat tekan pada beton dengan dan tanpa abu terbang yang berasal dari Tanjung Enim dan *silica fume* dari PT Fosroc Indonesia dan nilai modulus elastisitas beton tersebut dengan faktor air semen 0,28. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka digunakan batu dari Pulau Bintan dan pasir dari Pulau Bangka.

Hasil rata-rata pengujian kuat tekan beton dengan penambahan abu terbang dan *silica fume* lebih tinggi dibanding kuat tekan tanpa penambahan abu terbang dan *silica fume*. Kuat tekan beton dengan penambahan abu terbang dan *silica fume* mencapai 686.954 kg/cm² naik 83,84 % dari beton tanpa penambahan abu terbang dan *silica fume* pada umur 28 hari. Nilai modulus elastisitas beton dengan penambahan abu terbang dan *silica fume* meningkat 71.776 % dari beton tanpa penambahan abu terbang dan *silica fume* menjadi 360007.8 kg/cm² pada umur 28 hari. Dari komposisi yang direncanakan komposisi campuran beton dengan perbandingan 50%abu terbang dan 50% *silica fume* lebih tinggi kuat tekannya pada umur 28 hari .

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton adalah campuran antara semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Untuk agregat kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume beton. Agregat merupakan bahan pengisi dan sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian terpenting dalam pembuatan beton. Beton merupakan bahan yang sering digunakan pada konstruksi sipil, karena penggunaan material beton memiliki kelebihan tertentu antara lain : mempunyai kuat tekan yang tinggi, dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan , dapat digunakan untuk elemen struktur yang ramping dan bentang yang besar tanpa menimbulkan keretakan dan lendutan yang signifikan , tidak membutuhkan pemeliharaan yang cukup berarti dan relatif tahan terhadap api serta cuaca.

Untuk mendapatkan beton mutu tinggi maka diperlukan perencanaan berupa desain campuran beton (*mix design*). Campuran beton harus direncanakan dengan komposisi yang tepat sehingga mudah dikerjakan pada saat basah dan dapat memenuhi mutu beton yang telah direncanakan sebelumnya.

Kelebihan yang ditunjukkan oleh beton kekuatan tinggi ini secara langsung adalah nilai kuat tekannya yang tinggi ; namun lebih dari itu , banyak aspek dan sifat-sifat yang telah ditemukan dan dioptimasi menjadikan beton dengan perilaku sebagai berikut: kekuatan awal tinggi , beton segar yang lebih plastis , lebih encer , kapasitas pengecoran lebih besar , lebih mudah dikerjakan , lebih tahan terhadap segregasi , kurang bleeding , lebih tahan terhadap abrasi , lebih padat , lebih tahan terhadap penetrasi bahan kimia dan gas , lebih tahan terhadap korosi , kerapatan yang lebih tinggi , susut dan rangkai yang lebih kecil , ketegaran retak yang lebih tinggi , lebih

tahan panas , keawetan lebih tinggi dan lebih homogen (*High Strength Concrete*, ACI-SP87, Michigan, 1987)

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan beton mutu tinggi yaitu dengan menambahkan bahan tambahan kedalam campuran beton. Dalam penelitian ini akan digunakan bahan tambahan mineral berupa abu terbang (*fly ash*) dan *silica fume*, dan bahan tambahan kimia Tipe D (*Water reducing and retarding admixtures*) dan Tipe F (*Water reducing, high range*) untuk kuat tekan 800 kg/cm^2 .

Abu terbang merupakan limbah padat sisa pembakaran dari batubara dengan pemanasan pada suhu $1500 \text{ }^\circ\text{C}$.90 % dari sisa pembakaran batubara merupakan abu terbang yang sampai sekarang belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai abu terbang agar dapat diketahui manfaat dan pengolahan yang tepat di masa yang akan datang.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah apakah ada pengaruh dari penambahan abu terbang dan *silica fume* pada adukan beton dengan penambahan 18% dari jumlah semen dengan perbandingan 50% abu terbang dan 50% *silica fume* untuk mendapatkan beton kekuatan 800 Kg/cm^2 dan mengetahui *setting time* dan modulus elastisitas. Selain bahan-bahan dasar yang digunakan untuk campuran beton, dalam penelitian ini penulis juga menggunakan *admixture* type D dan type F sebagai bahan tambahan kimia pada campuran beton.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui cara mendesain campuran beton yang memakai abu terbang dan *silica fume* untuk mendapatkan beton mutu tinggi.
2. Untuk dapat mengetahui pengaruh penggunaan campuran abu terbang dan *silica fume* sebagai bahan tambahan pada adukan beton untuk mendapatkan beton kekuatan 800 Kg/cm^2 .

3. Untuk mengetahui *setting time* dan modulus elastisitas beton mutu tinggi dengan campuran abu terbang dan *silica fume*.

1.4. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian yang dilakukan di Laboratorium Material dan Bahan Jurusan Teknik Sipil UNSRI, Laboratorium Jurusan Teknik Kimia UNSRI, Laboratorium Material dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Sriwijaya Palembang, Laboratorium PT. Indo Beton, Palembang, Laboratorium PT. Semen Baturaja, dan Laboratorium Material dan Bahan PU Cipta Karya Talang Buruk, Palembang.

Pendekatan dari pembahasan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan.
2. Persiapan material-material yang dipakai sebagai benda uji.
3. Pengujian material-material dan pengujian *setting time* adukan.
4. Pembuatan benda uji kuat tekan dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
5. Melaksanakan perawatan (*curing*) beton dengan cara perendaman air.
6. Pengujian kuat tekan beton dan pengujian modulus elastisitas beton.
7. Analisa data hasil pengujian kuat tekan beton.
8. Diskusi dan konsultasi kepada dosen pembimbing.
9. Penulisan hasil analisa dan penyelesaian laporan.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dibatasi mengenai pengaruh penambahan abu terbang dan *silica fume* untuk mendapatkan beton mutu 800 Kg/cm². Pada penelitian ini untuk menguji *setting time*, kekuatan tekan beton dan modulus elastisitas beton, dengan menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah sampel 75 buah yang dibagi untuk berbagai umur yaitu 24 jam, 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 56 hari. *Water cement ratio* yang digunakan adalah 0.28.

Adapun komposisi campuran beton dengan penambahan abu terbang dan *silica fume* yang diuji coba dengan cara perawatan adalah penambahan 18% dari jumlah semen dengan perbandingan 50% *fly ash* dan 50% *silica fume*.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun sedemikian rupa sehingga tidak menyimpang dari pedoman yang telah digariskan. Dalam hal ini pembahasan dibagi menjadi beberapa pokok pembahasan yang kemudian diuraikan secara terperinci.

Adapun yang diuraikan dalam laporan ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai gambaran umum beton, material dasar campuran beton dan perawatan beton.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini penulis akan menguraikan mengenai pelaksanaan penelitian yang meliputi tata cara pengujian, bahan pembentuk beton dan prosedur pembuatan benda uji.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil pengujian material, pengujian kuat tekan dan pengujian modulus elastisitas.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diambil dari penelitian beserta saran.

DAFTAR PUSTAKA

1. ACI-SP87, "*High Strength Concrete*", American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1987.
2. Annual Book of ASTM Standard, Section 04, Construction, Vol. 04. 01. *Cement; lime; gypsum*, 1993.
3. CEB/FIP, "Application of High Performance Concrete", Bulletin d'Information No.222, November 1994.
4. Cement & Concrete Association, "Superplasticizing Admixtures in Concrete", Report, Cement Admixtures Association and the Cement and Concrete Association, London, 1976.
5. Delvasto. S., "Pozzolanic Activity and Characteristic of Colombian Material". Proceeding, Second International Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete, Vol I, Spain, 1986, 77-90.
6. Hanafiah, "Persamaan Konstitutif Beton Kinerja Tinggi Dengan abu Terbang Sebagai Substitusi Parsial Semen" Bandung, 1996
7. Hotton. R.D., "Properties of High alkali Lignite Fly ash in Concrete, Proceeding, Second Internasional Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete, Vol I, Spain, 1986, 333-346.
8. Murdock, L. J. Brook, K. M, Hidarko, Stephanus, Ir, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Edisi Keempat, 1991.
9. Neville, A. M, *Properties of Concrete*, Third Edition, Longman Group UK ltd, England, 1998.
10. R. Joko Budiman dan Puja Hadi. P. , "Buku Teknologi Semen", 1994.
11. Shui, C.J., Gong. L.S., and Wnag. H.M., "Concrete Made With Calcium-Enriched Fly Ash", Proceeding, Second International Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete, Vol I, Spain, 1986, 387-412.