

PERPUSTAKAAN FISIP UIN

HADIS/SABEL

TGL. TERMA :

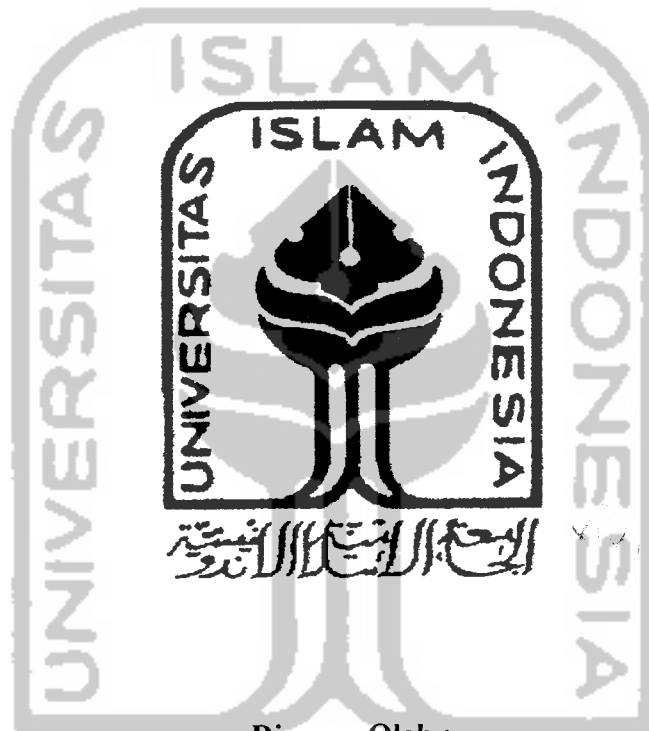
NO. JUDEL :

NO. INV. : 512000.154 6001

NO. BUKU :

TUGAS AKHIR

**PENGARUH SILICA FUME TERHADAP
KUAT DESAK BETON RINGAN DENGAN BENTONIT
SEBELUM DAN SETELAH DIBAKAR**



Disusun Oleh :

Nama : Nomida Setiadi
No. Mhs : 99 511 257

Nama : Dani Purwo Prasetyo
No. Mhs : 99 511 377

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2004**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH SILICA FUME TERHADAP KUAT
DESAK BETON RINGAN DENGAN BENTONIT
SEBELUM DAN SETELAH DIBAKAR**



Disusun Oleh :


Nama : Nomida Setiadi
No. Mhs : 99 511 257

Nama : Dani Purwo Prasetyo
No. Mhs : 99 511 377

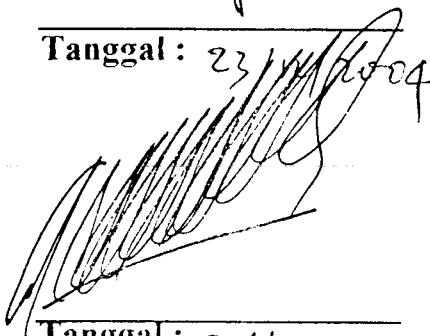


Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D.
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 23/12/04

Ir. H. A. Kadir Aboe, MT.
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 24/12 - 04

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum Wr. Wb

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir tentang “PENGARUH *SILICA FUME* TERHADAP KUAT DESAK BETON RINGAN DENGAN BENTONIT SEBELUM DAN SETELAH DIBAKAR”, ini dengan baik.

Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk mencapai derajat Sarjana S-1 yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia dan Laboratorium Struktur, Universitas Gajah Mada.

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak sebagai berikut ini.

1. Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D, selaku dosen pembimbing utama dengan penuh kesabaran dan ketekunan serta penuh pengertian, meluangkan waktu ditengah-tengah kesibukan untuk membimbing penyusun.

2. Ir. H. A. Kadir Aboe, MT, selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan ide-ide dasar dan bimbingannya hingga selesainya penelitian penyusun.
3. Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan untuk kesempurnaan Tugas Akhir dan selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian di Laboratorium bahan Konstruksi Teknik.
4. Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Dr. Ir. H. Morisco, Ph.D, selaku Kepala Laboratorium Teknik Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, dan seluruh staf/laboran, yang telah memberikan kesempatan untuk menggunakan peralatan laboratorium di Laboratorium Teknik, Universitas Gajah mada.
7. Bapak dan Ibu yang selalu memberikan doa dan dukungan moril sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
8. Segenap staff dan karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

9. Teman-teman angkatan 1999 dan semua rekan-rekan teknik sipil UII pada umumnya yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa hasil penelitian tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu saran dan kritik dari pembaca sangat diharapkan agar dapat dijadikan bahan masukan dan bekal yang berharga bagi penyusun untuk waktu yang akan datang dan untuk penelitian yang lain.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini cukup bermanfaat dan dapat dijadikan bahan masukan bagi pembaca khususnya yang bergerak di bidang teknik sipil. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amin.

Wabillahittaufik walhidayah, Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Jogjakarta, November 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persembahan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar isi.....	vii
Daftar Simbol.....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Lampiran.....	xiii
Abstraksi.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III. LANDASAN TEORI	
3.1 Umum.....	8
3.2 Beton Ringan.....	10
3.3 Materi Penyusun Beton.....	14
3.3.1 Semen Portland.....	14
3.3.2 Air.....	15
3.3.3 Agregat.....	16
3.3.4 Bahan Tambah (<i>Additive</i>).....	18

3.4	Perhitungan.....	19
3.5	Tinjauan Kebakaran.....	20
3.6	Hipotesis.....	21

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1	Metode Penelitian.....	23
4.2	Material Penyusun Beton.....	23
4.2.1	Semen.....	23
4.2.2	Agregat.....	23
4.2.3	Air.....	24
4.2.4	<i>Silica Fume</i>	24
4.3	Model dan Jumlah Benda Uji.....	24
4.4	Peralatan Penelitian.....	24
4.4.1	Ayakan.....	25
4.4.2	Timbangan dan Ember.....	25
4.4.3	Mistar dan Kaliper.....	25
4.4.4	Mesin Pengaduk.....	25
4.4.5	Cetok dan Talam Baja.....	25
4.4.6	Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk.....	25
4.4.7	Mesin Uji Kuat Desak.....	26
4.4.8	Burner dan Thermocouple.....	26
4.4.9	Tungku Pembakar.....	26
4.5	Metode Pelaksanaan penelitian.....	26
4.5.1	Perencanaan Mix Design.....	26
4.5.2	Pengujian Agregat.....	27
4.5.3	Pembuatan dan Perawatan benda Uji.....	28
4.5.4	Pelaksanaan Pengujian.....	28

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1	Hasil Penelitian.....	31
5.1.1	Kuat Desak.....	31



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

5.1.2	Modulus Elastisitas.....	33
5.1.3	Analisis Regresi.....	35
5.2	Pembahasan.....	37
5.2.1	Kuat Desak.....	37
5.2.2	Modulus Elastisitas.....	39
5.2.3	Analisis Regresi.....	44

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan.....	51
6.2	Saran.....	52

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN



DAFTAR SIMBOL

A	=	Luas Penampang
A_0	=	Luas Penampang Awal
B_j	=	Berat Jenis
B_a	=	Berat Agregat
B_v	=	Berat volume
E	=	Modulus Elastisitas Beton
ε	=	Regangan Beton
ε'	=	Regangan Koreksi
f_{as}	=	Faktor Air Semen
f_c	=	Kuat Tekan Beton
f_{cr}	=	Kuat Tekan Beton Rata-rata
f	=	Tekanan/Gaya yang Diberikan
h	=	Tinggi
k	=	Angka Koreksi Regangan
L_0	=	Panjang Awal
N	=	Jumlah Bensa Uji
P	=	Beban yang Bekerja
R^2	=	Koefisien Determinasi
r	=	Koefisien Korelasi
S_d	=	Sudut deviasi
V	=	Volume Beton
V_a	=	Volume Air
V_{bt}	=	Volume Beton
W_c	=	Berat Beton
ΔL	=	Pertambahan Panjang
σ	=	Tegangan
\emptyset	=	Diameter

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Sifat-sifat Batu Bentonit.....	17
Tabel 3.2	Sifat Fisik <i>Silica Fume</i>	19
Tabel 3.3	Komposisi Kimia <i>Silica Fume</i>	19
Tabel 3.4	Sifat Beton untuk berbagai suhu.....	21
Tabel 4.1	Jumlah Benda Uji.....	24
Tabel 5.1	Kuat Desak Silinder Beton Pra Bakar dan Pasca Bakar 4 jam 400°C	32
Tabel 5.2	Kuat Desak Beton Pra Bakar dan Pasca Bakar Setiap Variasi.....	33
Tabel 5.3	Modulus Elastis Beton Umur 28 hari.....	42
Tabel 5.4	Elastisitas Awal Beton Umur 28 hari.....	43
Tabel 5.5	Nilai Non-Linieritas Beton.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Kuat Desak Beton Sebelum dan Sesudah Dibakar.....	3
Gambar 3.1	Grafik Perbandingan Berat antara Beton Normal dengan Beton Ringan	21
Gambar 4.1	Flow Chart Penelitian.....	30
Gambar 5.1	Grafik Kuat Desak Beton Pra dan Pasca Bakar.....	32
Gambar 5.2	Grafik Prosentase Kuat Dsak Beton Pra dan Pasca Bakar	33
Gambar 5.3	Grafik Modulus Elastis Beton 28 hari.....	34
Gambar 5.4	Kurva Regangan-Tegangan Tipikal untuk Beton.....	35
Gambar 5.5	Grafik Elastisitas Awal Beton.....	43
Gambar 5.6	Grafik Tegangan-Regangan Maksimum Pra Bakar.....	44
Gambar 5.7	Grafik Teagangan-Regangan Maksimum Pasca Bakar	47
Gambar 5.8	Grafik Non-Linieritas Beton.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Pemeriksaan Agregat
- Lampiran 2 Perhitungan *Mix Design* Dengan Metode Perbandingan Volume
- Lampiran 3 Data dan Hasil Benda Uji Silinder Beton Ringan
- Lampiran 4 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan
- Lampiran 5 Foto Alat, Bahan dan Hasil Penelitian
- Lampiran 6 Surat-surat Tugas Akhir



ABSTRAKSI

Beton merupakan salah satu material struktur bangunan yang banyak digunakan, karena beton mempunyai kuat desak yang tinggi. Kuat desak beton menurun jika mengalami kebakaran, yang bergantung pada suhu dan durasi kebakaran. Penambahan silica fume untuk meningkatkan kuat desak beton dan mengurangi penurunan kuat desak beton setelah kebakaran.

Penelitian eksperimental beton dengan penambahan silica fume bertujuan untuk mengetahui beton dengan batu bentonit termasuk beton ringan, pengaruh kuat desak beton ringan pra bakar dan pasca bakar dengan penambahan silica fume dan persentase kuat desak beton ringan pra bakar dan pasca bakar dengan silica fume.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa penambahan silica fume dapat meningkatkan kuat desak beton ringan tanpa pembakaran. Hasil kuat desak beton tanpa pembakaran dengan silica fume terhadap variasi 0% pada variasi 7,5% dan 10% meningkat berturut-turut sebesar 6,118 MPa dan 6,638 MPa. Setelah pembakaran, kuat desak beton dengan silica fume hampir seluruhnya lebih besar dari kuat desak beton tanpa silica fume. Penambahan silica fume pasca bakar mengalami peningkatan kekuatan untuk semua variasi terhadap variasi 0%. Pada variasi 2,5%; 5%; 7,5% dan 10%; meningkat berturut-turut 4,428 MPa; 4,475 MPa; 4,673 MPa dan 4,7 MPa, terhadap variasi 0% sebesar 4,373 MPa. Persentase kuat desak beton setelah pembakaran terhadap kuat desak beton tanpa pembakaran mengalami penurunan pada variasi 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10% berturut-turut sebesar 28,405%; 25,366%; 24,246%; 23,618% dan 29,195%.

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan manfaat penelitian. Penjelasan mengenai hal-hal tersebut diatas akan diuraikan sebagai berikut ini.

1.1. Latar Belakang

Kecamatan Nanggulan Kulon Progo merupakan tempat penambangan batu bentonit, dimana penambangan batu bentonit dikelola oleh PD Anindya. Batu bentonit tersebut selama ini hanya digunakan sebagai bahan penjernihan air dan campuran pupuk urea. Penelitian yang dilakukan terhadap batu bentonit, selama ini hanya bersifat geoteknis dan kimia saja. Oleh sebab itu kami tertarik untuk meneliti penggunaan batu bentonit bagi kebutuhan struktural di bidang teknik sipil.

Batu bentonit yang ada di Kecamatan Nanggulan Kulon Progo setelah ditambang berbentuk bongkahan batu berukuran besar (kira-kira sebesar 20 cm sampai 30 cm). Batu tersebut kemudian kita pecah lagi menjadi berukuran rata-rata 30 mm sampai 40 mm. Batu bentonit tersebut kita gunakan sebagai pengganti kerikil atau agregat kasar pada adukan beton ringan yang diharapkan bisa memenuhi standar beton ringan karena mencukupi syarat sebagai agregat ringan. Agregat ringan yaitu agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2000 kg/m^3

(Kardiyono, 1992). Menurut keterangan pengelola PD Anindya batu bentonit mempunyai berat jenis 1600 kg/m^3 .

Beton ringan adalah beton yang berat volumenya kurang dari 1800 kg/m^3 dan merupakan isolasi panas yang baik. Biasanya digunakan sebagai beton dinding sehingga mengurangi berat struktur. Keunggulan lain beton ringan adalah bobotnya rendah, tahan api dan merupakan beton yang mempunyai sifat isolasi panas yang baik (Kardiyono, 1992).

Penyerapan air yang begitu cepat pada penggunaan batu bentonit sebagai agregat kasar pada beton ringan ini dapat menyebabkan retak-retak pada beton ringan. Oleh karena itu penambahan *additive* diharapkan dapat mencegah terjadinya retak-retak tersebut dan meningkatkan kekuatan beton. *Additive* yang akan ditambahkan pada campuran beton ringan ini adalah *silica fume* dari PT Sika Nusa Pratama.

Silica fume memiliki sifat *pozzolan* yang memungkinkan terbentuknya perekat baru semacam semen akibat reaksi antara *silica dioksida* (SiO_2) yang terkandung dalam *silica fume* dengan *calcium hidroksida* (Ca(OH)_2) dari hasil hidrasi semen yang akan meningkatkan kekerasan beton. Selain itu dengan ukuran butirnya yang sangat halus, *silica fume* akan mengisi pori-pori dalam campuran mortar beton sehingga akan menambah kepadatan beton.

1.2. Rumusan Masalah

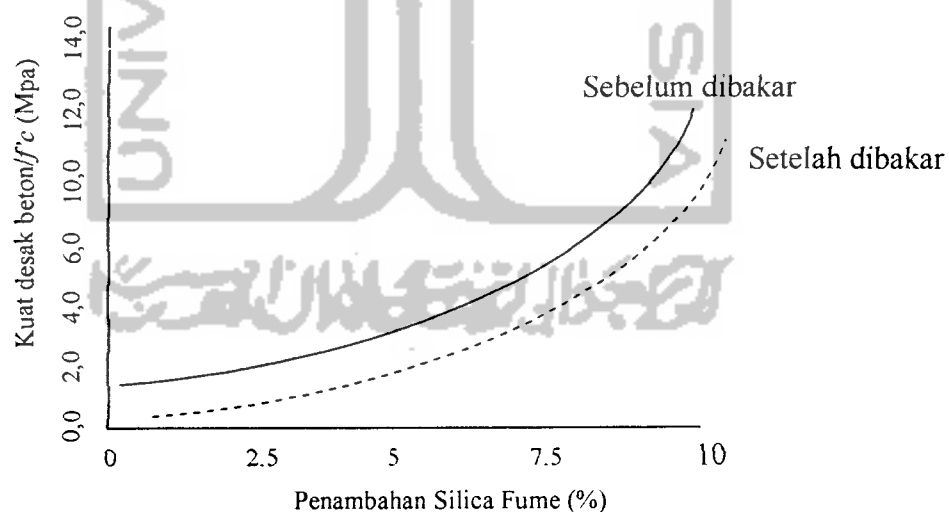
Apakah dalam penelitian ini, batu bentonit dapat digunakan sebagai agregat kasar pada beton ringan dengan menggunakan variasi *additive silica fume*

untuk mencegah retak-retak dan untuk menambah kekuatan desak beton ringan sebelum dan setelah mengalami pembakaran. Dengan demikian, penggunaan batu bentonit sebagai agregat kasar pada beton ringan dapat diaplikasikan dalam dunia teknik sipil.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. mengetahui penggunaan campuran beton dengan batu bentonit sebagai agregat kasar termasuk beton ringan, dan
- b. mengetahui pengaruh kuat desak beton ringan sebelum dan sesudah dibakar menggunakan batu bentonit sebagai agregat kasar dengan variasi bahan tambah *silica fume*. Dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Grafik Kuat Desak Beton Sebelum dan Sesudah Dibakar

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus pada rumusan masalah di atas, maka perlu diberikan batasan masalah yaitu sebagai berikut ini.

1. Pengujian kuat desak beton ringan adalah setelah beton ringan berumur 28 hari.
2. Kuat desak yang direncanakan adalah $f'c = 20$ MPa (SK SNI T_15-1991-03).
3. Bahan untuk pembuatan beton adalah Semen Nusantara tipe *Portland cement*, agregat halus dari sungai kaliurang, agregat kasar dari Nanggulan Kulon Progo, air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, *additive silica fume* dari PT Sika Nusa Pratama.
4. Variasi penambahan bahan *additive silica fume* sebanyak 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10% terhadap berat semen.
5. Pada masing-masing variasi digunakan 5 buah benda uji sebagaimana terlihat pada Tabel 4.1.
6. Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
7. Pembakaran dilakukan dengan suhu 400°C selama ± 4 jam.
8. Pengujian benda uji yang dibakar dilakukan setelah benda uji mencapai suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) setelah proses pembakaran atau 24 jam setelah proses pembakaran.

9. Benda uji yang digunakan untuk pemeriksaan kuat desak adalah silinder beton ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
10. Reaksi kimia yang terjadi tidak dijabarkan dalam penelitian ini.

1.5. Manfaat penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu produk beton yang bermanfaat dengan aplikasi sebagai berikut ini.

1. Dengan penelitian yang dilakukan, batu bentonit dapat diterapkan pada pelaksanaan konstruksi beton ringan secara umum.
2. Nilai ekonomis dengan penggunaan dari bahan daerah setempat yang memiliki batuan bentonit.
3. Pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai pertimbangan dalam merencanakan beton ringan dengan penambahan bahan tambah *silica fume* dalam merencanakan struktur bangunan yang tahan terhadap kebakaran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menerangkan tentang penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan, yang akan dijabarkan sebagai berikut ini.

2.1. Pengaruh Variasi Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Desak Beton Pasca Bakar (Susetiarto dan Priyatna, 2003)

Beton yang diteliti adalah beton normal dengan bahan tambah *silica fume* dengan variasi penambahan *silica fume* 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10%. Penambahan *silica fume* bertujuan untuk menambah kuat desak beton dan mengurangi penurunan kuat desak beton setelah kebakaran analisis yang digunakan menggunakan metode ACI. Beton selain diuji desaknya juga dibakar pada suhu 400°C selama 4 jam mengacu pada percobaan *Mindess* bahwa kuat desak beton dapat dipertahankan sampai suhu 300°C, lebih dari itu kuat desak beton akan menurun. Hal ini juga dikuatkan bahwa komponen struktural yang baik direncanakan tahan api (kebakaran) selama 4 jam (Surahman, 1998).

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Setelah dibakar pada suhu 400°C selama \pm 4 jam, beton variasi 2,5% terhadap berat semen mengalami peningkatan kuat desak 0,288% dan beton variasi 0%; 5%; 7,5% dan 10% terhadap berat semen mengalami penurunan kuat desak berturut-turut sebesar 1,88%; 2,994%; 9,87% dan 14,51%.

2. Rasio kuat desak beton pra bakar dengan pasca bakar yang terjadi pada variasi 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10% terhadap berat semen berturut-turut sebesar 98,12%; 100%; 97%; 90,12% dan 85,5%.

2.2. Pengaruh Pemanasan Pada Kuat Tekan Beton Ringan (Mei, 1993).

Akhir-akhir ini beton ringan sebagai bahan struktur maupun sebagai pengisi semakin banyak dipakai sebagai alternatif dari beton normal. Beton ringan dapat dibuat dengan cara antara lain: menggunakan agregat ringan atau dengan memberikan gelembung-gelembung udara pada beton. Agregat ringan disamping berat jenisnya kecil, juga mempunyai sifat tahan panas. Lempung bekah dari cilacap merupakan bahan baru dan pengetahuan dari sifat-sifat beton dari lempung bekah khususnya pengaruh pemanasan terhadap kuat tekan beton masih perlu diuji.

Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 8 cm, tinggi 16 cm, yang dipanaskan dengan tungku pemanas listrik selama 4 jam pada setiap temperatur pemanas benda uji yang digunakan sebanyak 3 buah.

Pemanas dilakukan dalam tungku pemanas listrik pada berbagai temperatur selama 4 jam, kemudian setelah tidak panas lagi silinder beton dikeluarkan dari tungku dan diuji tekan. Kuat tekan yang terjadi dibandingkan dengan kuat tekan silinder beton yang tanpa dipanasi. Pada pemanas sampai temperatur antara 100°C dan sampai 200°C kuat tekan beton naik menjadi 110%, pada temperatur 300°C dan 400°C kuat tekannya turun menjadi 99% dan 85%. Penurunan yang drastis terjadi jika pemanasan sampai pada temperatur 500°C, kuat tekannya menjadi 55%.

BAB III

LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan tentang penjelasan-penjelasan mengenai teori-teori yang digunakan, materi penyusun beton, penghitungan dan hipotesis.

3.1. Umum

Salah satu material yang banyak digunakan untuk struktur teknik sipil adalah beton. Beton didapat dari campuran semen portland, air dan agregat pada perbandingan tertentu. Sifat-sifat beton tergantung pada sifat-sifat bahan penyusunnya, cara pengadukan, penuangan, pemadatan dan perawatan beton selama proses pengerasannya. Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat, diupayakan oleh para ahli untuk meningkatkan sifat-sifat beton antara lain : *workability*, *placeability*, *strenght*, *durability*, *permeability* dan *corrosivity*.

Menurut SK SNI T-15-1991-03, berdasarkan berat volumenya beton dapat digolongkan menjadi tiga golongan sebagai berikut ini.

1. Beton Ringan.

Beton ringan adalah beton yang mempunyai berat volume kurang dari 1900 kg/m^3 .

2. Beton Normal.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat volume antara 2200 kg/m^3 sampai dengan 2500 kg/m^3 .

3. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang mempunyai berat volume lebih besar dari 2500 kg/m^3 .

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yaitu : semen, agregat, air serta bahan tambahan lain dengan penambahan tertentu. Semen tersusun atas bahan-bahan dasar yang terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silika, alumina, dan oksida besi. Empat unsur yang paling penting adalah C_3S , C_2S , C_3A , dan C_4AF . dua unsur pertama biasanya merupakan 70%-80% dari semen sehingga merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen (Kardiyono, 1992).

Untuk menentukan kekuatan semen ditentukan oleh suatu prosentase komposisi senyawa penyusun semen tersebut yaitu C_3S , C_2S , C_3A , dan C_4AF dengan dipengaruhi oleh umur dalam proses pengerasannya, dan sangat berperan dalam menentukan kekuatan beton. Selain itu hal lain yang menentukan kekuatan suatu beton juga dapat dilihat dari *faktor air semen* (f_{as})/(*water-cement ratio*) (Popovics, 1998).

Beton biasa merupakan bahan yang cukup berat, dengan berat 2400 kg/m^3 dan menghantarkan panas untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantaran panasnya maka telah banyak dipakai beton ringan. Beton disebut sebagai beton ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg/m^3 (Kardiyono, 1992).

3.2. Beton Ringan

Beton ringan (*Light Weight Concrete*) sangat dipengaruhi oleh berat jenis bahan-bahan penyusun beton itu sendiri, terutama berat jenis agregatnya. Untuk mendapatkan berat jenis yang ringan dapat ditempuh dengan beberapa cara, misalnya dengan memanfaatkan kandungan udara di dalam beton maupun agregatnya. Beton ringan digunakan untuk berbagai tujuan, misalnya untuk penyekat, sebagai bahan pengisi yang mempunyai kekuatan dan untuk penggunaan elemen struktur.

Pembuatan beton ringan selain dengan cara memberikan gelembung-gelembung udara ke dalam adukan semen juga bisa dengan menggunakan agregat ringan yang mempunyai berat jenis kurang dari 2000 kg/m^3 yang misalnya tanah liat bakar, batu apung dan lain-lain (Kardiyono, 1992).

Agregat ringan biasanya mempunyai daya serap air yang tinggi sehingga dalam pengadukan beton cepat mengeras hanya dalam beberapa menit saja setelah pencampuran, untuk itu agregat dibuat sampai keadaan SSD sebelum pengadukan. Dalam pencampuran sebaiknya air yang digunakan dan agregat dicampur dahulu baru semen (Kardiyono, 1992).

Di Amerika Serikat telah diterapkan bahwa beton ringan untuk struktur harus mempunyai kuat desak lebih besar dari 170 kg/cm^2 pada umur 28 hari, dengan berat jenis 1400 kg/m^3 . Beton ringan untuk bahan isolasi atau dinding penyekat mempunyai kuat desak antara 7 kg/cm^2 sampai dengan 70 kg/cm^2 , dengan berat jenis kurang dari 800 kg/m^3 (Neville, 1975).

Berdasarkan berat volume kering udara pada umur 28 hari, beton ringan dapat digolongkan dalam 3 golongan (Wang dan Salmon, 1993) sebagai berikut.

1. Beton dengan kepadatan rendah

Beton dengan kepadatan rendah adalah beton yang mempunyai berat volume antara 350 kg/m^3 sampai dengan 800 kg/m^3 .

2. Beton dengan kepadatan medium

Beton dengan kepadatan medium adalah beton yang mempunyai berat volume antara 800 kg/m^3 sampai dengan 1350 kg/m^3 .

3. Beton untuk konstruksi

Beton untuk konstruksi adalah beton yang mempunyai berat volume antara 1350 kg/m^3 sampai dengan 1900 kg/m^3 .

Beton struktural yang mengandung agregat ringan digolongkan menjadi 2 golongan (SK-SNI T-15-1991) sebagai berikut ini.

1. Beton ringan total (*All low density concrete*)

Beton ringan total (*All low density concrete*) adalah beton yang menggunakan agregat ringan secara keseluruhan, baik agregat kasar maupun halus.

2. Beton ringan berpasir (*Sand low density concrete*)

Beton ringan berpasir (*Sand low density concrete*) adalah beton ringan yang menggunakan agregat halus pasir alami.

Sifat dasar dari agregat ringan adalah porositas yang tinggi, akibatnya agregat ringan mempunyai berat jenis yang rendah. Agregat ringan dapat dibedakan menjadi 2 macam sebagai berikut.

1. Agregat alam

Agregat alam misalnya *diatomite*, *pumice*, *scoria*, dan abu vulkanik, hanya terdapat di beberapa tempat saja. Oleh karena itu agregat ringan yang terdapat dari alam jarang digunakan secara umum.

2. Agregat buatan

Agregat buatan misalnya *leca*, *kermasite*, *aglite*, *agloporite*, *foamed slag* dan *lytag* (Neville, 1975).

Pada dasarnya, beton ringan diperoleh dengan cara pemberian gelembung udara ke dalam campuran betonnya. Oleh karena itu pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut (Kardiyono, 1992).

1. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen. Dengan demikian banyak pori-pori udara yang akan terjadi di dalam betonnya.
2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung. Dengan demikian beton yang terjadi akan lebih ringan daripada beton biasa.
3. Pembuatan beton dengan tanpa butir-butir agregat halus. Dengan demikian beton ini disebut “beton non-pasir” dan hanya dibuat dari semen dan agregat kasar saja (dengan butir maksimum agregat kasar sebesar 20 mm atau 10 mm).

Beton ringan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (**Gambhir, 1986**).

1. Ringan

Berat jenis beton biasa sekitar 2500 kg/m^3 , adapun beton ringan mempunyai berat jenis dari 300 kg/m^3 sampai 1800 kg/m^3 . beton yang sangat ringan biasanya dipakai untuk bahan isolasi, adapun beton yang tidak begitu ringan dapat digunakan untuk struktur ringan.

2. Tidak menghantarkan panas

Beton ringan mempunyai nilai isolasi sebesar 3 sampai 6 kali batu bata dan 10 kali beton biasa. Dinding tembok tebal 200 mm yang terbuat dari beton ringan dengan berat jenis 800 kg/m^3 mempunyai tingkat isolasi sama dengan dinding batu bata setebal 400 mm yang berat jenisnya 1600 kg/m^3 .

3. Tahan api

Beton ringan mempunyai sifat yang baik sekali dalam menahan kebakaran. Sifatnya yang tidak baik dalam menghantarkan panas membuat beton ringan amat baik untuk melindungi bagian struktur dari pengaruh api.

4. Bahan isolasi suara yang kurang baik

Beton ringan juga dipakai sebagai bahan isolasi suara tidak sebaik beton biasa yang lebih padat.

5. Mudah dikerjakan

Beton ringan dapat dengan mudah digergaji, dipotong, dibor atau dipaku. Karena itu beton ringan mudah dibuat dan perbaikan setempat

juga mudah dilakukan tanpa merusak bagian lain yang tidak diperbaiki.

6. Keawetan

Karena beton ringan biasanya bersifat kedap air, maka akan lebih mudah menyebabkan terjadinya karat pada baja tulangnya. Oleh karena itu maka baja tulangan yang dipakai perlu diberi lapisan khusus untuk mencegah terjadinya karat.

7. Harga murah

Karena beratnya ringan dan nilai banding antara kuat tekan dan berat jenisnya. Pemakaian beton ringan dapat menghemat pemakaian baja tulangan. Struktur pelat komposit yang memakai blok beton pracetak tanpa tulangan dan balok grid beton bertulang membutuhkan semen dan baja lebih sedikit, sehingga harga pembuatan struktur pelat lantai dan pelat atap dapat dihemat. Penghematan harga pelat lantai dan atap bisa mencapai 19% sampai 20%.

3.3. Materi Penyusun Beton

Beton adalah suatu bahan elemen struktur yang memiliki karakteristik spesifik yaitu kuat desaknya yang tinggi yang terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut ini.

3.3.1. Semen Portland

Semen Portland adalah bahan berupa bubuk halus yang mengandung kapur (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3). Komponen

terbesar dari penyusun semen adalah kapur (60%-65%). Semen Portland dibuat dengan membakar bahan dasar semen dengan suhu 1550°C dan menjadi klinker. Kemudian klinker tersebut digiling halus menjadi semen dan ditambahkan *gypsum*. Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat.

Bagian utama bahan pembentuk semen dan merupakan unsur terpenting dalam menentukan kekuatan beton adalah :

- | | |
|--|--|
| 1. <i>dikalsium silikat</i> (C_2S) | 2 CaO. SiO ₂ , |
| 2. <i>trikalsium silikat</i> (C_3S) | 3 CaO. SiO ₂ , |
| 3. <i>trikalsium aluminat</i> (C_3A) | 3 CaO. Al ₂ O ₃ , dan |
| 4. <i>tetrakalsium aluminatferit</i> (C_4AF) | 4 CaO. Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ . |

Menurut jenisnya semen portland dibedakan menjadi 5 macam sebagai berikut.

1. Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
2. Jenis II : Semen Portland dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis III : Semen Portland yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV : Semen Portland dengan panas hidrasi rendah.
5. Jenis V : Semen Portland dengan ketahanan sulfat tinggi.

3.3.2. Air

Air merupakan bahan yang penting dalam pembuatan beton, karena air diperlukan untuk bereaksi dengan semen. Selain itu air berguna untuk menjadi

bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan. Air yang digunakan untuk bereaksi dengan semen sekitar 33% berat semen. Kelebihan air pada campuran beton akan menurunkan kekuatan beton karena meninggalkan pori-pori yang mengurangi kepadatan beton.

3.3.3. Agregat

Agregat ialah butiran partikel mineral yang digunakan bersama-sama semen untuk membentuk beton. Karena menempati kurang lebih 70% volume beton, maka pemilihan agregat sangat penting dalam pembuatan beton.

Menurut ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi 2, yaitu agregat halus dan agregat kasar, sebagaimana penjelasan berikut ini.

1. Agregat halus

Agregat yang berukuran lebih kecil dari 4,8 mm, sering disebut sebagai pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu.

2. Agregat kasar

Agregat yang berukuran lebih dari 4,8 mm, sering disebut kerikil, batu pecah atau split. Yang dalam penelitian ini digunakan batu bentonit sebagai agregat kasar. Batu bentonit termasuk agregat alami yang didapat dari penambangan di alam yaitu dari Kecamatan Nanggulan Kulon Progo. Batu bentonit terjadi dari batuan sedimen yaitu magma bumi yang membeku (batuan beku) yang kemudian mengalami pengendapan dan tekanan.

Batu bentonit dari penambangan oleh PD Anindya mempunyai spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Sifat-Sifat Batu Bentonit

Berat Jenis	1,6 T/m ³
Kadar SiO ₃	83,91%
Kadar Al ₂ O ₃	2,97%

Menurut sumber asal batuan, agregat dapat dibedakan menjadi 2, yaitu agregat alami dan agregat buatan, sebagaimana penjelasan berikut ini.

1. Agregat alami

Agregat alami diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan baik secara alami atau dengan mesin pemecah batu. Batu bentonit termasuk agregat alami yang didapat dari penambang di alam dan dipecah dalam ukuran tertentu.

Agregat halus alami dibedakan menjadi 3 macam sebagai berikut ini.

- a. Pasir galian, diperoleh dari permukaan tanah atau dengan cara menggali sampai kedalaman tertentu. Pasir ini bertekstur tajam, bersudut, berpori, bebas kandungan garam, tetapi biasanya kotor oleh tanah.
- b. Pasir sungai, diperoleh dari dasar sungai, berbentuk bulat dan berbutir halus.
- c. Pasir laut, diperoleh dari pantai, biasanya butirannya halus dan bulat. Pasir ini banyak mengandung garam yang akan menyerap air.

2. Agregat buatan

Agregat buatan biasanya dibuat dari pecahan bata/genteng atau kerak tanur tinggi (*blast furnace slag*).

3.3.4. Bahan Tambah (*Additive*)

Bahan tambah ini diberikan atau ditambahkan pada campuran adukan beton dengan takaran tertentu dan untuk tujuan tertentu. Pada penelitian ini, kami menggunakan bahan tambah atau *additive silica fume* dari PT Sika Nusa Pratama. *Silica fume* di dalam beton memiliki 2 pengaruh, yaitu sebagai bahan *filler* dan pozzolan yang bereaksi secara kimia. Pengaruh *filler* yang dikenali sebagai faktor fisik terjadi secara drastis pada tahap awal yang dalam reaksi kimia masih berlangsung lambat. Ukuran partikel *silica fume* yang sangat halus mengisi ruang-ruang kosong yang berisi air dan Ca(OH)_2 yang terdapat antara agregat dan bahan pengikat serta memasuki sampai ke lapisan yang paling sempit antara agregat dan pasta semen yaitu lapisan *agregat- pasta semen*. Lapisan *agregat- pasta semen* ini mengalami proses penjenuhan (lebih rapat) yang dapat meningkatkan kuat tekan dan permeabilitas beton. Fungsi kedua sebagai bahan pozzolan yang bereaksi antara SiO_2 dan Ca(OH)_2 menghasilkan kalsium silikat hidrat yang mengisi ruang-ruang kosong lapisan *agregat pasta semen* menurut Artigues dkk. (1990), Yueming dkk. (1999), Kuroda dkk. (2000), dan Saefuddin dkk. (2001).

Data teknis *silica fume* menurut hasil pengamatan Laboratorium Teknik Kimia ITS seperti tercantum pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Sifat Fisik *Silica Fume*

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Warna	Putih, abu-abu, gelap
2	Berat Jenis	2,2 kg/m ³
3	Berat Volume	250-300 kg/m ³
4	Kehalusan	20.000 m ² /kg
5	Diameter	0,1 micron (1/100 Ø semen)

Tabel 3.3 Komposisi Kimia *Silica Fume*

No	Kandungan Oksida	% Berat
1	SiO ₂	94,3
2	Al ₂ O ₃	1,1
3	Fe ₂ O ₃	0,3
4	MgO	0,7
5	SO ₄	0,0
6	Na ₂ O	0,2
7	KO ₂	1,0
8	Hilang Pijar	2,6

3.4. Penghitungan

Penghitungan yang dilakukan adalah penghitungan berat jenis agregat, kuat desak beton dan berat volume tiap m³ beton.

a. Berat Jenis Agregat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis agregat halus dan agregat kasar.

$$B_j = \frac{B_a}{V_a} \text{ (t/m}^3\text{)}$$

Dimana: B_j = Berat jenis agregat (t/m³)

B_a = Berat agregat (ton)

V_a = Volume air (m³)

b. Kuat Desak Beton

Pengujian kuat desak beton ($f'c$) pada umur 28 hari sesuai SK SNI T-1991-03 dengan kekuatan rencana $f'c = 20$ MPa.

$$f'b = \frac{P}{A} \text{ (MPa)} \qquad Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (f'i b - f'cr)^2}{N-1}}$$

$$f'cr = \frac{\sum_{i=1}^N f'i b}{N} \qquad f'c = f'cr - 1,64 \cdot Sd$$

Dimana: $f'b$ = Kuat desak dari benda uji (MPa)

$f'cr$ = Kuat desak beton rata-rata (MPa)

$f'c$ = Kuat desak karakteristik (Mpa)

N = jumlah benda uji

Sd = Sudut deviasi

c. Berat volume tiap m^3 beton

$$Bs = \frac{W}{Vbt} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Dimana: Bv = Berat volume (kg/m^3)

W = Berat beton (kg)

Vbt = Volume beton (m^3)

3.5. Tinjauan Kebakaran

Menurut Surahman (1998) sifat bahan secara struktural yang penting adalah kekuatan (dinyatakan dengan tegangan leleh) dan kekakuan (dinyatakan dengan modulus elatisitas). Pengaruh pada beton tergantung pada beberapa hal

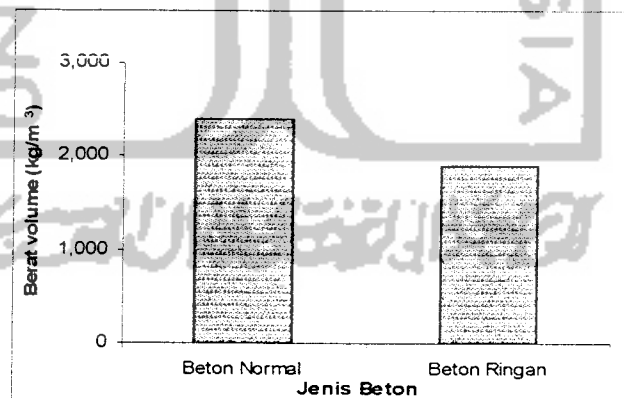
terutama tingginya temperatur dan lama terjadinya kebakaran. Terjadinya kebakaran akan mempengaruhi kekuatan dan kekakuan beton. Hal ini dapat diketahui dengan menurunnya nilai kuat desak beton. Perubahan penurunan kekuatan dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Sifat Beton untuk berbagai suhu (Surahman, 1998)

Suhu	Kekuatan Beton
25 ⁰ C	100%
200 ⁰ C	95%
400 ⁰ C	60%
600 ⁰ C	20%

3.6. Hipotesis

1. Karena batu bentonit beratnya tergolong ringan serta berpori-pori, maka diharapkan betonnya termasuk dalam keadaan beton ringan. Perbandingan berat volume beton normal dan beton ringan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Grafik perbandingan berat antara beton normal dengan beton ringan

2. Peningkatan salah satu unsur dalam suatu pembentuk semen akan meningkatkan kekuatannya. Pada *Silica fume* kandungan maksimalnya adalah berupa (SiO_3), sehingga akan mengurangi kadar unsur C_3S yang akan mengurangi panas hidrasinya dan akan mengurangi retak-retak selama proses pengeringannya, meningkatkan kadar unsur C_2S yang akan memberikan kekuatan akhir yang lebih besar, dengan demikian kuat desaknya akan bertambah. Selain itu dengan penambahan *silica fume* ini dimaksudkan agar pori dalam adukan beton yang terisi oleh air dapat diperkecil sehingga beton semakin padat karena diameternya yang sangat kecil sehingga menjadi *filler* yang baik, hal ini untuk mengurangi beton mengembang, retak-retak dan terjadinya pengelupasan saat terbakar yang akan menurunkan kekuatan beton tersebut. Kuat desak beton setelah dibakar akan mengalami penurunan dibandingkan dengan kuat desak beton sebelum dibakar. Penurunan kuat desak beton sebelum dan sesudah dibakar dapat dilihat pada Gambar 1.1.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang metode penelitian, material penyusun beton, model dan benda uji, peralatan penelitian, metode pelaksanaan penelitian, serta bagan alir penelitian.

4.1. Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah suatu cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang diajukan dalam penulisan tugas akhir.

4.2. Material Penyusun Beton

Beton adalah suatu bahan elemen struktur yang memiliki karakteristik spesifik yaitu kuat desaknya yang tinggi. Beton terdiri dari beberapa bahan penyusun sebagai berikut.

4.2.1. Semen

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah semen jenis *Portland Cement* merek Nusantara kemasan 50 kg.

4.2.2. Agregat

Terdapat 2 macam agregat yang digunakan, yaitu sebagai berikut ini.

1. Agregat halus, digunakan pasir yang berasal dari Sungai Kaliurang.

Fraksi yang digunakan lolos saringan 4,8; 2,4; 1,2; 0,6; dan 0,3 mm.

2. Agregat kasar, digunakan batu bentonit yang berasal dari Kecamatan Nanggulan Kulon Progo.

4.2.3. Air

Air yang digunakan diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

4.2.4. Silica Fume

Silica fume yang digunakan adalah tipe *Densified Silica Fume* dengan kemasan 20 kg per-sak merk SIKAFUME produksi PT Sika Nusa Pratama.

4.3. Model dan Jumlah Benda Uji

Benda uji beton ringan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan dimensi (\varnothing 15 cm x 30 cm).

Tabel 4.1. Jumlah Benda Uji

Variasi Kadar <i>SilicaFume</i> (%)	Pengujian (28 hari)		Beton Normal
	0°C	400°C ± 4 jam	
	Desak	Desak	
0	5	5	5
2,5	5	5	
5	5	5	
7,5	5	5	
10	5	5	
Jumlah Total	25	25	5
	55		

4.4. Peralatan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan beberapa peralatan dan alat sebagai prasarana dalam mencapai maksud dan tujuan penelitian ini sebagai berikut.

4.4.1. Ayakan

Ayakan yang digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil. Ukuran yang digunakan untuk memisahkan diameter butiran pasir adalah 4,8; 2,4; 1,2; 0,6 dan 0,3 mm. Sedangkan untuk memisahkan agregat kasar dengan diameter butir maksimum 40 mm adalah 40, 20, 10 dan 5 mm.

4.4.2. Timbangan dan Ember

Timbangan yang digunakan adalah merk “*Fagani*” dengan kapasitas 150 kg dan merk “*O House*” kapasitas 20 kg dan 5 kg digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

4.4.3. Mistar dan Kaliper

Mistar dari *fiberglass* dan kaliper digunakan untuk mengukur dimensi benda uji yang digunakan dalam penelitian.

4.4.4. Mesin Pengaduk

Mesin pengaduk (*mixer*) digunakan untuk mengaduk bahan susun campuran beton (semen, bentonit, pasir, *silica fume* dan air) sehingga diperoleh campuran adukan beton yang homogen.

4.4.5. Cetok dan Talam Baja

Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan silinder beton, talam baja digunakan untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk beton.

4.4.6. Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk

Kerucut *Abrams* digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan atau *slump* dari adukan beton, dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi

30 cm. Dilengkapi untuk menumbuk adukan yang telah dimasukkan ke dalam cetakan, dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm.

4.4.7. Mesin Uji Kuat Desak

Mesin yang digunakan untuk menguji kuat desak silinder beton adalah mesin uji desak merk "*Control*" dengan kapasitas 2000 KN.

4.4.8. Burner dan Thermocouple

Burner digunakan untuk membakar benda uji dalam tungku pembakar menggunakan bahan bakar solar. Thermocouple berfungsi untuk mengetahui suhu pembakaran yang terjadi dalam tungku pembakar.

4.4.9. Tungku Pembakar

Dalam membakar benda uji ini digunakan tungku pembakar yang dibangun dari susunan bata tahan api dengan dimensi panjang 3 m dan lebar 90 cm dengan pintu pada dua sisinya.

4.5. Metode Pelaksanaan Penelitian

Metode pelaksanaan penelitian ini meliputi persiapan, pembuatan dan perawatan benda uji dan pelaksanaan pengujian.

4.5.1. Perencanaan Mix Design

Perencanaan Mix Design berisi tentang metode yang digunakan dan mix design yang dipakai dalam penelitian ini.

a. Metode yang digunakan

Dalam pembuatan benda uji, kami menggunakan metode dengan rumus perbandingan volume.

Perhitungan *mix design* dengan menggunakan perbandingan volume yang dikonversi kedalam perbandingan berat satuan volume masing-masing bahan.

Perbandingan volume (semen : pasir : bentonit = 1 : 2 : 3)

Taksiran berat 1 silinder beton (15 cm x 30 cm) adalah 10 kg.

4.5.2. Pengujian Agregat

Pekerjaan persiapan meliputi pengujian sifat-sifat teknis bahan susun beton ringan (pasir, bentonit, dan semen) dan persiapan peralatan yang digunakan dalam perancangan adukan beton.

a. Uji Agregat Halus (pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis pasir dalam keadaan SSD.

b. Uji Agregat Kasar (Bentonit)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis batu bentonit dalam keadaan SSD.

c. Perencanaan Campuran Adukan Beton Ringan

Komposisi material yang digunakan dalam campuran adukan beton ringan ini didapatkan dengan menggunakan rumus perbandingan volume 1: 2: 3. Untuk setiap 1 m³ beton dengan kuat desak rencana 20 MPa.

4.5.3. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dibuat per 5 sampel atau 5 silinder dalam satu kali pengadukan. Tujuannya supaya dalam proses pengadukan beton, bahan-bahan pembuat beton benar-benar tercampur secara merata.

Penelitian yang dilakukan terdiri atas 5 variasi penambahan *silica fume*, yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% terhadap berat semen. Tiap variasi digunakan 10 benda uji silinder beton dengan 5 silinder dibakar dan 5 silinder tidak dibakar. Benda uji beton normal sejumlah 5 silinder sebagai pembanding berat volume beton ringan. Sehingga jumlah keseluruhan benda uji yang digunakan adalah 55 benda uji silinder dengan ukuran (\emptyset 15 x 30)cm. Secara rinci benda uji yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Setelah 24 jam dalam cetakan, silinder beton dikeluarkan dari cetakan dan direndam dalam bak perendaman selama 28 hari. Setelah direndam beton dikeluarkan dari bak perendaman dan dibiarkan ditempat terbuka selama 24 jam sebelum diuji.

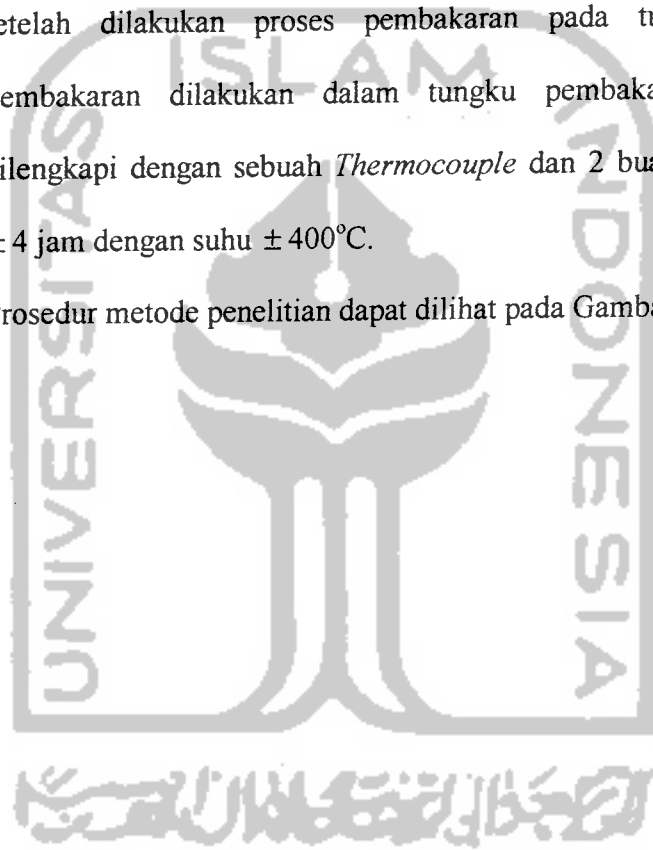
4.5.4. Pelaksanaan pengujian

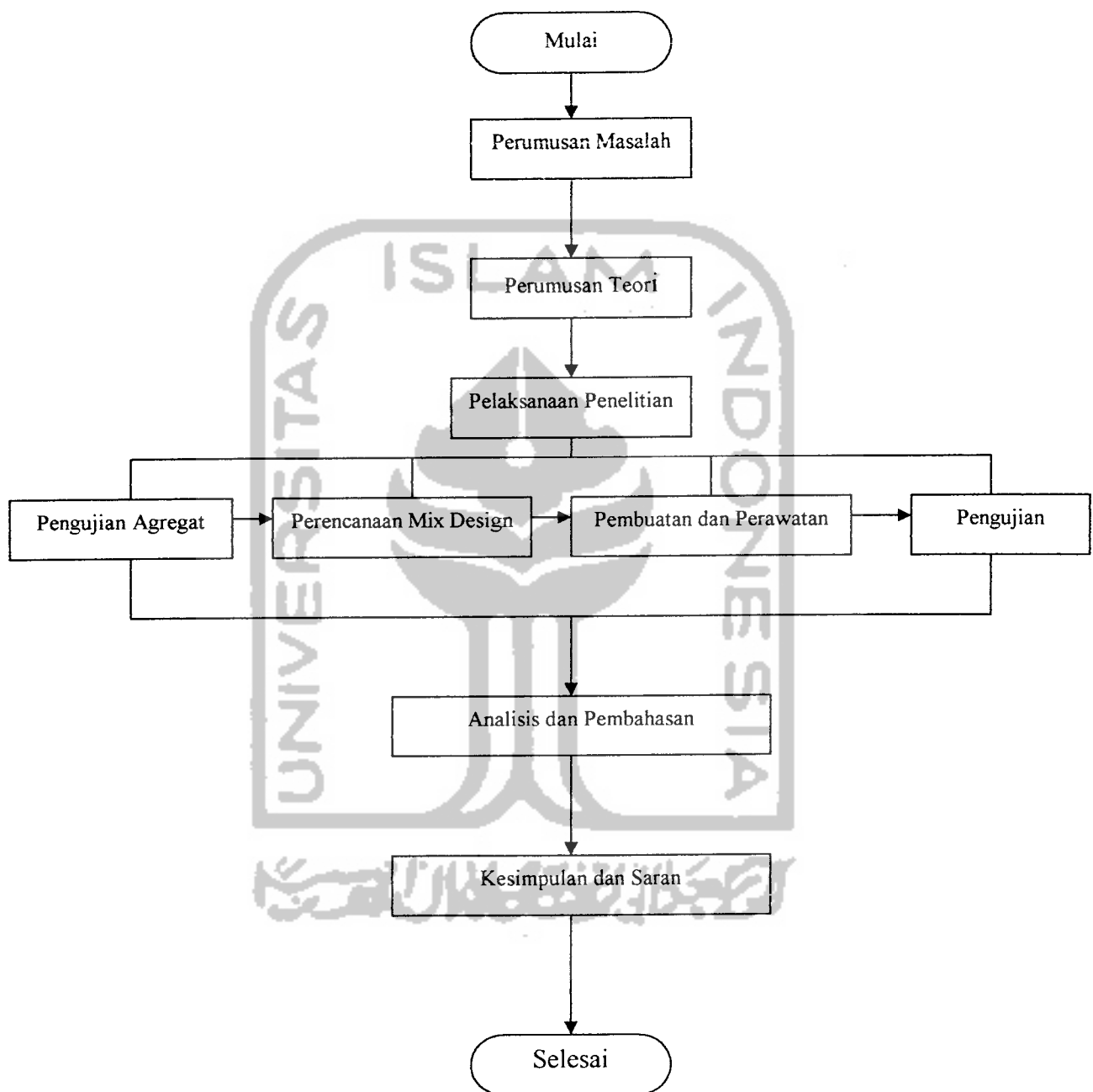
Pengujian yang dilakukan adalah uji desak silinder beton. Dengan langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut.

- a. Setelah silinder beton direndam dalam air selama 28 hari dikeluarkan dari bak perendaman dan dibiarkan ditempat terbuka selama 24 jam sebelum diuji, kemudian tinggi dan diameternya diukur, ditimbang beratnya, kemudian diletakan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak beton.

- b. Mesin uji dihidupkan, pembebanan diberikan dari 0 KN hingga benda uji beton hancur dan besarnya beban maksimal dicatat sesuai dengan pembacaan.
- c. Langkah pengujian yang diuraikan diatas adalah untuk pengujian silinder beton tanpa pembakaran, sedangkan silinder yang dibakar diuji setelah dilakukan proses pembakaran pada tungku pembakar. Pembakaran dilakukan dalam tungku pembakaran, yang telah dilengkapi dengan sebuah *Thermocouple* dan 2 buah *Burner*, selama ± 4 jam dengan suhu $\pm 400^{\circ}\text{C}$.

Prosedur metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.





Gambar 4.1. Flow Chart Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

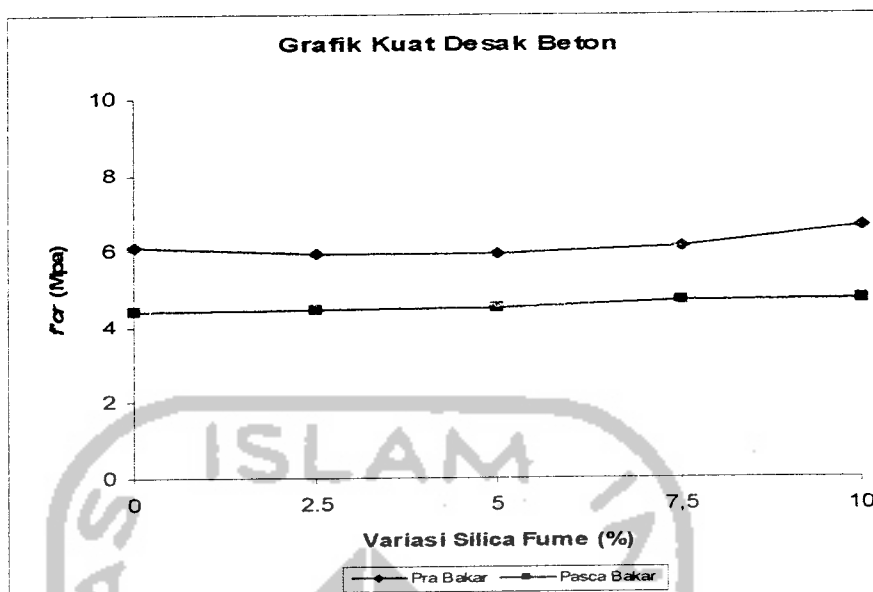
Pada bab ini berisi tentang hasil penelitian dari kuat desak beton, modulus elastisitas dan analisis regresi. Penjelasan mengenai hal-hal tersebut diatas akan diuraikan sebagai berikut ini.

5.1. Hasil Penelitian

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan, diperoleh data berupa kuat desak silinder beton berupa beban maksimal dan regangan yang terjadi pada silinder beton dengan atau tanpa bahan tambah dan dengan atau tanpa dibakar. Data tersebut dianalisis untuk memperoleh kekuatan dan kekakuan beton dengan atau tanpa bahan tambah yang mengalami penurunan akibat proses pembakaran.

5.1.1. Kuat Desak Beton

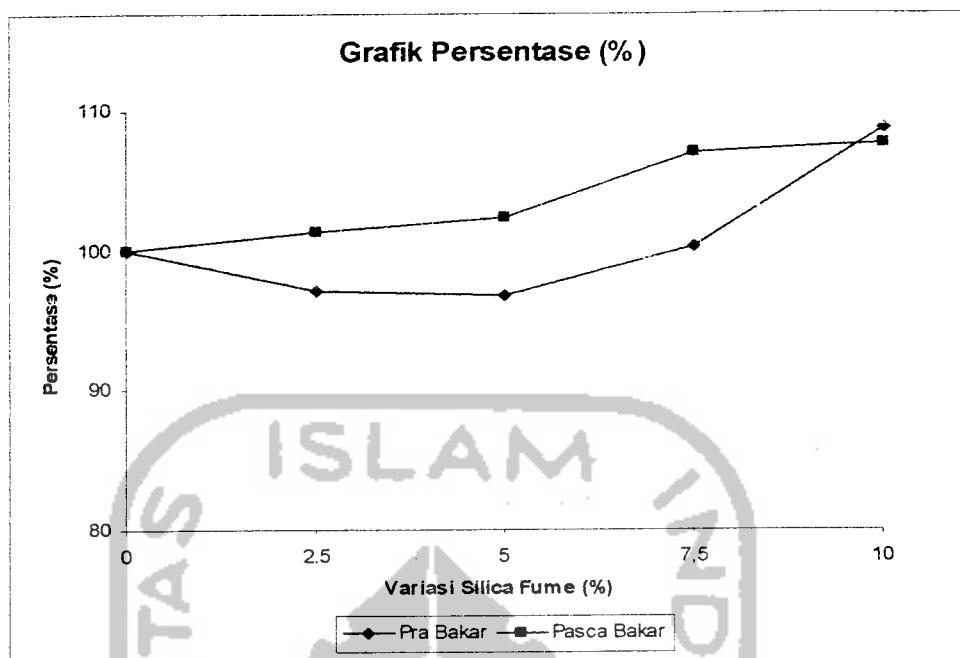
Kuat desak yang direncanakan pada umur 28 hari adalah 20 MPa. Dari hasil uji kuat desak beton, dapat digambarkan diagram yang memberikan hubungan persentase *Silica fume* terhadap kuat desak beton sebagai berikut.



Gambar 5.1 Grafik Kuat Desak Beton Pra dan Pasca Bakar

Tabel 5.1 Kuat Desak Silinder Beton Pra Bakar dan Pasca Bakar 4 jam 400°C

Sampel	Kuat Desak (MPa)		Penurunan (%)
	Pra-Bakar	Pasca-Bakar	
Variasi (SF) 0%	6,108	4,373	28,405
Variasi (SF) 2,5%	5.933	4,428	25,366
Variasi (SF) 5%	5.907	4,475	24,246
Variasi (SF) 7,5%	6.118	4,673	23,618
Variasi (SF) 10%	6.638	4,700	29,195



Gambar 5.2 Grafik Persentase Kuat Desak Beton Pra dan Pasca Bakar

Tabel 5.2 Kuat Desak Beton Pra Bakar dan Pasca Bakar Setiap Variasi

Sampel per-Variasi	f'_{cr} (MPa)		Persentase (%)	
	Pra Bakar	Pasca Bakar	Pra Bakar	Pasca Bakar
0%	6,108	4,373	100.000	100.000
2,5%	5.933	4,428	97.129	101.266
5%	5.907	4,475	96.715	102.331
7,5%	6.118	4,673	100.166	106.856
10%	6.638	4,700	108.684	107.467

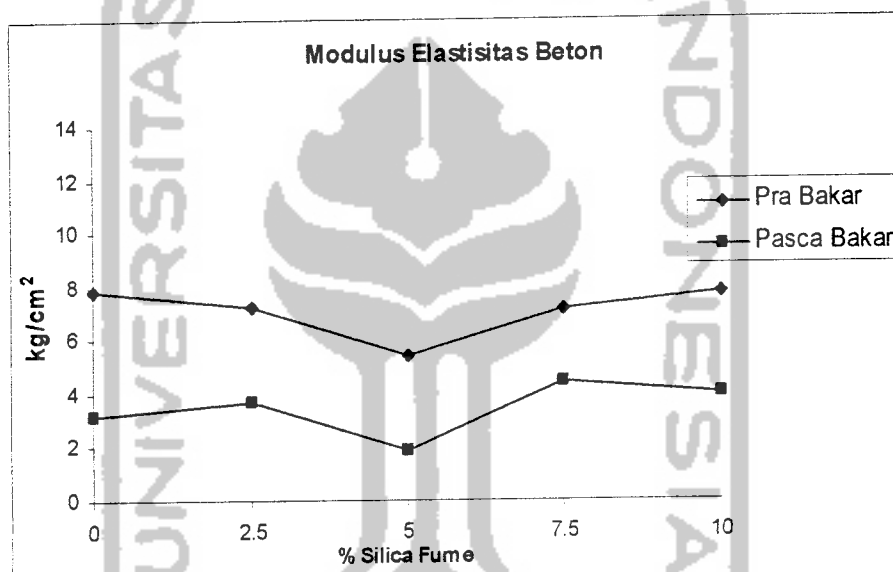
5.1.2. Modulus Elastisitas

Dari pencatatan data regangan beton, didapatkan nilai regangan yang terjadi pada setiap pengujian kuat desak beton. Pengujian kuat desak beton ini akan didapatkan nilai gaya dan regangan yang terjadi. Nilai-nilai tersebut dapat digambarkan grafik regangan-tegangan yang terdapat pada Gambar 5.3.

Dari grafik yang terjadi, diperlukan pengoreksian terhadap nilai regangan, agar nilai regangan dimulai dari angka 0. angka koreksi besarnya tergantung dari perpanjangan garis linier pertama, besarnya angka ini yang akan

menentukan pergeseran ke kiri atau ke kanan dari nilai regangan pada hasil pengujian beton yang nantinya akan didapatkan nilai regangan yang baru atau nilai regangan koreksi.

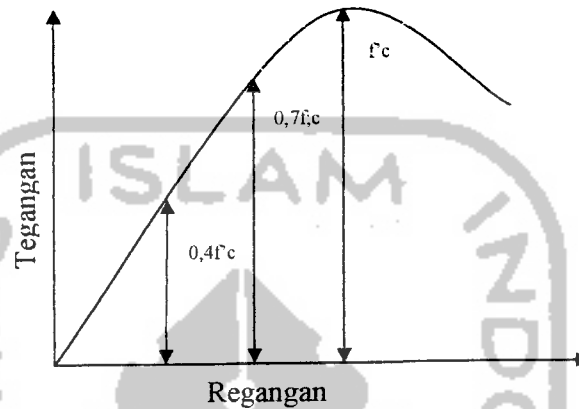
Modulus elastis yang terjadi yang digambarkan dari angka regangan koreksi, dengan menarik garis sejajar sumbu x hingga berpotongan dengan grafik regangan. Dari titik perpotongan ini ditarik garis sejajar sumbu y sehingga didapatkan nilai regangan.



Gambar 5.3 Grafik Modulus Elastis Beton 28 hari

Dari Gambar 5.3 hasil pengujian didapatkan seluruh variasi beton mengalami penurunan modulus elastisitas setelah pembakaran. Menurunnya nilai modulus elastisitas disebabkan karena setelah pembakaran air yang terkandung dalam beton seluruhnya menguap sehingga beton menjadi getas karena adanya penguapan air tersebut sehingga beton kehilangan elastisitasnya.

Nawy (2001), pengetahuan mengenai hubungan tegangan-regangan beton merupakan hal penting dalam mengembangkan analisis dan desain serta prosedur-prosedur dalam struktur beton.



Gambar 5.4 Kurva regangan-tegangan tipikal untuk beton

Gambar 5.4 menunjukkan kurva regangan-tegangan yang diperoleh dari pengujian dengan benda uji beton silinder yang dibebani tekan uniaksial selama beberapa menit. Bagian dari kurva tersebut, hingga mencapai 40% dari kuat ultimit $f'c$ pada dasarnya dapat dianggap linier untuk tujuan praktis. Sesudah 70% dari tegangan gagal, material kehilangan sebagian besar kekuatannya sehingga menambah ketidak linieran diagram. Pada saat beban ultimit, retak sejajar arah pembebanan menjadi sangat terlihat, dan hampir semua silinder (kecuali yang kekuatannya sangat rendah) akan tiba-tiba gagal sesaat setelah itu.

5.1.3. Analisis Regresi

Analisis fungsi kuadrat dan korelasi antara regangan dan tegangan terhadap kuat desak beton dilakukan dengan menggunakan alat bantu statistik yaitu regresi kuadrat.

Dari hasil regresi akan diperoleh persamaan regresi dan nilai koefisien korelasi (r) nilainya berkisar antara $0 < r < 1$. Berdasarkan nilai koefisien korelasi tingkat hubungan dapat dikelompokkan sebagai berikut.

1. $r < 0,33$ = tingkat hubungan lemah
2. $0,33 \leq r \leq 0,66$ = tingkat hubungan sedang
3. $r > 0,66$ = tingkat hubungan kuat

Dengan nilai r didapat dari akar koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dari persamaan regresi tersebut ($r = \sqrt{R^2}$).

Bentuk dari fungsi kuadrat :

$$Y = ax^2 + bx + c$$

Dimana :

y = variabel tak bebas

x = variabel bebas

a, b, c = konstanta dari variable tersebut

ciri-ciri dari fungsi kuadrat :

1. jika $a > 0$, grafik terbuka keatas (strength hardening)
2. jika $a = 0$, grafik linier
3. jika $a < 0$, grafik terbuka kebawah (strength softening)
4. semakin besar nilai $|a|$ (dengan tidak memperhatikan tanda positif negative), makin tinggi fungsi kuadrat, sebaliknya semakin kecil nilai $|a|$, makin kurus fungsi kuadrat.

5.2. Pembahasan

Pembahasan berisikan tentang penjelasan mengenai kuat desak, modulus elastis, dan analisis regresi.

5.2.1. Kuat Desak

Dalam penelitian didapatkan berat jenis agregat kasar batu bentonit sebesar 1600 kg/m^3 , itu menunjukkan bahwa agregat batu bentonit termasuk dalam agregat ringan dan dapat digunakan sebagai agregat beton ringan. Berat volume beton yang didapatkan pada variasi 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10% berturut-turut sebesar $1873,664 \text{ kg/m}^3$; $1879,503 \text{ kg/m}^3$; $1878,519 \text{ kg/m}^3$; $1893,108 \text{ kg/m}^3$ dan $1894,632 \text{ kg/m}^3$. Menurut SK SNI T-15-1991-03, beton ini termasuk beton ringan.

Nilai kuat desak beton ringan pra bakar dengan penambahan *Silica fume* mengalami peningkatan dan penurunan untuk tiap variasi. Pada Gambar 5.1 dan Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa variasi 2,5%; 5% menurun berturut-turut sebesar 5,933 MPa dan 5,907 MPa, sedangkan variasi 7,5%; 10% meningkat berturut-turut sebesar 6,118 MPa dan 6,638 MPa dari beton variasi 0% sebesar 6,108 MPa.

Setelah dibakar pada suhu $400 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 4 jam, nilai kuat desak beton ringan pasca bakar dengan penambahan *Silica fume* tetap mengalami peningkatan untuk semua variasi. Pada Gambar 5.1 dan Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa variasi 2,5%; 5%; 7,5%; 10% meningkat berturut-turut sebesar 4,428 MPa, 4,475 MPa; 4,673 MPa dan 4,7 MPa dari beton variasi 0% sebesar 4,373 MPa.

Dari hasil yang diperoleh didapatkan kekuatan desak maksimum sebesar 6,638 MPa, sehingga beton ringan tersebut tidak dapat digunakan sebagai beton struktural, karena kuat desak yang dihasilkan kurang dari 17 MPa.

Persentase kuat desak beton ringan dengan penambahan *Silica fume* pra bakar dengan pasca bakar yang terjadi terlihat pada Tabel 5.1 yaitu variasi 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10% menurun berturut-turut sebesar 28,252%; 25,366%; 24,246%; 23,618%; dan 29,195%. Penurunan maksimum terjadi pada variasi 10%.

Persentase peningkatan dan penurunan kuat desak beton ringan pra bakar dengan penambahan *Silica fume* yang terjadi terlihat pada Gambar 5.2 dan Tabel 5.2 yaitu variasi 2,5%; 5% menurun berturut-turut sebesar 2,871% dan 3,085% sedangkan variasi 7,5%; 10% mengalami peningkatan kekuatan sebesar 0,166% dan 8,684% dibandingkan dengan beton variasi 0%. Dimana penurunan maksimum yang terjadi pada variasi 5%.

Persentase peningkatan kuat desak beton ringan pasca bakar dengan penambahan *Silica fume* yang terjadi terlihat pada Gambar 5.2 dan Tabel 5.2 yaitu variasi 2,5%; 5%; 7,5%; 10% mengalami peningkatan kekuatan sebesar 1,266%; 2,331%; 6,856% dan 7,467%. Dimana kenaikan maksimum yang terjadi pada variasi 10%.

Berdasarkan data-data hasil pengujian, penambahan *Silica fume* dapat meningkatkan kuat desak beton. Hal ini dikarenakan *Silica fume* berfungsi sebagai *filler* dalam campuran beton, sehingga akan mereduksi rongga udara dalam

campuran beton yang menyebabkan beton semakin padat yang secara langsung akan mengurangi porositasnya.

Pembakaran menyebabkan beton terdehidrasi, air dalam beton tersebut menguap sangat besar, sehingga menyebabkan terjadinya porositas yang sangat besar. Ketika dipanaskan rongga udara pada beton akan mengembang sehingga beton akan menjadi porous. Dengan keadaan yang demikian dapat menurunkan kuat desak beton. Penguapan air akan menyebabkan terputusnya reaksi kimia yang terjadi dalam pembentukan kekuatan dalam beton. Sehingga, karena pembakaran semen akan kehilangan daya rekatnya terhadap partikel *Silica fume* dan agregat beton yang lain. Hal ini terlihat dari pecahan benda uji beton yang tidak menggumpal, mengeluarkan banyak serbuk dan terlepasnya ikatan antara mortar semen dengan agregat.

Pada setiap penambahan variasi *Silica fume*, terjadi peningkatan kuat desak beton ringan. Hal ini terjadi karena semakin banyak penambahan *Silica fume*, rongga udara yang timbul akan menjadi lebih sedikit dan tidak membuat beton menjadi mengembang saat dibakar, sehingga tidak menurunkan kekuatannya.

5.2.2. Modulus Elastisitas

Dari Lampiran 3 dapat dihitung besarnya modulus elastis beton umur 28 hari untuk setiap variasi seperti berikut ini.

1. Variasi 0% Pra Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,003 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan didapat batas sebanding , $\sigma_p = 17,257 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon p = 22,1 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\varepsilon p} = \frac{17,257}{22,1 \cdot 10^{-5}} = 7,8085 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

2. Variasi 2,5% Pra Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,023 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan

didapat batas sebanding , $\sigma p = 17,430 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon p = 24 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\varepsilon p} = \frac{17,430}{24 \cdot 10^{-5}} = 7,2625 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

3. Variasi 5% Pra Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,173 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan

didapat batas sebanding , $\sigma p = 23,085 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon p = 42,6 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\varepsilon p} = \frac{23,085}{42,6 \cdot 10^{-5}} = 5,419 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

4. Variasi 7,5% Pra Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,080 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan

didapat batas sebanding , $\sigma p = 22,932 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon p = 32,1 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\varepsilon p} = \frac{22,932}{32,1 \cdot 10^{-5}} = 7,1439 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

5. Variasi 10% Pra Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,033 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan

didapat batas sebanding , $\sigma p = 17,086 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon p = 22,1 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\varepsilon p} = \frac{17,086}{22,1 \cdot 10^{-5}} = 7,7312 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

6. Variasi 0% Pasca Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,037 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan

didapat batas sebanding , $\sigma p = 11,620 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon p = 36,9 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\varepsilon p} = \frac{11,620}{36,9 \cdot 10^{-5}} = 3,149 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

7. Variasi 2,5% Pasca Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,020 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan

didapat batas sebanding , $\sigma p = 23,085 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon p = 62,7 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\varepsilon p} = \frac{23,085}{62,7 \cdot 10^{-5}} = 3,6818 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

8. Variasi 5% Pasca Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,492 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan

didapat batas sebanding , $\sigma p = 23,085 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon p = 120,6 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\varepsilon p} = \frac{23,085}{120,6 \cdot 10^{-5}} = 1,9141 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

9. Variasi 7,5% Pasca Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,037 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan

didapat batas sebanding , $\sigma p = 11,574 \text{ kg/cm}^2$

$$\epsilon p = 28,6 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\epsilon p} = \frac{11,574}{28,6 \cdot 10^{-5}} = 4,0468 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

10. Variasi 10% Pasca Bakar

Diperoleh koreksi kurva sebesar $x = 0,037 \cdot 10^{-3}$ (geser ke kanan), dan

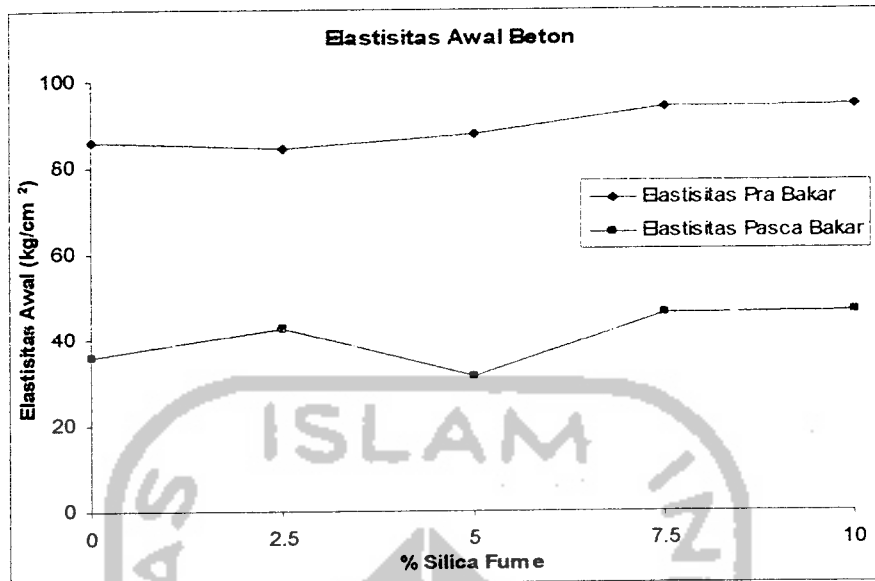
didapat batas sebanding, $\sigma p = 11,497 \text{ kg/cm}^2$

$$\epsilon p = 28,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Modulus elastis, } E = \frac{\sigma p}{\epsilon p} = \frac{11,497}{28,8 \cdot 10^{-5}} = 3,992 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 5.3 Modulus Elastis Beton umur 28 hari

	Variasi	Modulus Elastis Beton X 10 ⁴ (kg/cm ²)
Pra Bakar	0%	7.8085
	2,5%	7.2625
	5%	5.419
	7,5%	7.1439
	10%	7.7312
Pasca Bakar	0%	3.149
	2,5%	3.6818
	5%	1.9141
	7,5%	4.4068
	10%	3.992



Gambar 5.5 Grafik Elastisitas Awal Beton

Tabel 5.4 Elastisitas Awal Beton umur 28 hari

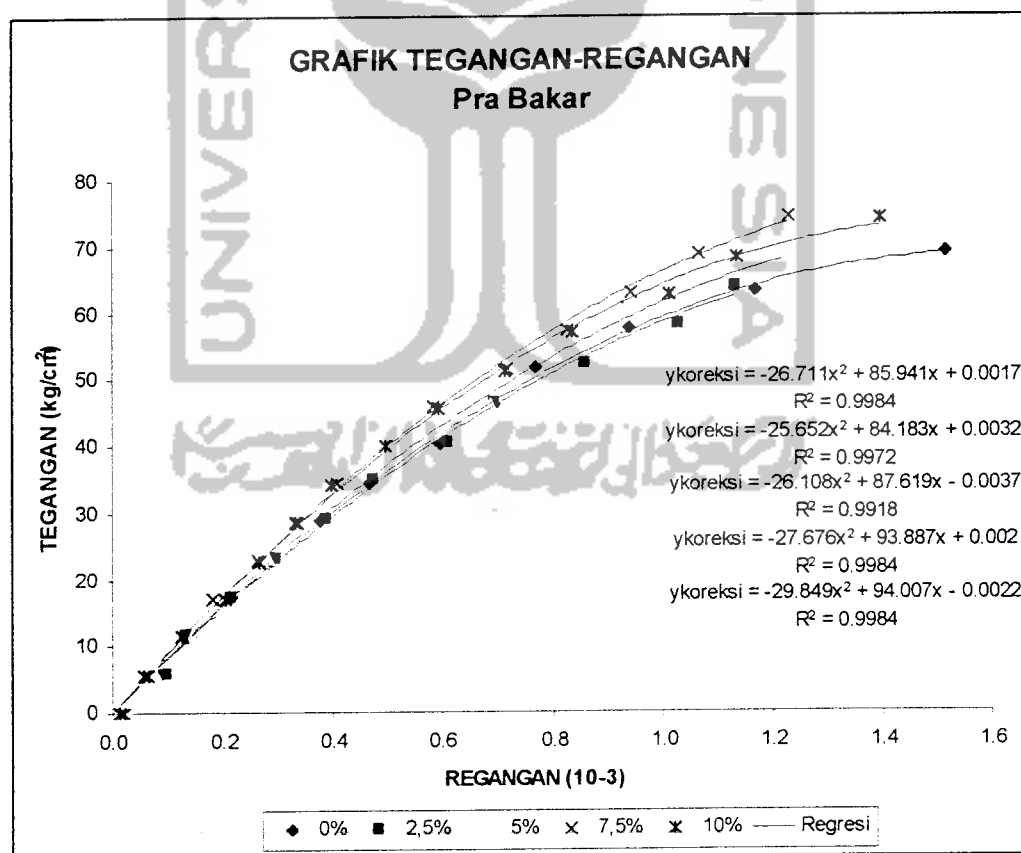
Variasi		Elastisitas Awal (kg/cm ²)
Pra Bakar	0%	85.941
	2,5%	84.183
	5%	87.619
	7,5%	93.887
	10%	94.007
Pasca Bakar	0%	35.926
	2,5%	42.307
	5%	31.413
	7,5%	45.703
	10%	46.293

Nilai elastisitas awal beton ringan pra bakar dengan penambahan *Silica fume* mengalami peningkatan dan penurunan untuk tiap variasi. Pada Gambar 5.5 dan Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa pada variasi 2,5% menurun sebesar 84,183 kg/cm², sedangkan variasi 5%; 7,5%; 10% meningkat berturut-turut sebesar 87,619 kg/cm²; 93,887 kg/cm² dan 94,007 kg/cm² dari beton variasi 0% sebesar

85.941 kg/cm². Elastisitas awal maksimum terjadi pada beton dengan penambahan *silica fume* 10%.

Setelah dibakar pada suhu 400 °C selama 4 jam, nilai elastisitas awal beton ringan pasca bakar dengan penambahan *Silica fume* tetap mengalami peningkatan untuk semua variasi. Pada Gambar 5.5 dan Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa variasi 2,5%; 7,5%; 10% meningkat berturut-turut sebesar 42.307 kg/cm²; 45.703 kg/cm² dan 46.293 kg/cm², sedangkan variasi 5% menurun sebesar 31.413 kg/cm² dari beton variasi 0% sebesar 35.926 kg/cm². Elastisitas awal maksimum terjadi pada beton dengan penambahan *silica fume* 10%.

5.2.3. Analisis Regresi



Gambar 5.6 Grafik Tegangan-Regangan Maksimum Pra Bakar

Dari Gambar grafik diperoleh persamaan regresi tiap variasi sebagai berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Variasi 0\%} \quad \rightarrow \quad & y_{\text{koreksi}} = -26,711x^2 + 85,941x + 0,0017 \\ & y' = 85,941 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Variasi 2,5\%} \quad \rightarrow \quad & y_{\text{koreksi}} = -25,652x^2 + 84,183x + 0,0032 \\ & y' = 84,183 \end{aligned}$$

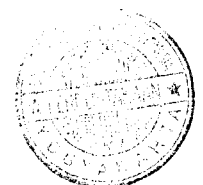
$$\begin{aligned} \text{Variasi 5\%} \quad \rightarrow \quad & y_{\text{koreksi}} = -26,108x^2 + 87,619x - 0,0037 \\ & y' = 87,619 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Variasi 7,5\%} \quad \rightarrow \quad & y_{\text{koreksi}} = -27,676x^2 + 93,887x + 0,002 \\ & y' = 93,887 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Variasi 10\%} \quad \rightarrow \quad & y_{\text{koreksi}} = -29,849x^2 + 94,007x - 0,0022 \\ & y' = 94,007 \end{aligned}$$

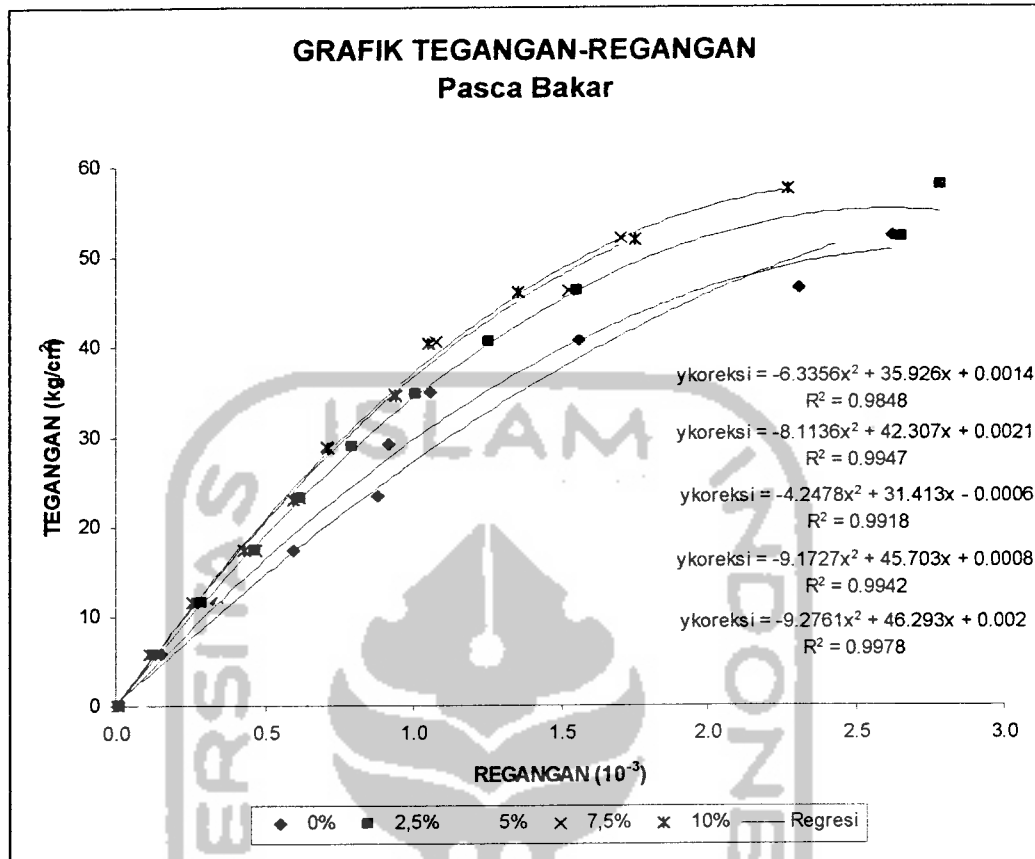
Grafik pada Gambar 5.6 memperlihatkan bahwa terdapat hubungan antara regangan-tegangan. Dari hubungan tersebut didapatkan persamaan regresi kuadrat tiap masing-masing variasi yang mempunyai nilai koefisien korelasi berbeda-beda. Didapatkan nilai koefisien korelasi (r) 0% = 0,999; 2,5% = 0,998; 5% = 0,995; 7,5% = 0,999 dan 10% = 0,999. Dari lima nilai koefisien korelasi tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat tingkat hubungan yang kuat. Tingkat hubungan terkuat terdapat pada variasi 0%, 7,5% dan 10% pra bakar.

Dari persamaan tersebut diperoleh nilai a bertanda negatif, sehingga garis regresi kuadrat tersebut berupa parabola yang membuka kebawah. Dengan tidak memperhatikan tanda positif dan negatif nilai $a > 0$, maka grafik berbentuk nonlinier. Nilai a dan b sangat berpengaruh terhadap suatu bentuk daripada fungsi.



Semakin besar nilai b , maka semakin besar tegangannya ini dapat dilihat dari persamaan kuadrat pada variasi 10% dimana tegangan yang terjadi paling besar. Realitas kesalahan pada penggunaan alat ukur regangan, maka koreksi dilakukan untuk regangan (x).

Nilai a dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Tabel 5.5 untuk tiap variasi sebesar 26,711; 25,652; 26,108; 27,676 dan 29,849 menunjukkan hubungan regangan-tegangan nonlinier. Nilai a tersebut menunjukkan ke nonlinieritas suatu grafik, semakin besar $|a|$ semakin nonlinier. Semakin besar regangan semakin kecil elastisnya. Hubungan regangan-tegangan yang nonlinier terbesar terdapat pada variasi 10%. Nilai b pada turunan pertama menunjukkan nilai elastisitas awal suatu benda. Apabila nilai $x = 0$ pada turunan pertama, maka nilai b tiap variasi berturut-turut sebesar 85,941 kg/cm²; 84,183 kg/cm²; 87,619 kg/cm²; 93,887 kg/cm² dan 94,007 kg/cm² menunjukkan nilai elastisitas awal. Elastisitas terbesar terdapat pada variasi 10%.



Gambar 5.7 Grafik Regangan-Tegangan Maksimum Pasca Bakar

Dari Gambar grafik diperoleh persamaan regresi tiap variasi sebagai berikut ini.

Variasi 0% → $y_{\text{koreksi}} = -6,3356x^2 + 35,926x + 0,1271$
 $y' = 35,926$

Variasi 2,5% → $y_{\text{koreksi}} = -8,1136x^2 + 42,307x + 0,5633$
 $y' = 42,307$

Variasi 5% → $y_{\text{koreksi}} = -4,2478x^2 + 31,413x + 2,7125$
 $y' = 31,413$

Variasi 7,5% → $y_{\text{koreksi}} = -9,1727x^2 + 45,703x + 0,2336$
 $y' = 45,703$

$$\text{Variasi 10\%} \rightarrow y_{\text{koreksi}} = -9,2761x^2 + 46,293x + 0,2009$$

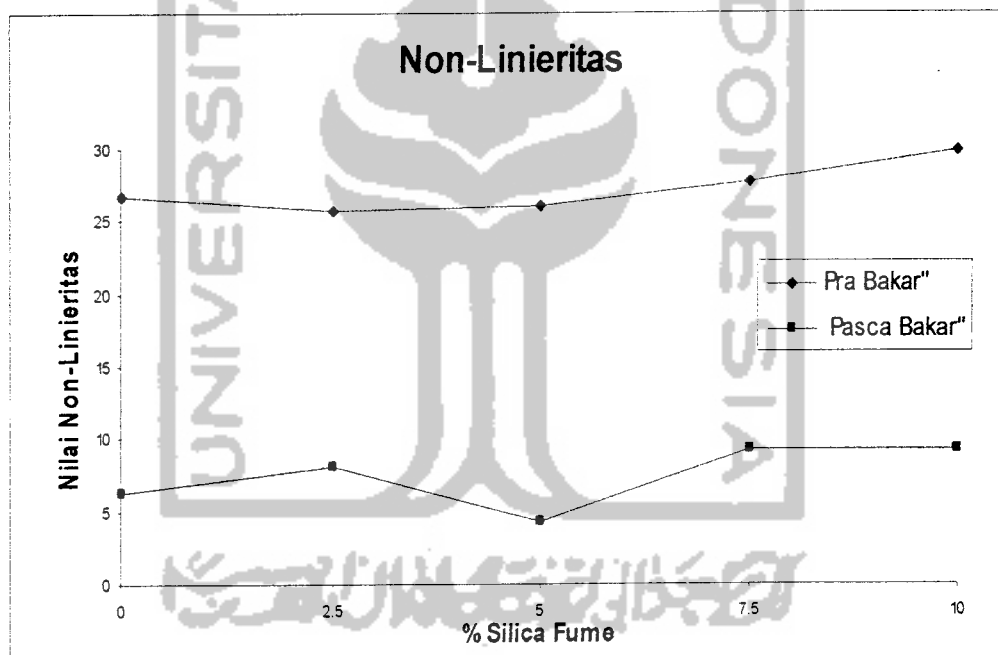
$$y' = 46,293$$

Grafik pada Gambar 5.7 memperlihatkan bahwa terdapat hubungan antara regangan-tegangan. Dari hubungan tersebut didapatkan persamaan regresi kuadrat tiap masing-masing variasi yang mempunyai nilai koefisien korelasi berbeda-beda. Didapatkan nilai koefisien korelasi (r) 0% = 0,9848; 2,5% = 0,9947; 5% = 0,9918; 7,5% = 0,9942 dan 10% = 0,9978. Dari lima nilai koefisien korelasi tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat tingkat hubungan yang kuat. Tingkat hubungan terkuat terdapat pada variasi 10% pasca bakar.

Dari persamaan tersebut diperoleh nilai a bertanda negatif, sehingga garis regresi kuadrat tersebut berupa parabola yang membuka kebawah. Dengan tidak memperhatikan tanda positif dan negatif nilai $a > 0$, maka grafik berbentuk nonlinier. Nilai a dan b sangat berpengaruh terhadap suatu bentuk daripada fungsi. Semakin besar nilai b , maka semakin besar tegangannya ini dapat dilihat dari persamaan kuadrat pada variasi 10% dimana tegangan yang terjadi paling besar.

Nilai a dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Tabel 5.5 untuk tiap variasi sebesar 6,3356; 8,1136; 4,2478; 9,1727 dan 9,2761 menunjukkan hubungan regangan-tegangan nonlinier. Nilai a tersebut menunjukkan ke nonlinieritas suatu grafik, semakin besar $|a|$ semakin nonlinier. Hubungan regangan-tegangan yang nonlinier terbesar terdapat pada variasi 10%. Nilai b pada turunan pertama menunjukkan nilai elastisitas awal suatu benda. Apabila nilai $x = 0$ pada turunan pertama, maka nilai b tiap variasi berturut-turut sebesar 35,926 kg/cm²; 42,307 kg/cm²; 31,413 kg/cm²; 45,703 kg/cm² dan 46,293 kg/cm² menunjukkan

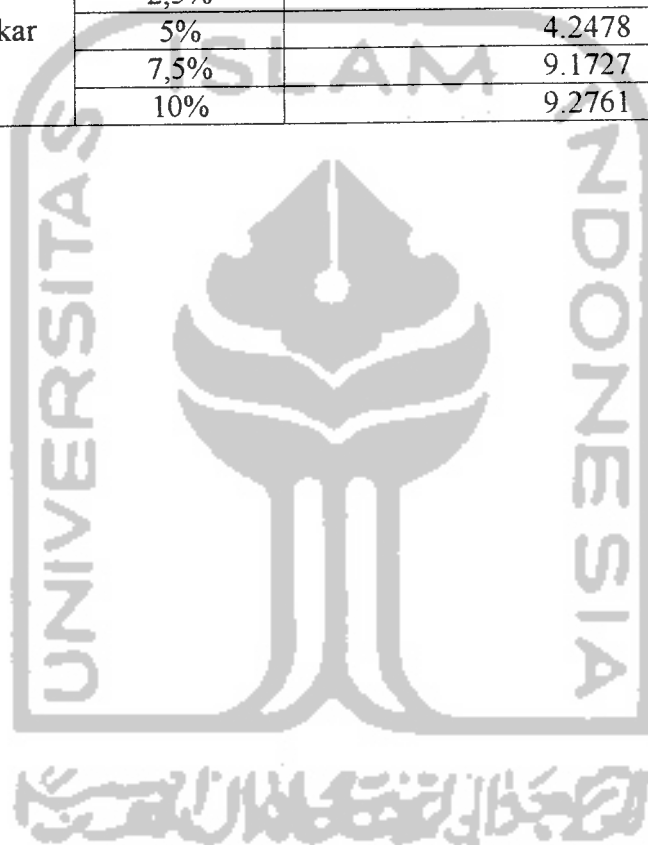
keelastisitasannya. Elastisitas terbesar terdapat pada variasi 10 %. Nilai modulus elastis ini dapat ditentukan berdasarkan kemiringan kurva pada grafik regangan-tegangan. Kemiringan kurva ini dipengaruhi oleh kuat desak beton itu sendiri. Beton yang memiliki kuat desak tinggi akan menghasilkan kemiringan yang lebih curam dan panjang garis linier yang lebih panjang dibandingkan beton yang memiliki kuat desak yang rendah. Hal ini terjadi karena seiring dengan bertambahnya beban, maka kekuatan dari material akan berkurang sehingga perubahan regangan tidak lagi linier dengan tegangannya.



Gambar 5.8 Grafik Non-Linieritas Beton

Tabel 5.5 Nilai Non-Linieritas Beton

Variasi		Nilai Non-Linieritas
Pra Bakar	0%	26.711
	2,5%	25.652
	5%	26.108
	7,5%	27.676
	10%	29.849
Pasca Bakar	0%	6.3356
	2,5%	8.1136
	5%	4.2478
	7,5%	9.1727
	10%	9.2761



BAB VI

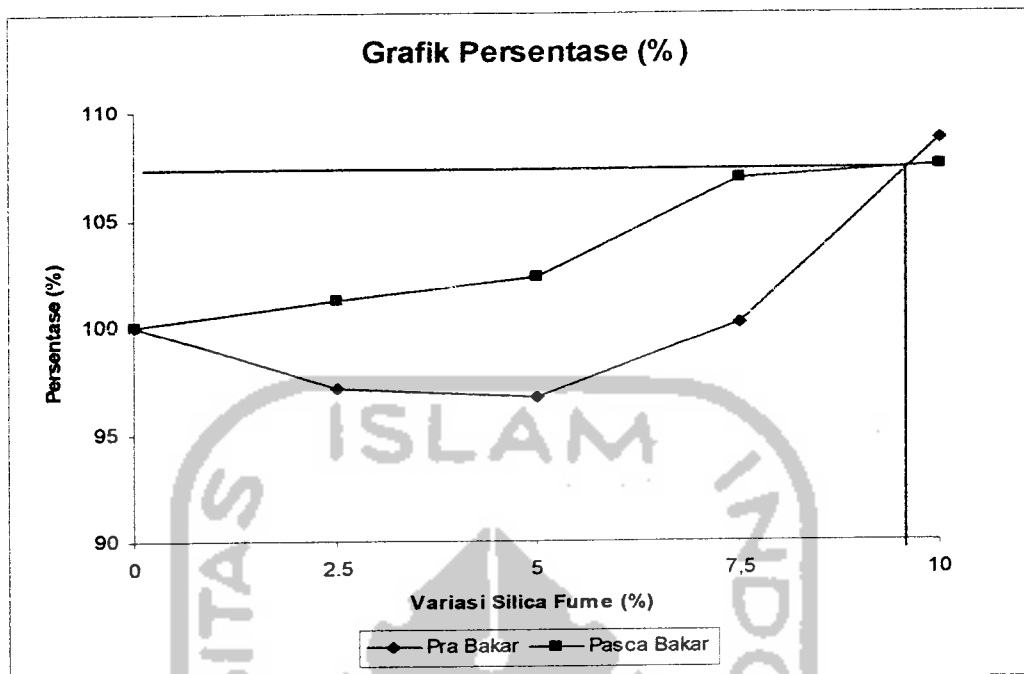
KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian. Penjelasan mengenai hal-hal tersebut akan diuraikan sebagai berikut ini.

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian laboratorium didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Beton menggunakan agregat batu bentonit termasuk beton ringan (betonnya mempunyai berat volume maksimum $1897,5 \text{ kg/m}^3$ dan batu bentonit mempunyai berat jenis $1,6 \text{ kg/m}^3$).
2. Penambahan *silica fume* pada beton ringan dapat meningkatkan kuat desak maksimum 8,7% pada penambahan *silica fume* 10%
3. Pembakaran pada beton ringan dengan penambahan *silica fume* mengalami penurunan kuat desak maksimum 29,195% dan minimum 23,618%.
4. Penambahan *silica fume* pada beton ringan meningkatkan modulus elastisitas.
5. Beton ringan dengan agregat kasar batu bentonit tidak dapat digunakan sebagai beton ringan struktural.



Dari grafik diatas dapat diperoleh perpotongan antara prosentase peningkatan kekuatan pra bakar dengan pasca bakar. Dimana perpotongan garis tersebut menunjukkan persentase kekuatan kombinasi optimum pra bakar dan pasca bakar yang terjadi. Dengan menarik garis perpotongan tersebut diperoleh penambahan *silica fume* yang optimum yaitu $\pm 9\%$ *silica fume* dengan peningkatan persentase kekuatan $\pm 7,5\%$.

6.2. Saran

Dari kesimpulan hasil penelitian, didapatkan beberapa saran yang diharapkan untuk melengkapi penelitian ini maupun yang berguna untuk struktur beton dan dunia teknik sipil yaitu sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh kimia dari batu bentonit terhadap kuat desak beton.

2. Perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan batu bentonit dalam bentuk bubuk sebagai pengganti semen, karena kadar *silica* batu bentonit tinggi.
3. Perlu penelitian lebih lanjut guna mencari kadar *silica fume* optimum yang mampu memberikan kuat desak beton maksimum.



DAFTAR PUSTAKA

- Antono, A., 1985, BAHAN KOSTRUKSI TEKNIK, FT-UGM, Yogyakarta.
- Artigues, J.C., Curado, J., dan Iglesias, E., 1990: Study of the effectiveness of water reducing additives on concrete with microsilica, Admixtures for concrete: PROCEEDING OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM HELD by RILLEM, BARCELONA. 156-167. London: Chapman and Hall.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SK SNI T-15-1991-03, Yayasan LPMB, Bandung.
- Gambhir, M.L., 1986, CONCRET OF TECHNOLOGY, Mc Graw Hill, New Delhi.
- Ilham, A., 2004, Seminar "PENGARUH BAHAN TAMBAH POZOLAN SILICA FUME, ABU SEKAM PADI DAN ABU TERBANG PADA BETON KINERJA TINGGI", UII, Yogyakarta.
- Kuroda, M., Watanabe, T., dan Terashi, N., 2000. Increase of bond strength at interfacial transition zone by the use of fly ash. CEMENT AND CONCRETE RESEARCH, Vol. 30, pp. 253-258.
- Legowo., 1984, DASAR-DASAR KALKULUS DAN PENERAPANNYA DALAM BIDANG EKONOMI, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.
- Mei, F. H., 1993, Tugas Akhir "PENGARUH PEMANASAN PADA KUAT TEKAN BETON RINGAN".
- Mindess, S., dan J. F, Young., 1981, CONCRETE, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Murdock, L.J., dan K.M, Brook., 1986, BAHAN DAN PRAKTEK BETON, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E.G., 1990, BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR, Eresco, Bandung.

- Neville, A.M., 1975, PROPERTIES OF CONCRETE, Second Edition, The English Language Book Society and Pitman Publishing, London.
- , 1971, PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA, N. I-2, Direktorat Jendral Cipta Karya, Jakarta.
- Popovics, 1998, STRENGTH AND RELATED PROPERTIES OF CONCRET, John Wiley and Sons, Inc, Canada.
- Saefuddin, M., Zain, M.F.M., dan Mahhamud, F., 2001: An experimental study on the durability of high performance concrete, PROCEEDING OF SEVENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCRETE ENGINEERING AND TECHNOLOGY (CONSET 2001), Shah Alam, Malaysia. Pp. 150-161.
- Subakti, A., 1995, TEKNOLOGI BETON DALAM PRAKTEK, Jurusan Teknik Sipil-FTSP, ITS, Surabaya.
- Suharto., 1991, MATEMATIKA TERAPAN UNTUK PERGURUAN TINGGI, Rineka Cipta, Malang.
- Surahman, A., 1998, STUDI KASUS LAPANGAN, KURSUS SINGKAT PERBAIKAN DAN PERKUATAN STRUKTUR BERTULANG, Laboratorium Mekanika Struktur, Pusat penelitian Antar Universitas Ilmu Rekayasa ITB, Bandung.
- Susetiarto, R.H., dan E, Priyatna., 2003, Tugas Akhir "PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN SILICA FUME TERHADAP KUAT DESAK BETON PASCA BAKAR", FTSP-UII, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 1992, TEKNOLOGI BETON, Biro Penerbit, Yogyakarta.
- Wang, C.K., dan C.G, Salmon., 1993, DESAIN BETON BERTULANG, Erlangga, Jakarta.
- Yueming, F., Suhong, Y., Zhiyun, W., dan Jingyu, Z., 1999. Activation of fly ash and its effect on cement properties. CEMENT AND CONCRETE RESEARCH, Vol. 29, pp. 467-472.



LAMPIRAN 1



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Jenis benda uji : Agregat Kasar Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Batu Bentonit 1. Nomida Setiadi
 Asal : Nanggulan, Kulon Progo 2. Dani Purwo Prasetyo
 Keperluan : Tugas Akhir Tanggal : 31 Juni 2004

ALAT-ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Piring, sendok, lap dan lain-lain.

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat Agregat (w)	400	Gram	400	Gram
Volume air (V_1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V_2)	744	Cc	755	Cc
Berat Jenis (BJ)	1,639		1,568	
$\frac{W}{V_2 - V_1}$				
Berat jenis rata-rata	1,6			

Yogyakarta, 31 Juni 2004

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM *Danisman*
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK *panu s.*
 FAKULTAS TEKNIK UII



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Jenis benda uji : Agregat Halus Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Pasir 1. Nomida Setiadi
 Asal : Kaliurang 2. Dani Purwo Prasetyo
 Keperluan : Tugas Akhir Tanggal : 31 Juni 2004

ALAT-ALAT

1. Gelas ukur kap 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0,01 gram
3. Piring, sendok, lap dan lain-lain.

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat Agregat (w)	400	Gram	400	Gram
Volume air (V_1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V_2)	654	Cc	651	Cc
Berat Jenis (BJ)	$2,659$		$2,649$	
$\frac{W}{V_2 - V_1}$				
Berat jenis rata-rata	$2,623$			

Yogyakarta, 31 Juni 2004

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Darusalam



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

DATA PEMERIKSAAN

BERAT VOLUME AGREGAT HALUS "SSD"

Jenis benda uji : Agregat Halus Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Pasir 1. Nomida Setiadi
 Asal : Kaliurang 2. Dani Purwo Prasetyo
 Keperluan : Tugas Akhir Tanggal : 31 Juni 2004

ALAT-ALAT

1. Tabung silinder (\varnothing 15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk \varnothing 16 panjang 60 cm.
4. Serok / sekop, Lap dll.

	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat Tabung (W_1)	4,9	Kg	4,9	Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	12,6	Kg	12,2	Kg
Volume tabung $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	m^3	$5,3 \cdot 10^{-3}$	m^3
Berat volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,452	t/m^3	1,377	t/m^3
Berat volume rata-rata	1,415 t/m^3			

Yogyakarta, 31 Juni 2004

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM - Darus
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII Darus



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR PASIR**

Jenis benda uji : Agregat Halus Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Pasir 1. Nomida Setiadi
 Asal : Kaliurang 2. Dani Purwo Prasetyo
 Keperluan : Tugas Akhir Tanggal : 02 Juli 2004

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40						
2	20						
3	10						
4	4,75	11	10.8	0.55	0.54	0.55	0.540
5	2,36	81.8	82.95	4.09	4.147	4.640	4.688
6	1,18	324.35	321.7	16.217	16.085	20.725	20.773
7	0,600	660.6	681.65	33.03	34.082	54.808	54.855
8	0,300	429.05	407.7	21.452	20.385	75.193	75.240
9	0,150	322.95	321.15	16.147	16.057	91.250	91.298
10	Pan	162.09	161.15	8.104	8.057	-	-
Jumlah						246.266	247.394

Jumlah rata-rata = 246.830

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{246.830}{100} = 2.468$$

Yogyakarta, 02 Juli 2004

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII

Darus



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta.

**DATA PEMERIKSAAN
MODULUS HALUS BUTIR KERIKIL**

Jenis benda uji : Agregat Kasar Di periksa oleh :
 Nama benda uji : Batu Bentonit 1. Nomida Setiadi
 Asal : Nanggulan, Kulon Progo 2. Dani Purwo Prasetyo
 Keperluan : Tugas Akhir Tanggal : 02 Juli 2004

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat komulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	38						
2	19	1975.6	1964.8	98.78	98.24	98.78	98.24
3	9.5	23.3	33.7	1.165	1.685	99.945	99.925
4	4.75					99.945	99.925
5	2.36					99.945	99.925
6	1.18					99.945	99.925
7	0.600					99.945	99.925
8	0.300					99.945	99.925
9	0.150					99.945	99.925
10	Pan					-	-
Jumlah						797.392	797.715

Jumlah rata-rata = 797.553

$$\text{MODULUS HALUS BUTIR} = \frac{797.553}{100} = 7.975$$

Yogyakarta, 02 Juli 2004

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII

Paruwan
Barusalam



LAMPIRAN 2

**PERHITUNGAN MIX DESIGN
DENGAN METODE PERBANDINGAN VOLUME**

1. Data konstruksi :

Kuat tekan yang disyaratkan sebesar $f'c = 20$ MPa,

Volume pekerjaan < 1000 m³ dengan mutu pekerjaan cukup,

Slump yang diinginkan 100 mm,

Jenis semen yang digunakan Jenis I, merk Nusantara,

Agregat kasar berupa batu bentonit dari Nanggulan Kulon Progo dengan D_{max}

40 mm, FAS yang diambil sebesar = 0,5,

Berat jenis semen = 3,15

Berat jenis pasir = 2,623

Berat jenis batu bentonit = 1,6

2. Langkah-langkah pembuatan *mix-design* :

- a. Perhitungan *mix design* dengan menggunakan perbandingan volume yang dikonversi kedalam perbandingan berat satuan volume masing-masing bahan.

Berat satuan bahan :

Semen = 3,15

Pasir = 2,623

Batu Bentonit = 1,6

Perbandingan volume (semen : pasir : bentonit = 1 : 2 : 3)

Perbandingan berat bahan :

$$\text{Semen} = \frac{3,15}{3,15} \times 1 = 1$$

$$\text{Pasir} = \frac{2,623}{3,15} \times 2 = 1,6654$$

$$\text{Batu Bentonit} = \frac{1,6}{3,15} \times 3 = 1,5238$$

b. Taksiran berat 1 silinder beton (15 cm x 30 cm) adalah 10 kg.

Kebutuhan bahan untuk 1 silinder :

$$\text{Semen} = \frac{1}{1 + 1,6654 + 1,5238} \times 10 = 2,3871 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = \frac{1,6654}{1 + 1,6654 + 1,5238} \times 10 = 3,9746 \text{ kg}$$

$$\text{Batu Bentonit} = \frac{1,5238}{1 + 1,6654 + 1,5238} \times 10 = 3,6374 \text{ kg}$$

Untuk kebutuhan 5 silinder :

$$\text{Semen} = 5 \times 2,387 = 11,935 \text{ kg} + (11,935 \times 20\%) = 14,323 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 5 \times 3,975 = 19,873 \text{ kg} + (19,873 \times 20\%) = 23,847 \text{ kg}$$

$$\text{Batu Bentonit} = 5 \times 3,637 = 18,185 \text{ kg} + (18,185 \times 20\%) = 21,824 \text{ kg}$$

c. Kebutuhan air yang dipakai untuk 1 silinder :

Total air yang dipakai = $0,5 \times (W_{\text{semen}} + W_{\text{additive}})$

$$0\% = 0,5 \times (2387,1 + 0) = 1193,550 \text{ cc}$$

$$2,5\% = 0,5 \times (2387,1 + 59,678) = 1223,388 \text{ cc}$$

$$5\% = 0,5 \times (2387,1 + 119,355) = 1253,227 \text{ cc}$$

$$7,5\% = 0,5 \times (2387,1 + 179,033) = 1283,066 \text{ cc}$$

$$10\% = 0,5 \times (2387,1 + 238,71) = 1312,904 \text{ cc}$$

Kebutuhan air tiap variasi (5 silinder)

Variasi (%)	0	2,5	5	7,5	10
Volume (lt)	5,968	6,117	6,267	6,415	6,565
Vol + 20 % (lt)	7,162	7,340	7,520	7,698	7,878

d. Kebutuhan Silica Fume untuk 5 silinder

Variasi (%)	2,5	5	7,5	10
Berat (kg)	0,358	0,717	1,076	1,435



LAMPIRAN 3

DATA BENDA UJI SILINDER BETON I
Beton Ringan dengan variasi silica fume (pra bakar)

Variasi (%)	No	D (cm)	H (cm)	W (kg)	Ao (cm ²)	Volume (cm ³)	P (KN)	P rata-rata (KN)	f _b (MPa)	f _{cr} (MPa)	s _d (MPa)	f _c (MPa)
0	SD1-1	15.050	30.100	10.100	177.804	5351.914	90		5.062			
	SD1-2	15.100	30.500	10.000	178.988	5459.129	115		6.425			
	SD1-3	15.025	30.050	10.150	177.214	5325.288	110		6.207			
	SD1-4	15.025	29.900	10.100	177.214	5298.706	120		6.771			
	SD1-5	15.050	30.000	9.800	177.804	5334.134	108	108.6	6.074	6.108	0.642	5.056
2,5	SD2-1	14.900	29.950	9.950	174.278	5219.622	109		6.254			
	SD2-2	14.950	30.000	10.000	175.449	5263.484	110		6.270			
	SD2-3	15.000	30.000	9.800	176.625	5298.750	106		6.001			
	SD2-4	14.900	29.950	10.000	174.278	5219.622	100		5.738			
	SD2-5	15.050	29.500	10.100	177.804	5245.232	96	104.2	5.399	5.933	0.369	5.328
5	SD3-1	15.050	30.000	10.050	177.804	5334.134	100		5.624			
	SD3-2	15.000	30.050	10.100	176.625	5307.581	114		6.454			
	SD3-3	15.100	29.800	9.900	178.988	5333.838	97		5.419			
	SD3-4	15.000	30.100	10.100	176.625	5316.413	110		6.228			
	SD3-5	15.100	30.200	10.100	178.988	5405.433	104	105	5.810	5.907	0.427	5.207
7,5	SD4-1	15.02	30	10.05	177.096	5312.889	96		5.421			
	SD4-2	14.95	29.98	10.09	175.449	5259.975	116		6.612			
	SD4-3	15	30.05	10.1	176.625	5307.581	100		5.662			
	SD4-4	15.05	29.9	10	177.804	5316.353	124		6.974			
	SD4-5	15.1	30	10.1	178.988	5369.636	106	108.4	5.922	6.118	0.654	5.046
10	SD5-1	15	30.1	10.25	176.625	5316.413	120		6.794			
	SD5-2	14.95	29.98	10.05	175.449	5259.975	109		6.213			
	SD5-3	15	30	10.02	176.625	5298.750	116		6.568			
	SD5-4	15.1	29.9	10	178.988	5351.737	130		7.263			
	SD5-5	14.85	30	10.05	173.110	5193.305	110	117	6.354	6.638	0.413	5.961

$$f_c = f_{cr} - 1,64 \cdot S_d$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (f'_b - f'_{cr})^2}{N-1}}$$

$$f_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^N f'_b}{N}$$

f_b = kuat desak beton dari masing-masing benda uji (MPa)

f_{cr} = kekuatan desak beton rata-rata (MPa)

N = Jumlah benda uji yang diperiksa

S_d = harga deviasi standar

DATA BENDA UJI SILINDER BETON II
Beton Ringan dengan variasi silica fume (pasca bakar)

Variasi (%)	No	D (cm)	H (cm)	W (kg)	Ao (cm ²)	Volume (cm ³)	P (KN)	P rata-rata (KN)	f'b (MPa)	f'cr (MPa)	sd (MPa)	f'c (MPa)
0	SDB1-1	14.95	29.85	9.150	175.449	5237.166	86		4.902			
	SDB1-2	15.05	30.05	9.350	177.804	5343.024	80		4.499			
	SDB1-3	14.9	30.15	9.250	174.278	5254.477	70		4.017			
	SDB1-4	15.08	30.01	9.200	178.514	5357.206	75		4.201			
	SDB1-5	15.1	30.25	9.550	178.988	5414.382	76	77.4	4.246	4.373	0.342	3.812
2,5	SDB2-1	14.95	30.1	9.350	175.449	5281.029	80		4.560			
	SDB2-2	15	30.1	9.500	176.625	5316.413	73		4.133			
	SDB2-3	15	30	9.370	176.625	5298.750	92		5.209			
	SDB2-4	14.9	30	9.200	174.278	5228.336	75		4.303			
	SDB2-5	15.05	29.7	9.150	177.804	5280.793	70	78	3.937	4.428	0.493	3.621
5	SDB3-1	15	30	8.850	176.625	5298.750	80		4.529			
	SDB3-2	14.96	29.9	8.750	175.684	5252.959	73		4.155			
	SDB3-3	15.01	29.7	8.900	176.861	5252.759	75		4.241			
	SDB3-4	15.1	30	8.950	178.988	5369.636	83		4.637			
	SDB3-5	15	29.85	9.100	176.625	5272.256	85	79.2	4.812	4.475	0.274	4.026
7,5	SDB4-1	14.98	30.1	9.1	176.154	5302.245	87		4.939			
	SDB4-2	15.1	29.9	8.7	178.988	5351.737	76		4.246			
	SDB4-3	14.95	29.95	9	175.449	5254.711	77		4.389			
	SDB4-4	14.97	29.97	9.1	175.919	5272.299	85		4.832			
	SDB4-5	14.95	29.85	9.15	175.449	5237.166	87	82.4	4.959	4.673	0.332	4.129
10	SDB5-1	15.03	29.9	9.3	177.332	5302.233	95		5.357			
	SDB5-2	15.05	29.7	8.95	177.804	5280.793	88		4.949			
	SDB5-3	14.9	30.15	9	174.278	5254.477	75		4.303			
	SDB5-4	15.2	30.1	8.9	181.366	5459.129	70		3.860			
	SDB5-5	15.1	29.9	8.8	178.988	5351.737	90	83.6	5.028	4.700	0.605	3.707

DATA BENDA UJI SILINDER BETON NORMAL

Benda Uji	No	D (cm)	H (cm)	W (kg)	Ao (cm ²)	Volume (cm ³)	P (KN)	P rata-rata (KN)	f'b (MPa)	f'cr (MPa)	sd (MPa)	f'c (MPa)
1	SDN-1	14.9	30	12.4	174.278	5228.336	545		31.272			
2	SDN-2	15.05	29.8	12.5	177.804	5298.573	570		32.058			
3	SDN-3	15.1	29.8	12.2	178.988	5333.838	565		31.566			
4	SDN-4	14.9	29.9	12.2	174.278	5210.908	540		30.985			
5	SDN-5	15	29.8	12.3	176.625	5263.425	590	562	33.404	31.857	0.951	30.297

Pra Bakar

SD1-1

Do	15.050	cm	σ_1	5.733	kg/cm ²
Lo	30.100	cm	σ_2	11.466	kg/cm ²
Ao	177.804	cm ²	ϵ_1	0.060	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.017	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.136	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	18	5.733	0.060	0.076
20	2038.736	41	11.466	0.136	0.153
30	3058.104	72	17.199	0.239	0.256
40	4077.472	110	22.932	0.365	0.382
50	5096.840	172	28.665	0.571	0.588
60	6116.208	182	34.399	0.605	0.621
70	7135.576	210	40.132	0.698	0.714
80	8154.944	243	45.865	0.807	0.824
90	9174.312	297	51.598	0.987	1.003
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD1-2

Do	15.100	cm	σ_1	17.086	kg/cm ²
Lo	30.500	cm	σ_2	22.781	kg/cm ²
Ao	178.988	cm ²	ϵ_1	0.226	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.030	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.292	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	29	5.695	0.095	0.066
20	2038.736	48	11.390	0.157	0.128
30	3058.104	69	17.086	0.226	0.197
40	4077.472	89	22.781	0.292	0.262
50	5096.840	115	28.476	0.377	0.348
60	6116.208	163	34.171	0.534	0.505
70	7135.576	182	39.866	0.597	0.567
80	8154.944	210	45.561	0.689	0.659
90	9174.312	245	51.257	0.803	0.774
100	10193.680	283	56.952	0.928	0.898
110	11213.048	330	62.647	1.082	1.052
120	12232.416	358	68.342	1.174	1.144
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SDI-3

Do	15.025	cm	σ_1	5.752	kg/cm ²
Lo	30.050	cm	σ_2	11.504	kg/cm ²
Ao	177.214	cm ²	ϵ_1	0.063	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.037	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.163	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	19	5.752	0.063	0.100
20	2038.736	49	11.504	0.163	0.200
30	3058.104	69	17.257	0.230	0.266
40	4077.472	87	23.009	0.290	0.326
50	5096.840	108	28.761	0.359	0.396
60	6116.208	150	34.513	0.499	0.536
70	7135.576	180	40.265	0.599	0.636
80	8154.944	210	46.017	0.699	0.735
90	9174.312	250	51.770	0.832	0.869
100	10193.680	290	57.522	0.965	1.002
110	11213.048	360	63.274	1.198	1.235
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SDI-4

Do	15.025	cm	σ_1	11.504	kg/cm ²
Lo	29.900	cm	σ_2	17.257	kg/cm ²
Ao	177.214	cm ²	ϵ_1	0.151	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.003	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.224	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	29	5.752	0.097	0.094
20	2038.736	45	11.504	0.151	0.147
30	3058.104	67	17.257	0.224	0.221
40	4077.472	87	23.009	0.291	0.288
50	5096.840	115	28.761	0.385	0.381
60	6116.208	142	34.513	0.475	0.472
70	7135.576	181	40.265	0.605	0.602
80	8154.944	210	46.017	0.702	0.699
90	9174.312	233	51.770	0.779	0.776
100	10193.680	283	57.522	0.946	0.943
110	11213.048	352	63.274	1.177	1.174
120	12232.416	455	69.026	1.522	1.518
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD1-5

Do	15.050	cm	σ_1	5.733	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	11.466	kg/cm ²
Ao	177.804	cm ²	ϵ_1	0.063	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.020	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.147	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	19	5.733	0.063	0.083
20	2038.736	44	11.466	0.147	0.167
30	3058.104	92	17.199	0.307	0.327
40	4077.472	95	22.932	0.317	0.337
50	5096.840	133	28.665	0.443	0.463
60	6116.208	163	34.399	0.543	0.563
70	7135.576	199	40.132	0.663	0.683
80	8154.944	228	45.865	0.760	0.780
90	9174.312	276	51.598	0.920	0.940
100	10193.680	290	57.331	0.967	0.987
110	11213.048	390	63.064	1.300	1.320
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD2-1

Do	14.900	cm	σ_1	11.698	kg/cm ²
Lo	29.950	cm	σ_2	17.547	kg/cm ²
Ao	174.278	cm ²	ϵ_1	0.174	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.027	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.274	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	31	5.849	0.104	0.130
20	2038.736	52	11.698	0.174	0.200
30	3058.104	82	17.547	0.274	0.301
40	4077.472	112	23.396	0.374	0.401
50	5096.840	148	29.245	0.494	0.521
60	6116.208	181	35.095	0.604	0.631
70	7135.576	254	40.944	0.848	0.875
80	8154.944	299	46.793	0.998	1.025
90	9174.312	363	52.642	1.212	1.239
100	10193.680	433	58.491	1.446	1.472
110	11213.048	508	64.340	1.696	1.723
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD2-2

Do	14.950	cm	σ_1	11.620	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	17.430	kg/cm ²
Ao	175.449	cm ²	ϵ_1	0.137	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.023	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.217	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	30	5.810	0.100	0.123
20	2038.736	41	11.620	0.137	0.160
30	3058.104	65	17.430	0.217	0.240
40	4077.472	89	23.240	0.297	0.320
50	5096.840	117	29.050	0.390	0.413
60	6116.208	142	34.860	0.473	0.497
70	7135.576	183	40.670	0.610	0.633
80	8154.944	208	46.480	0.693	0.717
90	9174.312	258	52.290	0.860	0.883
100	10193.680	309	58.100	1.030	1.053
110	11213.048	340	63.910	1.133	1.157
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD2-3

Do	15.000	cm	σ_1	5.771	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	11.543	kg/cm ²
Ao	176.625	cm ²	ϵ_1	0.097	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.013	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.180	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	29	5.771	0.097	0.083
20	2038.736	54	11.543	0.180	0.167
30	3058.104	75	17.314	0.250	0.237
40	4077.472	101	23.085	0.337	0.323
50	5096.840	132	28.857	0.440	0.427
60	6116.208	181	34.628	0.603	0.590
70	7135.576	199	40.400	0.663	0.650
80	8154.944	233	46.171	0.777	0.763
90	9174.312	270	51.942	0.900	0.887
100	10193.680	329	57.714	1.097	1.083
110	11213.048	372	63.485	1.240	1.227
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD2-4

Do	14.900	cm	σ_1	5.849	kg/cm ²
Lo	29.500	cm	σ_2	11.698	kg/cm ²
Ao	174.278	cm ²	ϵ_1	0.085	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.007	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.163	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L / L_o$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	25	5.849	0.085	0.078
20	2038.736	48	11.698	0.163	0.156
30	3058.104	83	17.547	0.281	0.275
40	4077.472	122	23.396	0.414	0.407
50	5096.840	159	29.245	0.539	0.532
60	6116.208	204	35.095	0.692	0.685
70	7135.576	244	40.944	0.827	0.820
80	8154.944	286	46.793	0.969	0.963
90	9174.312	338	52.642	1.146	1.139
100	10193.680	439	58.491	1.488	1.481
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD2-5

Do	15.050	cm	σ_1	5.733	kg/cm ²
Lo	29.500	cm	σ_2	11.466	kg/cm ²
Ao	177.804	cm ²	ϵ_1	0.102	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.003	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.200	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L / L_o$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	30	5.733	0.102	0.098
20	2038.736	59	11.466	0.200	0.197
30	3058.104	82	17.199	0.278	0.275
40	4077.472	112	22.932	0.380	0.376
50	5096.840	148	28.665	0.502	0.498
60	6116.208	182	34.399	0.617	0.614
70	7135.576	241	40.132	0.817	0.814
80	8154.944	332	45.865	1.125	1.122
90	9174.312	418	51.598	1.417	1.414
100	10193.680	466	57.331	1.580	1.576
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD3-1

Do	15.050	cm	σ_1	5.733	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	11.466	kg/cm ²
Ao	177.804	cm ²	ϵ_1	0.140	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.033	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.247	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	42	5.733	0.140	0.107
20	2038.736	74	11.466	0.247	0.213
30	3058.104	99	17.199	0.330	0.297
40	4077.472	132	22.932	0.440	0.407
50	5096.840	168	28.665	0.560	0.527
60	6116.208	213	34.399	0.710	0.677
70	7135.576	253	40.132	0.843	0.810
80	8154.944	309	45.865	1.030	0.997
90	9174.312	370	51.598	1.233	1.200
100	10193.680	395	57.331	1.317	1.283
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD3-2

Do	15.000	cm	σ_1	17.314	kg/cm ²
Lo	30.050	cm	σ_2	23.085	kg/cm ²
Ao	176.625	cm ²	ϵ_1	0.146	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.173	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.253	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	15	5.771	0.050	0.223
20	2038.736	35	11.543	0.116	0.290
30	3058.104	44	17.314	0.146	0.319
40	4077.472	76	23.085	0.253	0.426
50	5096.840	98	28.857	0.326	0.499
60	6116.208	123	34.628	0.409	0.582
70	7135.576	182	40.400	0.606	0.779
80	8154.944	198	46.171	0.659	0.832
90	9174.312	212	51.942	0.705	0.879
100	10193.680	256	57.714	0.852	1.025
110	11213.048	324	63.485	1.078	1.251
120	12232.416	358	69.256	1.191	1.364
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD3-3

Do	15.100	cm	σ_1	11.390	kg/cm ²
Lo	29.800	cm	σ_2	17.086	kg/cm ²
Ao	178.988	cm ²	ϵ_1	0.215	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.020	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.332	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	40	5.695	0.134	0.154
20	2038.736	64	11.390	0.215	0.235
30	3058.104	99	17.086	0.332	0.352
40	4077.472	134	22.781	0.450	0.470
50	5096.840	182	28.476	0.611	0.631
60	6116.208	223	34.171	0.748	0.768
70	7135.576	295	39.866	0.990	1.010
80	8154.944	328	45.561	1.101	1.121
90	9174.312	370	51.257	1.242	1.262
100	10193.680	422	56.952	1.416	1.436
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD3-4

Do	15.000	cm	σ_1	11.543	kg/cm ²
Lo	30.100	cm	σ_2	17.314	kg/cm ²
Ao	176.625	cm ²	ϵ_1	0.143	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.023	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.226	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	21	5.771	0.070	0.093
20	2038.736	43	11.543	0.143	0.166
30	3058.104	68	17.314	0.226	0.249
40	4077.472	92	23.085	0.306	0.329
50	5096.840	119	28.857	0.395	0.419
60	6116.208	148	34.628	0.492	0.515
70	7135.576	181	40.400	0.601	0.625
80	8154.944	270	46.171	0.897	0.920
90	9174.312	340	51.942	1.130	1.153
100	10193.680	430	57.714	1.429	1.452
110	11213.048	530	63.485	1.761	1.784
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD3-5

Do	15.100	cm	σ_1	17.086	kg/cm ²
Lo	30.200	cm	σ_2	22.781	kg/cm ²
Ao	178.988	cm ²	ϵ_1	0.242	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.007	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.325	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	29	5.695	0.096	0.103
20	2038.736	42	11.390	0.139	0.146
30	3058.104	73	17.086	0.242	0.248
40	4077.472	98	22.781	0.325	0.331
50	5096.840	132	28.476	0.437	0.444
60	6116.208	158	34.171	0.523	0.530
70	7135.576	213	39.866	0.705	0.712
80	8154.944	254	45.561	0.841	0.848
90	9174.312	292	51.257	0.967	0.974
100	10193.680	351	56.952	1.162	1.169
110	11213.048	361	62.647	1.195	1.202
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD4-1

Do	15.020	cm	σ_1	11.512	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	17.268	kg/cm ²
Ao	177.096	cm ²	ϵ_1	0.187	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.047	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.257	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	24	5.756	0.080	0.033
20	2038.736	56	11.512	0.187	0.140
30	3058.104	77	17.268	0.257	0.210
40	4077.472	104	23.024	0.347	0.300
50	5096.840	114	28.780	0.380	0.333
60	6116.208	133	34.536	0.443	0.397
70	7135.576	162	40.292	0.540	0.493
80	8154.944	193	46.048	0.643	0.597
90	9174.312	258	51.804	0.860	0.813
100	10193.680	286	57.560	0.953	0.907
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD4-2

Do	14.950	cm	σ_1	5.810	kg/cm ²
Lo	29.980	cm	σ_2	11.620	kg/cm ²
Ao	175.449	cm ²	ϵ_1	0.060	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.017	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.137	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	18	5.810	0.060	0.077
20	2038.736	41	11.620	0.137	0.153
30	3058.104	68	17.430	0.227	0.243
40	4077.472	93	23.240	0.310	0.327
50	5096.840	114	29.050	0.380	0.397
60	6116.208	143	34.860	0.477	0.494
70	7135.576	184	40.670	0.614	0.630
80	8154.944	212	46.480	0.707	0.724
90	9174.312	243	52.290	0.811	0.827
100	10193.680	282	58.100	0.941	0.957
110	11213.048	315	63.910	1.051	1.067
120	12232.416	358	69.720	1.194	1.211
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD4-3

Do	15.000	cm	σ_1	0.000	kg/cm ²
Lo	30.050	cm	σ_2	5.771	kg/cm ²
Ao	176.625	cm ²	ϵ_1	0.000	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.000	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.070	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	21	5.771	0.070	0.070
20	2038.736	49	11.543	0.163	0.163
30	3058.104	67	17.314	0.223	0.223
40	4077.472	92	23.085	0.306	0.306
50	5096.840	114	28.857	0.379	0.379
60	6116.208	151	34.628	0.502	0.502
70	7135.576	180	40.400	0.599	0.599
80	8154.944	220	46.171	0.732	0.732
90	9174.312	390	51.942	1.298	1.298
100	10193.680	452	57.714	1.504	1.504
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar
SD4-4

Do	15.050	cm	σ_1	17.199	kg/cm ²
Lo	29.900	cm	σ_2	22.932	kg/cm ²
Ao	177.804	cm ²	ϵ_1	0.161	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.080	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.241	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	13	5.733	0.043	0.124
20	2038.736	31	11.466	0.104	0.184
30	3058.104	48	17.199	0.161	0.241
40	4077.472	72	22.932	0.241	0.321
50	5096.840	94	28.665	0.314	0.395
60	6116.208	115	34.399	0.385	0.465
70	7135.576	142	40.132	0.475	0.555
80	8154.944	168	45.865	0.562	0.642
90	9174.312	208	51.598	0.696	0.776
100	10193.680	241	57.331	0.806	0.886
110	11213.048	276	63.064	0.923	1.003
120	12232.416	312	68.797	1.043	1.124
130	13251.784	361	74.530	1.207	1.288
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar
SD4-5

Do	15.100	cm	σ_1	5.695	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	11.390	kg/cm ²
Ao	178.988	cm ²	ϵ_1	0.063	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.017	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.143	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	19	5.695	0.063	0.080
20	2038.736	43	11.390	0.143	0.160
30	3058.104	72	17.086	0.240	0.257
40	4077.472	108	22.781	0.360	0.377
50	5096.840	113	28.476	0.377	0.393
60	6116.208	161	34.171	0.537	0.553
70	7135.576	199	39.866	0.663	0.680
80	8154.944	231	45.561	0.770	0.787
90	9174.312	331	51.257	1.103	1.120
100	10193.680	431	56.952	1.437	1.453
110	11213.048	522	62.647	1.740	1.757
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD5-1

Do	15.000	cm	σ_1	11.543	kg/cm ²
Lo	30.100	cm	σ_2	17.314	kg/cm ²
Ao	176.625	cm ²	ϵ_1	0.103	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.037	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.173	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	9	5.771	0.030	0.066
20	2038.736	31	11.543	0.103	0.140
30	3058.104	52	17.314	0.173	0.209
40	4077.472	71	23.085	0.236	0.272
50	5096.840	90	28.857	0.299	0.336
60	6116.208	111	34.628	0.369	0.405
70	7135.576	132	40.400	0.439	0.475
80	8154.944	158	46.171	0.525	0.561
90	9174.312	233	51.942	0.774	0.811
100	10193.680	278	57.714	0.924	0.960
110	11213.048	349	63.485	1.159	1.196
120	12232.416	413	69.256	1.372	1.409
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD5-2

Do	14.950	cm	σ_1	11.620	kg/cm ²
Lo	29.980	cm	σ_2	17.430	kg/cm ²
Ao	175.449	cm ²	ϵ_1	0.110	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.130	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.230	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	19	5.810	0.063	0.193
20	2038.736	33	11.620	0.110	0.240
30	3058.104	69	17.430	0.230	0.360
40	4077.472	113	23.240	0.377	0.507
50	5096.840	156	29.050	0.520	0.650
60	6116.208	205	34.860	0.684	0.814
70	7135.576	254	40.670	0.847	0.977
80	8154.944	312	46.480	1.041	1.171
90	9174.312	376	52.290	1.254	1.384
100	10193.680	402	58.100	1.341	1.471
110	11213.048	456	63.910	1.521	1.651
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD5-3

Do	15.000	cm	σ_1	0.000	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	5.771	kg/cm ²
Ao	176.625	cm ²	ϵ_1	0.000	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.000	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.060	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/Lo$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	18	5.771	0.060	0.060
20	2038.736	34	11.543	0.113	0.113
30	3058.104	61	17.314	0.203	0.203
40	4077.472	89	23.085	0.297	0.297
50	5096.840	104	28.857	0.347	0.347
60	6116.208	123	34.628	0.410	0.410
70	7135.576	157	40.400	0.523	0.523
80	8154.944	183	46.171	0.610	0.610
90	9174.312	215	51.942	0.717	0.717
100	10193.680	253	57.714	0.843	0.843
110	11213.048	314	63.485	1.047	1.047
120	12232.416	368	69.256	1.227	1.227
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD5-4

Do	15.100	cm	σ_1	11.390	kg/cm ²
Lo	29.900	cm	σ_2	17.086	kg/cm ²
Ao	178.988	cm ²	ϵ_1	0.114	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.033	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.187	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/Lo$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	13	5.695	0.043	0.077
20	2038.736	34	11.390	0.114	0.147
30	3058.104	56	17.086	0.187	0.221
40	4077.472	74	22.781	0.247	0.281
50	5096.840	94	28.476	0.314	0.348
60	6116.208	114	34.171	0.381	0.415
70	7135.576	144	39.866	0.482	0.515
80	8154.944	173	45.561	0.579	0.612
90	9174.312	209	51.257	0.699	0.732
100	10193.680	245	56.952	0.819	0.853
110	11213.048	298	62.647	0.997	1.030
120	12232.416	335	68.342	1.120	1.154
130	13251.784	413	74.037	1.381	1.415
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pra Bakar

SD5-5

Do	14.850	cm	σ_1	11.777	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	17.666	kg/cm ²
Ao	173.110	cm ²	ϵ_1	0.130	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.063	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.227	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	13	5.889	0.043	0.107
20	2038.736	39	11.777	0.130	0.193
30	3058.104	68	17.666	0.227	0.290
40	4077.472	81	23.554	0.270	0.333
50	5096.840	103	29.443	0.343	0.407
60	6116.208	123	35.331	0.410	0.473
70	7135.576	208	41.220	0.693	0.757
80	8154.944	270	47.108	0.900	0.963
90	9174.312	390	52.997	1.300	1.363
100	10193.680	475	58.886	1.583	1.647
110	11213.048	660	64.774	2.200	2.263
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				



Pasca Bakar

SDB1-1

Do	14.950	cm	σ_1	5.810	kg/cm ²
Lo	29.850	cm	σ_2	11.620	kg/cm ²
Ao	175.449	cm ²	ϵ_1	0.147	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.037	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.332	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	44	5.810	0.147	0.184
20	2038.736	99	11.620	0.332	0.369
30	3058.104	177	17.430	0.593	0.630
40	4077.472	261	23.240	0.874	0.911
50	5096.840	272	29.050	0.911	0.948
60	6116.208	315	34.860	1.055	1.092
70	7135.576	465	40.670	1.558	1.595
80	8154.944	685	46.480	2.295	2.332
90	9174.312	780	52.290	2.613	2.650
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar

SDB1-2

Do	15.050	cm	σ_1	5.733	kg/cm ²
Lo	30.050	cm	σ_2	11.466	kg/cm ²
Ao	177.804	cm ²	ϵ_1	0.150	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.017	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.316	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	45	5.733	0.150	0.166
20	2038.736	95	11.466	0.316	0.333
30	3058.104	162	17.199	0.539	0.556
40	4077.472	215	22.932	0.715	0.732
50	5096.840	280	28.665	0.932	0.948
60	6116.208	374	34.399	1.245	1.261
70	7135.576	409	40.132	1.361	1.378
80	8154.944	515	45.865	1.714	1.730
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar

SDB1-3

Do	14.900	cm	σ_1	0.000	kg/cm ²
Lo	30.150	cm	σ_2	5.849	kg/cm ²
Ao	174.278	cm ²	ϵ_1	0.000	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.000	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.176	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	53	5.849	0.176	0.176
20	2038.736	122	11.698	0.405	0.405
30	3058.104	189	17.547	0.627	0.627
40	4077.472	267	23.396	0.886	0.886
50	5096.840	293	29.245	0.972	0.972
60	6116.208	492	35.095	1.632	1.632
70	7135.576	574	40.944	1.904	1.904
80	8154.944				
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar

SDB1-4

Do	15.080	cm	σ_1	5.710	kg/cm ²
Lo	30.010	cm	σ_2	11.421	kg/cm ²
Ao	178.514	cm ²	ϵ_1	0.137	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.123	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.267	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	41	5.710	0.137	0.260
20	2038.736	80	11.421	0.267	0.390
30	3058.104	112	17.131	0.373	0.497
40	4077.472	186	22.841	0.620	0.743
50	5096.840	274	28.551	0.913	1.036
60	6116.208	409	34.262	1.363	1.486
70	7135.576	440	39.972	1.466	1.589
80	8154.944	609	45.682	2.029	2.153
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar

SDB1-5

Do	15.100	cm	σ_1	5.695	kg/cm ²
Lo	30.250	cm	σ_2	11.390	kg/cm ²
Ao	178.988	cm ²	ϵ_1	0.225	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.093	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.542	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	68	5.695	0.225	0.317
20	2038.736	164	11.390	0.542	0.635
30	3058.104	289	17.086	0.955	1.048
40	4077.472	388	22.781	1.283	1.375
50	5096.840	445	28.476	1.471	1.564
60	6116.208	589	34.171	1.947	2.040
70	7135.576	674	39.866	2.228	2.321
80	8154.944	850	45.561	2.810	2.902
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar

SDB2-1

Do	14.950	cm	σ_1	11.620	kg/cm ²
Lo	30.100	cm	σ_2	17.430	kg/cm ²
Ao	175.449	cm ²	ϵ_1	0.272	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.073	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.445	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	41	5.810	0.136	0.209
20	2038.736	82	11.620	0.272	0.346
30	3058.104	134	17.430	0.445	0.518
40	4077.472	244	23.240	0.811	0.884
50	5096.840	345	29.050	1.146	1.219
60	6116.208	471	34.860	1.565	1.638
70	7135.576	705	40.670	2.342	2.415
80	8154.944	780	46.480	2.591	2.664
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB2-2

Do	15.000	cm	σ_1	11.543	kg/cm ²
Lo	30.100	cm	σ_2	17.314	kg/cm ²
Ao	176.625	cm ²	ϵ_1	0.113	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.206	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.272	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L / L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	23	5.771	0.076	0.282
20	2038.736	34	11.543	0.113	0.319
30	3058.104	82	17.314	0.272	0.478
40	4077.472	174	23.085	0.578	0.784
50	5096.840	205	28.857	0.681	0.887
60	6116.208	261	34.628	0.867	1.073
70	7135.576	331	40.400	1.100	1.306
80	8154.944	385	46.171	1.279	1.485
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB2-3

Do	15.000	cm	σ_1	17.314	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	23.085	kg/cm ²
Ao	176.625	cm ²	ϵ_1	0.450	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.020	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.607	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L / L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	34	5.771	0.113	0.133
20	2038.736	82	11.543	0.273	0.293
30	3058.104	135	17.314	0.450	0.470
40	4077.472	182	23.085	0.607	0.627
50	5096.840	233	28.857	0.777	0.797
60	6116.208	298	34.628	0.993	1.013
70	7135.576	372	40.400	1.240	1.260
80	8154.944	462	46.171	1.540	1.560
90	9174.312	790	51.942	2.633	2.653
100	10193.680	830	57.714	2.767	2.787
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB2-4

Do	14.900	cm	σ_1	11.698	kg/cm ²
Lo	30.000	cm	σ_2	17.547	kg/cm ²
Ao	174.278	cm ²	ϵ_1	0.253	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.053	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.407	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	38	5.849	0.127	0.180
20	2038.736	76	11.698	0.253	0.307
30	3058.104	122	17.547	0.407	0.460
40	4077.472	164	23.396	0.547	0.600
50	5096.840	275	29.245	0.917	0.970
60	6116.208	568	35.095	1.893	1.947
70	7135.576	790	40.944	2.633	2.687
80	8154.944	850	46.793	2.833	2.887
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB2-5

Do	15.050	cm	σ_1	5.733	kg/cm ²
Lo	29.700	cm	σ_2	11.466	kg/cm ²
Ao	177.804	cm ²	ϵ_1	0.165	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.000	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.330	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	49	5.733	0.165	0.165
20	2038.736	98	11.466	0.330	0.330
30	3058.104	134	17.199	0.451	0.451
40	4077.472	191	22.932	0.643	0.643
50	5096.840	245	28.665	0.825	0.825
60	6116.208	573	34.399	1.929	1.929
70	7135.576	620	40.132	2.088	2.088
80	8154.944				
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Lampiran 3-21

Pasca Bakar
SDB3-1

Do	15.000	σ_1	5.771	kg/cm ²
Lo	30.000	σ_2	11.543	kg/cm ²
Ao	176.625	ϵ_1	0.213	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.013	ϵ_2	0.440	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	64	5.771	0.213	0.227
20	2038.736	132	11.543	0.440	0.453
30	3058.104	196	17.314	0.653	0.667
40	4077.472	205	23.085	0.683	0.697
50	5096.840	294	28.857	0.980	0.993
60	6116.208	596	34.628	1.987	2.000
70	7135.576	680	40.400	2.267	2.280
80	8154.944	755	46.171	2.517	2.530
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB3-2

Do	14.960	σ_1	11.605	kg/cm ²
Lo	29.900	σ_2	17.407	kg/cm ²
Ao	175.684	ϵ_1	0.505	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.050	ϵ_2	0.732	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	74	5.802	0.247	0.197
20	2038.736	151	11.605	0.505	0.455
30	3058.104	219	17.407	0.732	0.682
40	4077.472	246	23.209	0.823	0.773
50	5096.840	346	29.011	1.157	1.107
60	6116.208	480	34.814	1.605	1.555
70	7135.576	540	40.616	1.806	1.756
80	8154.944	615	46.418	2.057	2.007
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB3-3

Do	15.010	σ_1	11.527	kg/cm ²
Lo	29.700	σ_2	17.291	kg/cm ²
Ao	176.861	ϵ_1	0.316	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.067	ϵ_2	0.508	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	48	5.764	0.162	0.229
20	2038.736	94	11.527	0.316	0.384
30	3058.104	151	17.291	0.508	0.576
40	4077.472	252	23.055	0.848	0.916
50	5096.840	390	28.818	1.313	1.380
60	6116.208	430	34.582	1.448	1.515
70	7135.576	675	40.346	2.273	2.340
80	8154.944	720	46.109	2.424	2.492
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB3-4

Do	15.100	σ_1	5.695	kg/cm ²
Lo	30.000	σ_2	11.390	kg/cm ²
Ao	178.988	ϵ_1	0.013	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.113	ϵ_2	0.140	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	4	5.695	0.013	0.127
20	2038.736	42	11.390	0.140	0.253
30	3058.104	109	17.086	0.363	0.477
40	4077.472	178	22.781	0.593	0.707
50	5096.840	258	28.476	0.860	0.973
60	6116.208	345	34.171	1.150	1.263
70	7135.576	406	39.866	1.353	1.467
80	8154.944	627	45.561	2.090	2.203
90	9174.312	685	51.257	2.283	2.397
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB3-5

Do	15.000	σ_1	17.314	kg/cm ²
Lo	29.850	σ_2	23.085	kg/cm ²
Ao	176.625	ϵ_1	0.412	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.492	ϵ_2	0.714	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	31	5.771	0.104	0.596
20	2038.736	75	11.543	0.251	0.744
30	3058.104	123	17.314	0.412	0.905
40	4077.472	213	23.085	0.714	1.206
50	5096.840	297	28.857	0.995	1.487
60	6116.208	402	34.628	1.347	1.839
70	7135.576	493	40.400	1.652	2.144
80	8154.944	567	46.171	1.899	2.392
90	9174.312	697	51.942	2.335	2.827
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB4-1

Do	14.980	cm	σ_1	5.787	kg/cm ²
Lo	30.100	cm	σ_2	11.574	kg/cm ²
Ao	176.154	cm ²	ϵ_1	0.106	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.037	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.249	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	32	5.787	0.106	0.143
20	2038.736	75	11.574	0.249	0.286
30	3058.104	138	17.360	0.458	0.495
40	4077.472	182	23.147	0.605	0.641
50	5096.840	211	28.934	0.701	0.738
60	6116.208	280	34.721	0.930	0.967
70	7135.576	323	40.508	1.073	1.110
80	8154.944	456	46.294	1.515	1.551
90	9174.312	510	52.081	1.694	1.731
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB4-2

Do	15.100	cm	σ_1	17.086	kg/cm ²
Lo	29.900	cm	σ_2	22.781	kg/cm ²
Ao	178.988	cm ²	ϵ_1	0.237	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.274	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.408	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	0	5.695	0.000	0.274
20	2038.736	36	11.390	0.120	0.395
30	3058.104	71	17.086	0.237	0.512
40	4077.472	122	22.781	0.408	0.682
50	5096.840	309	28.476	1.033	1.308
60	6116.208	384	34.171	1.284	1.559
70	7135.576	482	39.866	1.612	1.886
80	8154.944	664	45.561	2.221	2.495
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB4-3

Do	14.950	cm	σ_1	5.810	kg/cm ²
Lo	29.950	cm	σ_2	11.620	kg/cm ²
Ao	175.449	cm ²	ϵ_1	0.140	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.030	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.311	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	42	5.810	0.140	0.170
20	2038.736	93	11.620	0.311	0.341
30	3058.104	144	17.430	0.481	0.511
40	4077.472	186	23.240	0.621	0.651
50	5096.840	253	29.050	0.845	0.875
60	6116.208	330	34.860	1.102	1.132
70	7135.576	690	40.670	2.304	2.334
80	8154.944	770	46.480	2.571	2.601
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB4-4

Do	14.970	cm	σ_1	5.795	kg/cm ²
Lo	29.970	cm	σ_2	11.589	kg/cm ²
Ao	175.919	cm ²	ϵ_1	0.180	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.050	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.310	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	54	5.795	0.180	0.130
20	2038.736	93	11.589	0.310	0.260
30	3058.104	145	17.384	0.484	0.434
40	4077.472	199	23.178	0.664	0.614
50	5096.840	244	28.973	0.814	0.764
60	6116.208	268	34.767	0.894	0.844
70	7135.576	362	40.562	1.208	1.158
80	8154.944	446	46.356	1.488	1.438
90	9174.312	510	52.151	1.702	1.652
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB4-5

Do	14.950	cm	σ_1	5.810	kg/cm ²
Lo	29.850	cm	σ_2	11.620	kg/cm ²
Ao	175.449	cm ²	ϵ_1	0.124	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.037	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.285	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	37	5.810	0.124	0.161
20	2038.736	85	11.620	0.285	0.322
30	3058.104	124	17.430	0.415	0.452
40	4077.472	310	23.240	1.039	1.075
50	5096.840	374	29.050	1.253	1.290
60	6116.208	493	34.860	1.652	1.688
70	7135.576	592	40.670	1.983	2.020
80	8154.944	680	46.480	2.278	2.315
90	9174.312	705	52.290	2.362	2.399
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB5-1

Do	15.030	cm	σ_1	5.748	kg/cm ²
Lo	29.900	cm	σ_2	11.497	kg/cm ²
Ao	177.332	cm ²	ϵ_1	0.107	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.037	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.251	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	32	5.748	0.107	0.144
20	2038.736	75	11.497	0.251	0.288
30	3058.104	126	17.245	0.421	0.458
40	4077.472	176	22.993	0.589	0.625
50	5096.840	211	28.742	0.706	0.742
60	6116.208	280	34.490	0.936	0.973
70	7135.576	313	40.238	1.047	1.084
80	8154.944	403	45.987	1.348	1.385
90	9174.312	523	51.735	1.749	1.786
100	10193.680	675	57.484	2.258	2.294
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB5-2

Do	15.050	cm	σ_1	11.466	kg/cm ²
Lo	29.700	cm	σ_2	17.199	kg/cm ²
Ao	177.804	cm ²	ϵ_1	0.374	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	-0.057	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.532	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	59	5.733	0.199	0.141
20	2038.736	111	11.466	0.374	0.316
30	3058.104	158	17.199	0.532	0.475
40	4077.472	224	22.932	0.754	0.697
50	5096.840	276	28.665	0.929	0.872
60	6116.208	349	34.399	1.175	1.118
70	7135.576	382	40.132	1.286	1.229
80	8154.944	596	45.865	2.007	1.949
90	9174.312	730	51.598	2.458	2.401
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB5-3

Do	14.900	cm	σ_1	5.849	kg/cm ²
Lo	30.150	cm	σ_2	11.698	kg/cm ²
Ao	174.278	cm ²	ϵ_1	0.106	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.066	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.279	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	32	5.849	0.106	0.172
20	2038.736	84	11.698	0.279	0.345
30	3058.104	115	17.547	0.381	0.448
40	4077.472	185	23.396	0.614	0.680
50	5096.840	256	29.245	0.849	0.915
60	6116.208	264	35.095	0.876	0.942
70	7135.576	314	40.944	1.041	1.108
80	8154.944	430	46.793	1.426	1.493
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB5-4

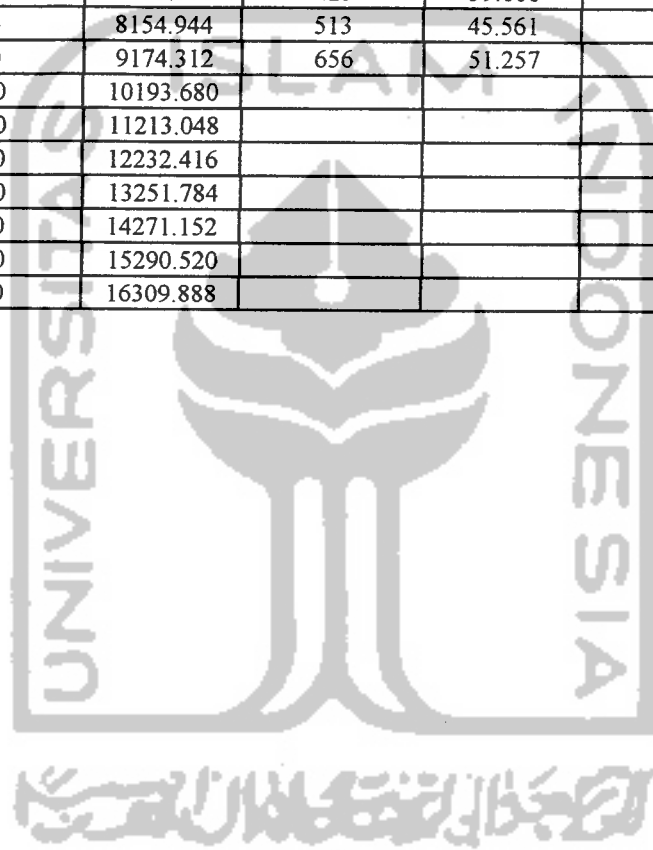
Do	15.200	cm	σ_1	5.620	kg/cm ²
Lo	30.100	cm	σ_2	11.241	kg/cm ²
Ao	181.366	cm ²	ϵ_1	0.140	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.033	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.312	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	42	5.620	0.140	0.173
20	2038.736	94	11.241	0.312	0.346
30	3058.104	173	16.861	0.575	0.608
40	4077.472	224	22.482	0.744	0.777
50	5096.840	283	28.102	0.940	0.973
60	6116.208	568	33.723	1.887	1.920
70	7135.576	630	39.343	2.093	2.126
80	8154.944				
90	9174.312				
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				

Pasca Bakar
SDB5-5

Do	15.100	cm	σ_1	5.70	kg/cm ²
Lo	29.900	cm	σ_2	11.39	kg/cm ²
Ao	178.988	cm ²	ϵ_1	0.10	10 ⁻³ mm
Angka Koreksi	0.060	10 ⁻³ mm	ϵ_2	0.25	10 ⁻³ mm

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³ mm)	σ (kg/cm ²)	$\epsilon = \Delta L/L_0$ (10 ⁻³ mm)	ϵ koreksi
0	0.000	0	0.000	0.000	0.000
10	1019.368	29	5.695	0.097	0.157
20	2038.736	76	11.390	0.254	0.314
30	3058.104	146	17.086	0.488	0.548
40	4077.472	227	22.781	0.759	0.819
50	5096.840	251	28.476	0.839	0.900
60	6116.208	346	34.171	1.157	1.217
70	7135.576	423	39.866	1.415	1.475
80	8154.944	513	45.561	1.716	1.776
90	9174.312	656	51.257	2.194	2.254
100	10193.680				
110	11213.048				
120	12232.416				
130	13251.784				
140	14271.152				
150	15290.520				
160	16309.888				



DATA BERAT VOLUME BENDA UJI SILINDER BETON I
 Beton Ringan dengan variasi silica fume (pra bakar)

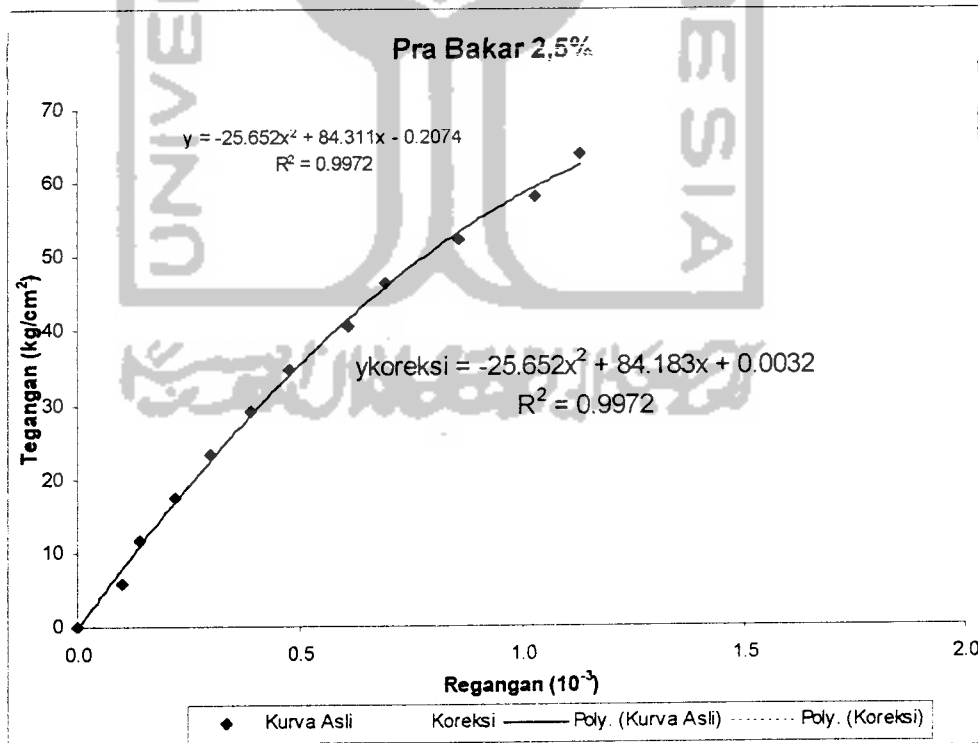
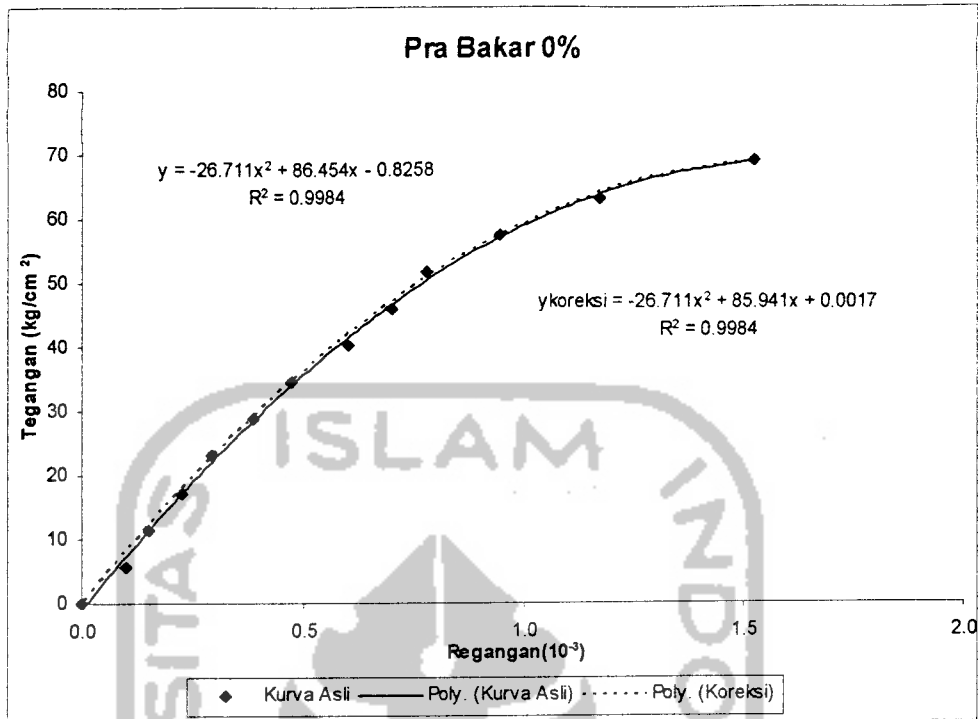
No	D (cm)	H (cm)	W (kg)	Ao (cm ²)	Vbr (cm ³)	Bv (kg/m ³)	Bvr (kg/m ³)
SD1-1	15.050	30.100	10.100	177.804	5351.914	1887.1752	1873.6639
SD1-2	15.100	30.500	10.000	178.988	5459.129	1831.7939	
SD1-3	15.025	30.050	10.150	177.214	5325.288	1906.0002	
SD1-4	15.025	29.900	10.100	177.214	5298.706	1906.1258	
SD1-5	15.050	30.000	9.800	177.804	5334.134	1837.2242	
SD2-1	14.900	29.950	9.950	174.278	5219.622	1906.2685	1897.5034
SD2-2	14.950	30.000	10.000	175.449	5263.484	1899.8823	
SD2-3	15.000	30.000	9.800	176.625	5298.750	1849.4928	
SD2-4	14.900	29.950	10	174.278	5219.622	1915.8477	
SD2-5	15.050	29.500	10.050	177.804	5245.232	1916.026	
SD3-1	15.050	30.000	10.00	177.804	5334.134	1874.7186	1878.5189
SD3-2	15.000	30.050	10.10	176.625	5307.581	1902.9384	
SD3-3	15.100	29.800	9.90	178.988	5333.838	1856.0744	
SD3-4	15.000	30.100	10	176.625	5316.413	1890.3725	
SD3-5	15.100	30.200	10.10	178.988	5405.433	1868.4904	
SD4-1	15.02	30	10.05	177.096	5312.889	1891.626	1893.1084
SD4-2	14.95	29.98	10.09	175.449	5259.975	1918.2601	
SD4-3	15	30.05	10.1	176.625	5307.581	1902.9384	
SD4-4	15.05	29.9	10.05	177.804	5316.353	1890.3935	
SD4-5	15.1	30	10	178.988	5369.636	1862.3238	
SD5-1	15	30.1	10	176.625	5316.413	1880.9677	1894.6322
SD5-2	14.95	29.98	10.05	175.449	5259.975	1910.6555	
SD5-3	15	30	9.95	176.625	5298.750	1877.8014	
SD5-4	15.1	29.9	10	178.988	5351.737	1868.5523	
SD5-5	14.85	30	10.05	173.110	5193.305	1935.1839	

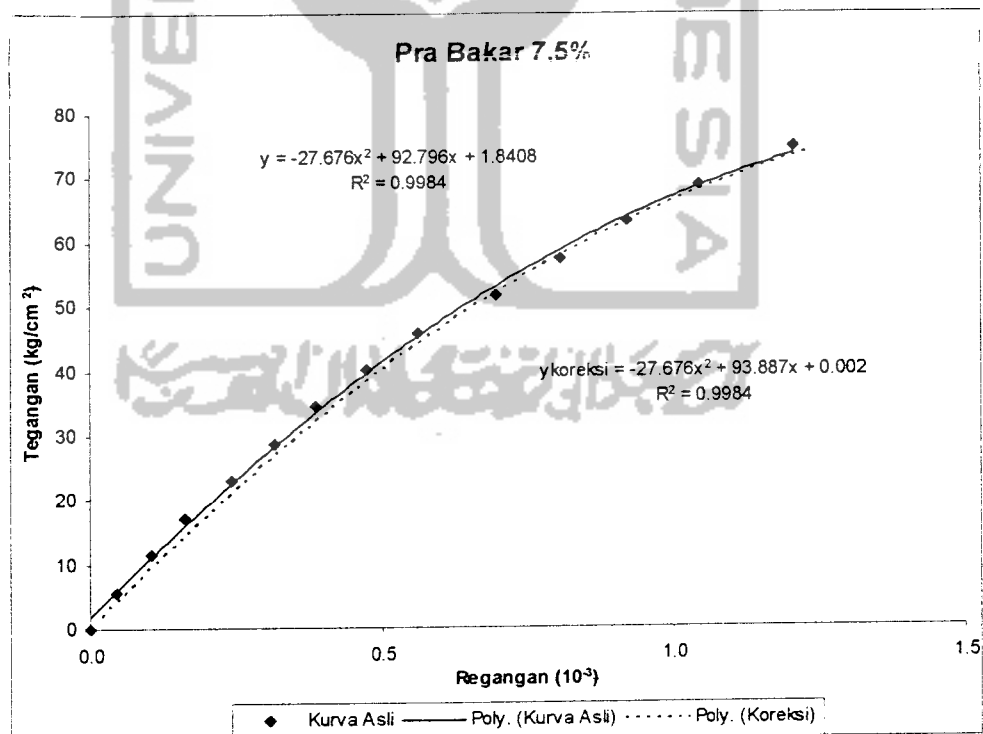
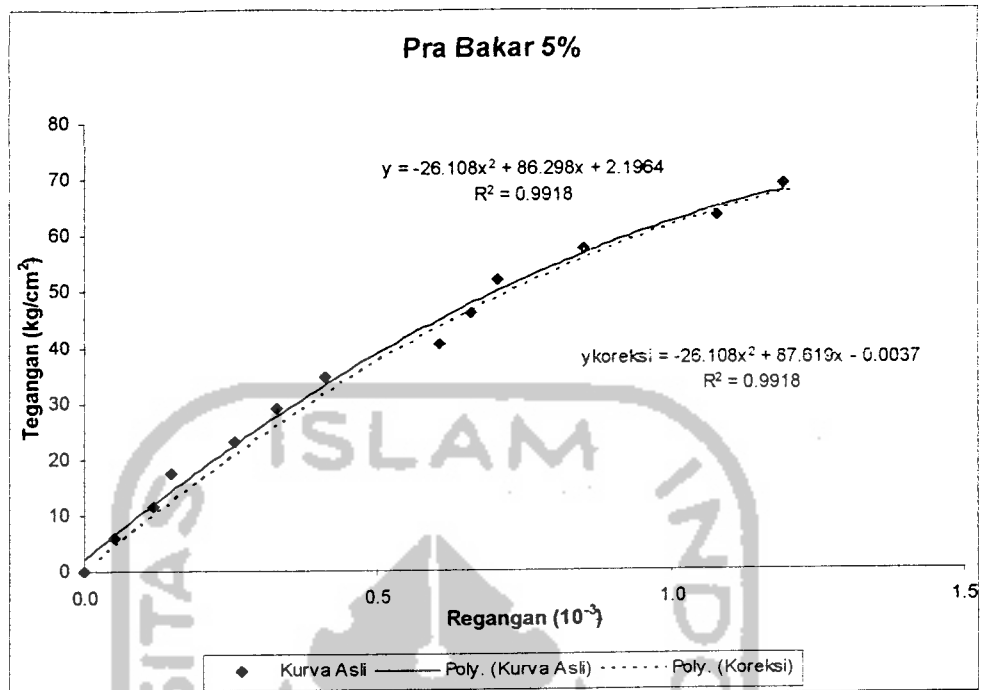
DATA BERAT VOLUME BENDA UJI SILINDER BETON II
Beton Ringan dengan variasi silica fume (pasca bakar)

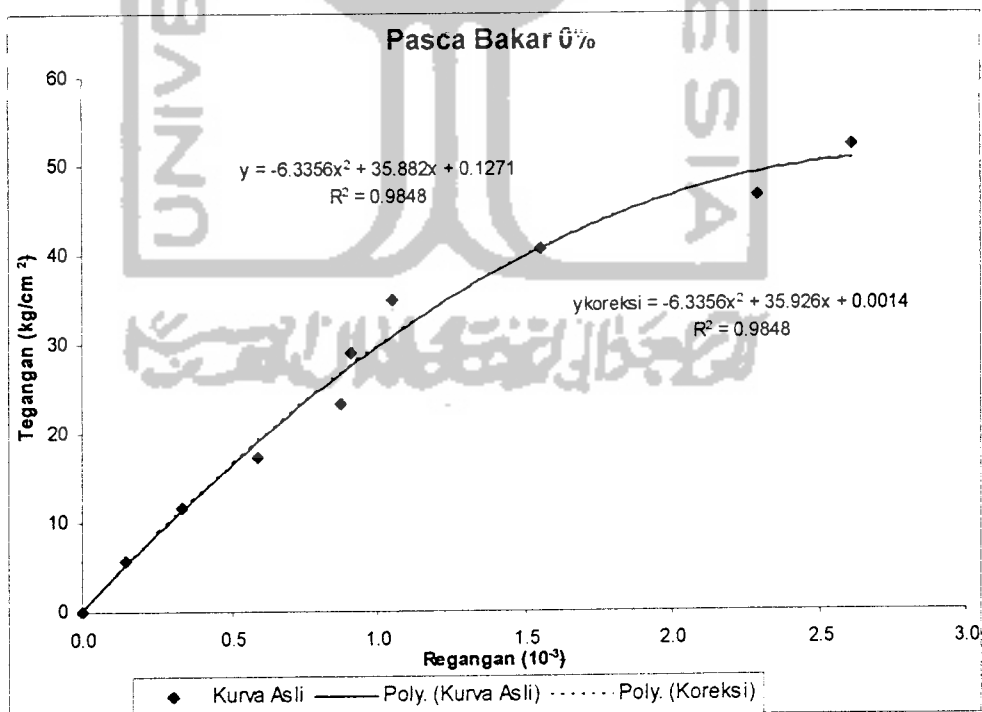
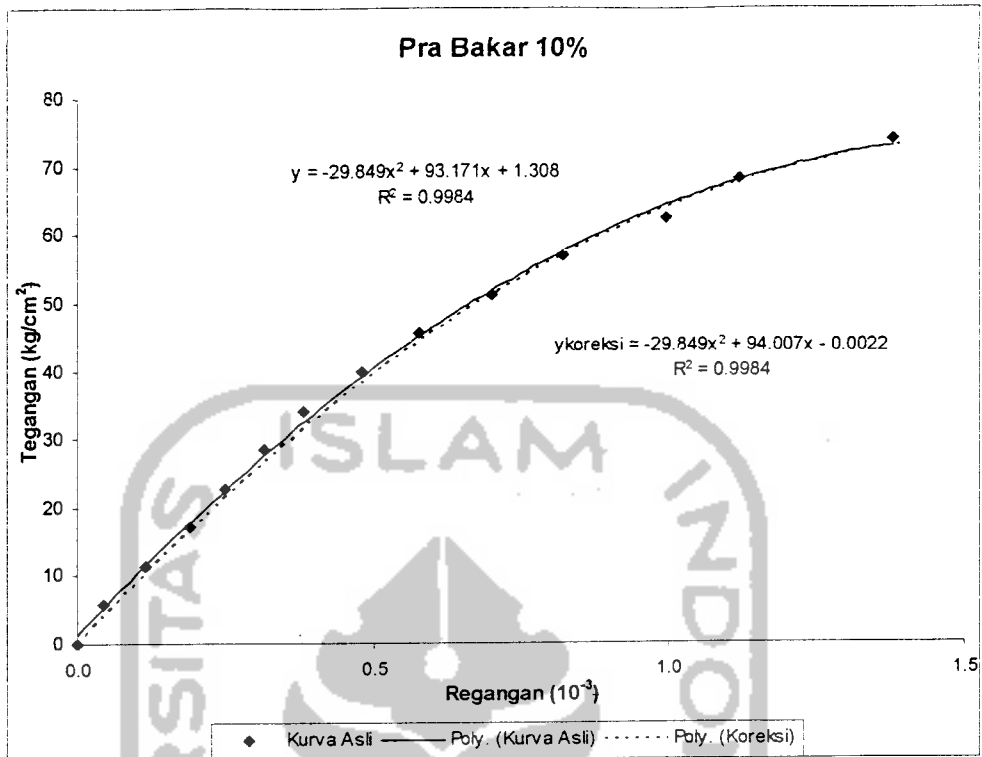
No	D (cm)	H (cm)	W (kg)	Ao (cm ²)	Volume (cm ³)	Bv (kg/m ³)	Bvr (kg/m ³)
SDB1-1	14.95	29.85	9.150	175.449	5237.166	1747.128	1747.7221
SDB1-2	15.05	30.05	9.350	177.804	5343.024	1749.9453	
SDB1-3	14.9	30.15	9.250	174.278	5254.477	1760.4035	
SDB1-4	15.08	30.01	9.200	178.514	5357.206	1717.3131	
SDB1-5	15.1	30.25	9.550	178.988	5414.382	1763.8207	
SDB2-1	14.95	30.1	9.350	175.449	5281.029	1770.4883	1763.6172
SDB2-2	15	30.1	9.500	176.625	5316.413	1786.9193	
SDB2-3	15	30	9.370	176.625	5298.750	1768.3416	
SDB2-4	14.9	30	9.200	174.278	5228.336	1759.6422	
SDB2-5	15.05	29.7	9.150	177.804	5280.793	1732.6945	
SDB3-1	15	30	8.850	176.625	5298.750	1670.2052	1684.6153
SDB3-2	14.96	29.9	8.750	175.684	5252.959	1665.7278	
SDB3-3	15.01	29.7	8.900	176.861	5252.759	1694.3476	
SDB3-4	15.1	30	8.950	178.988	5369.636	1666.7798	
SDB3-5	15	29.85	9.100	176.625	5272.256	1726.0163	
SDB4-1	14.98	30.1	9.1	176.154	5302.245	1716.2542	1705.5547
SDB4-2	15.1	29.9	8.7	178.988	5351.737	1625.6405	
SDB4-3	14.95	29.95	9	175.449	5254.711	1712.7487	
SDB4-4	14.97	29.97	9.1	175.919	5272.299	1726.0024	
SDB4-5	14.95	29.85	9.15	175.449	5237.166	1747.128	
SDB5-1	15.03	29.9	9.3	177.332	5302.233	1753.978	1687.2494
SDB5-2	15.05	29.7	8.95	177.804	5280.793	1694.8214	
SDB5-3	14.9	30.15	9	174.278	5254.477	1712.825	
SDB5-4	15.2	30.1	8.9	181.366	5459.129	1630.2968	
SDB5-5	15.1	29.9	8.8	178.988	5351.737	1644.326	

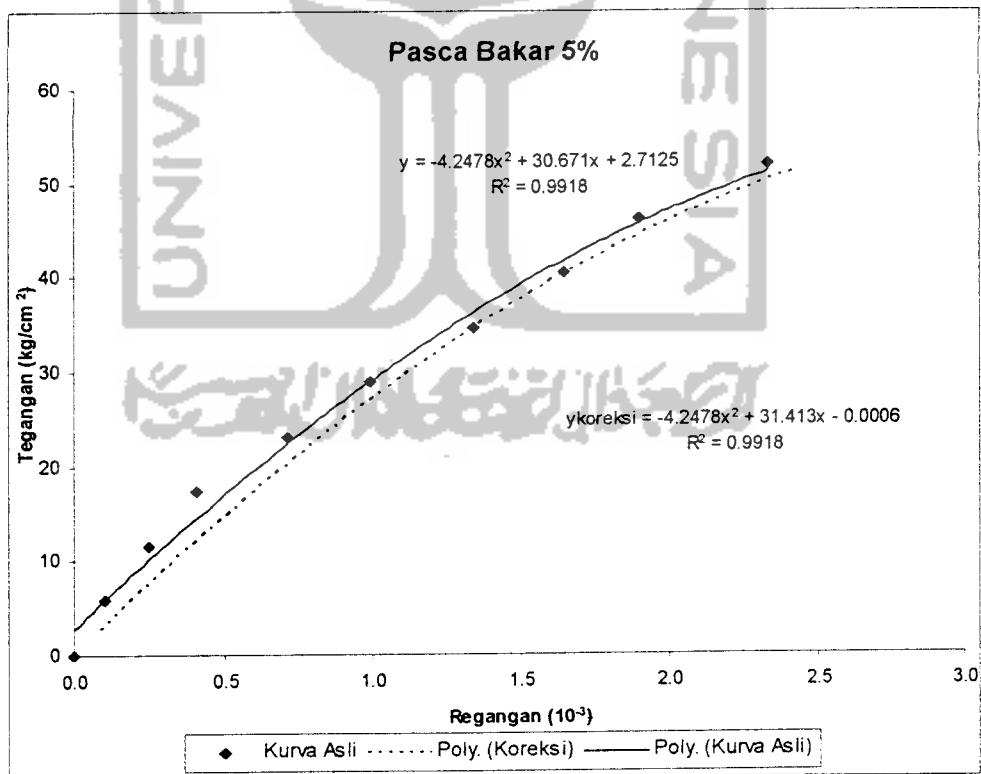
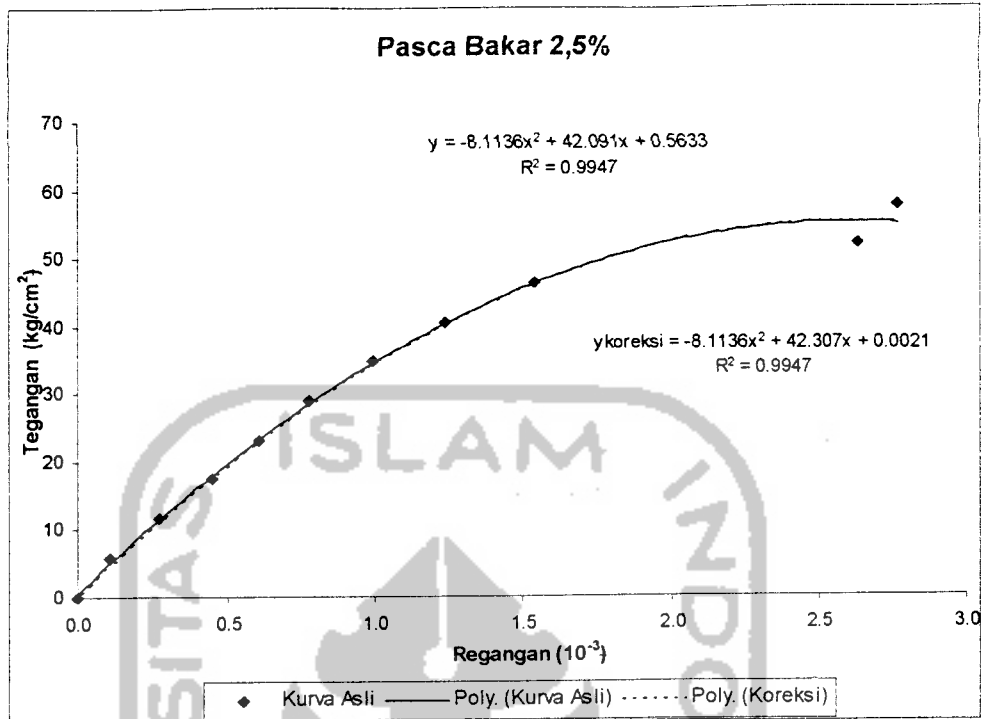


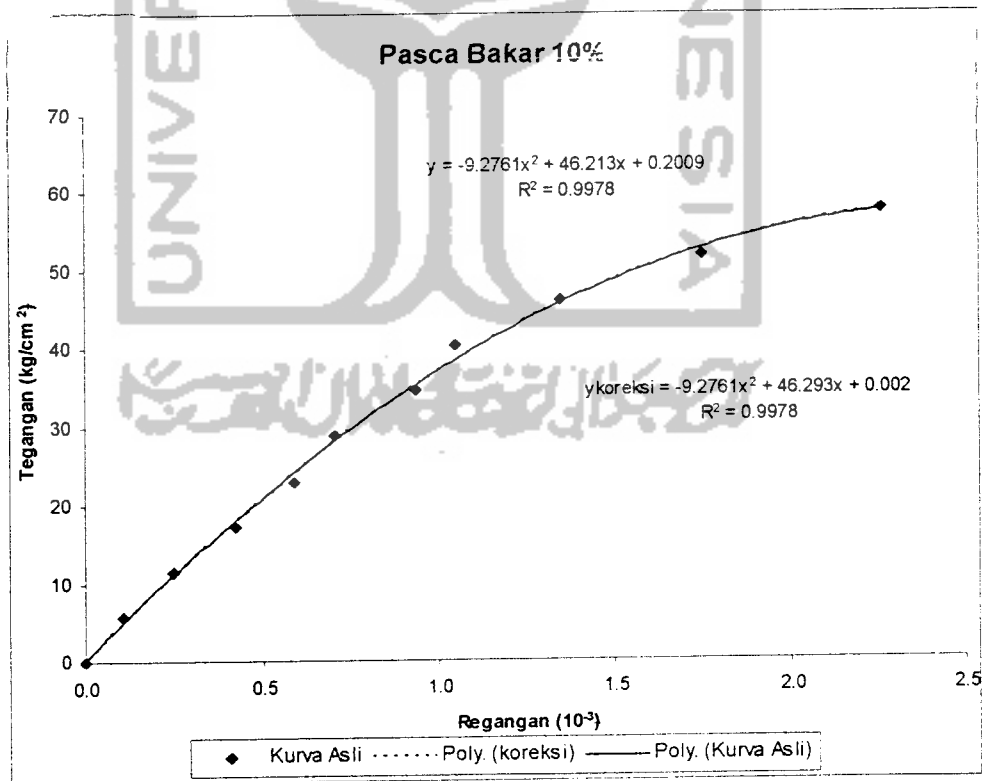
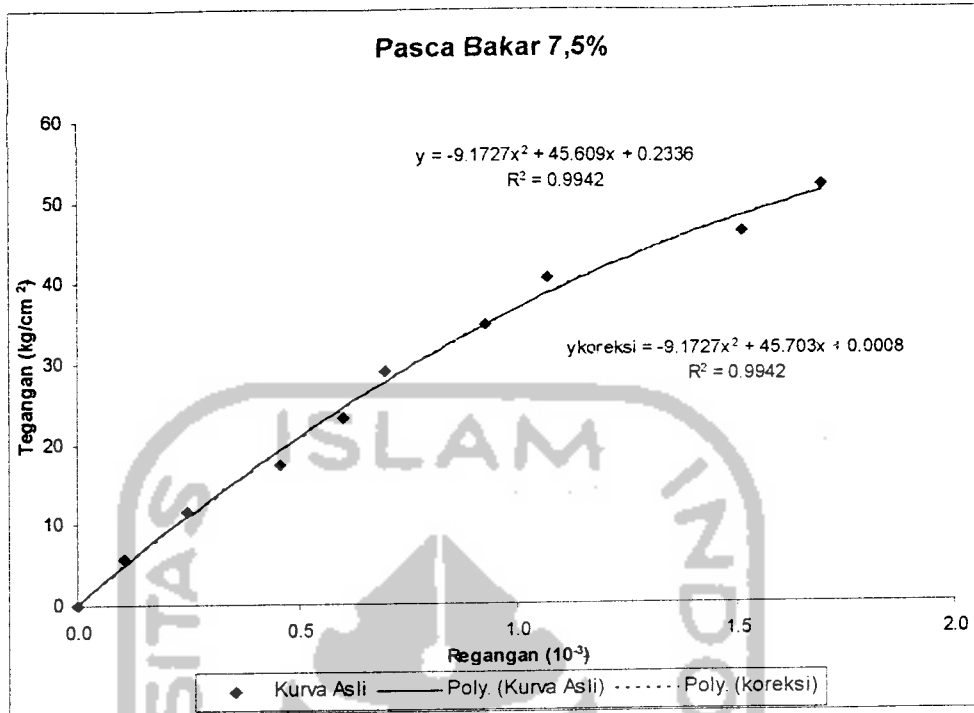
LAMPIRAN 4

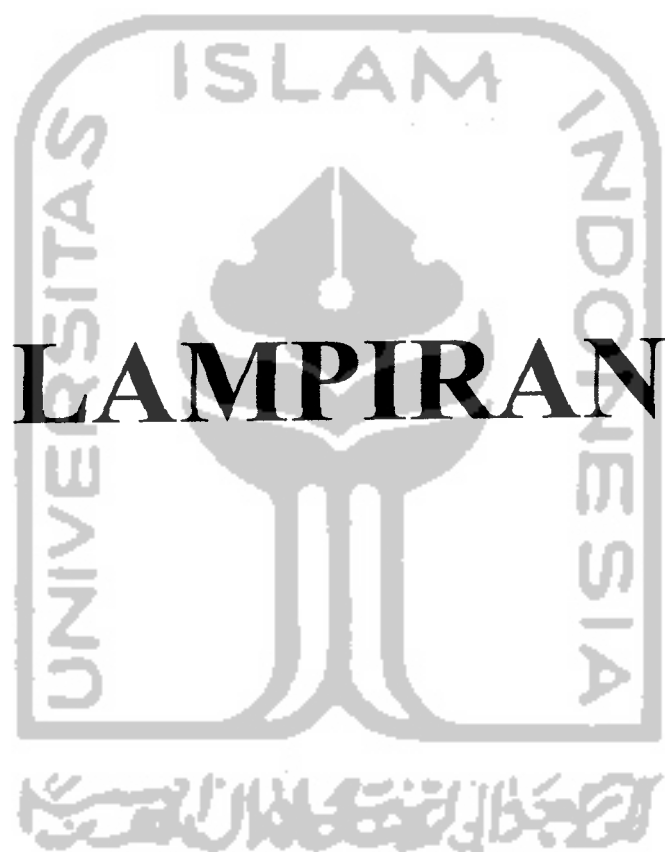




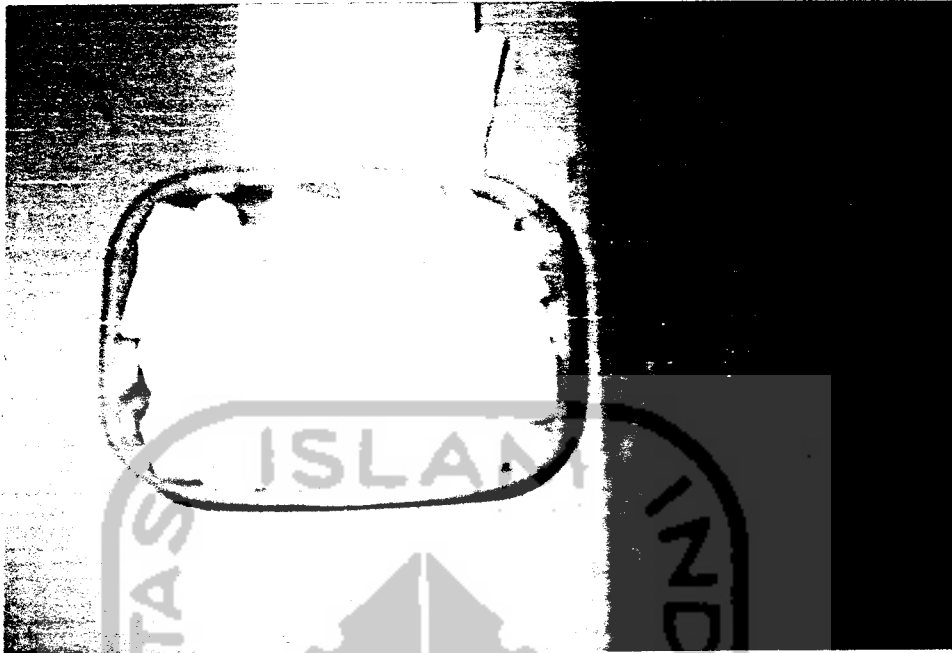




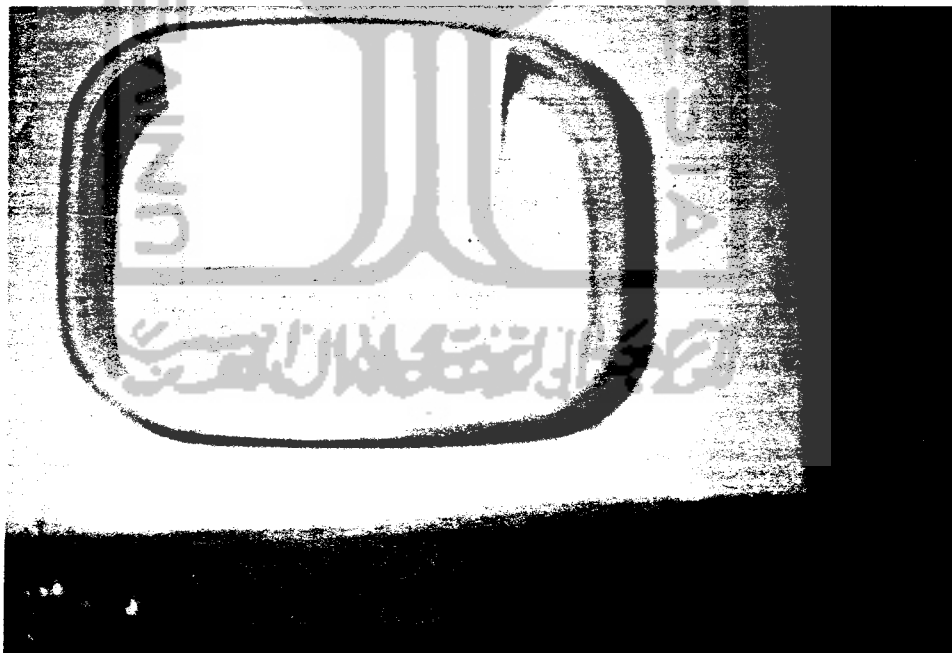




LAMPIRAN 5



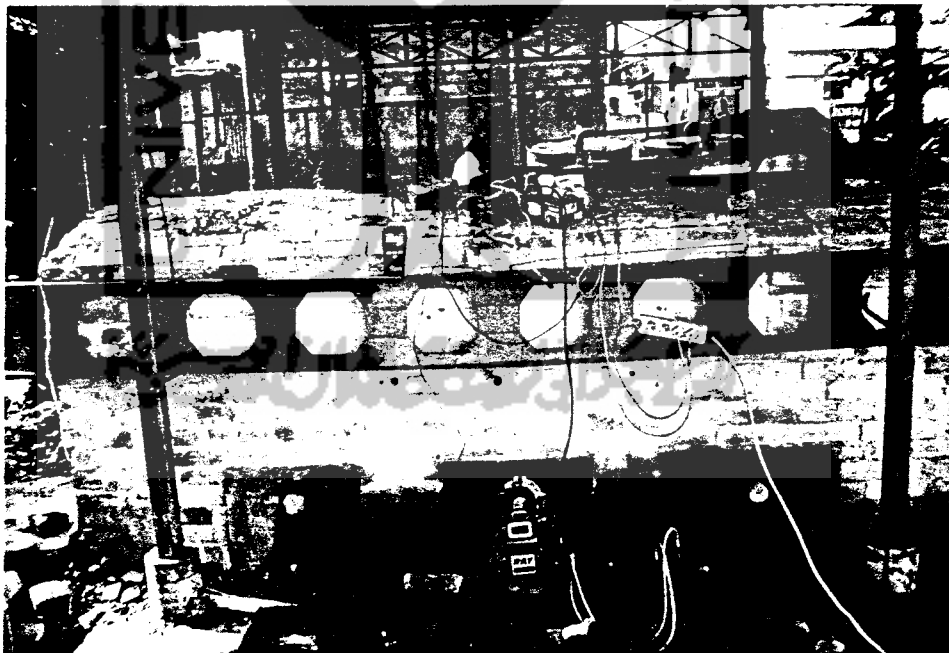
Gambar 1. Agregat Kasar batu Bentonit



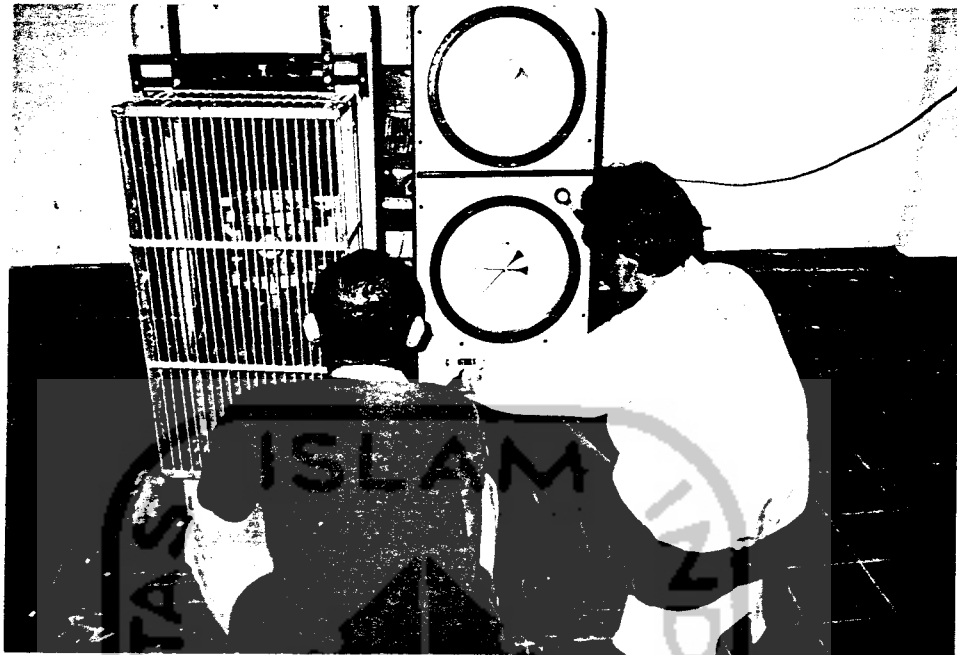
Gambar 2. Bahan Tambah *Silica Fume*



Gambar 3. Perawatan beton dengan perendaman air



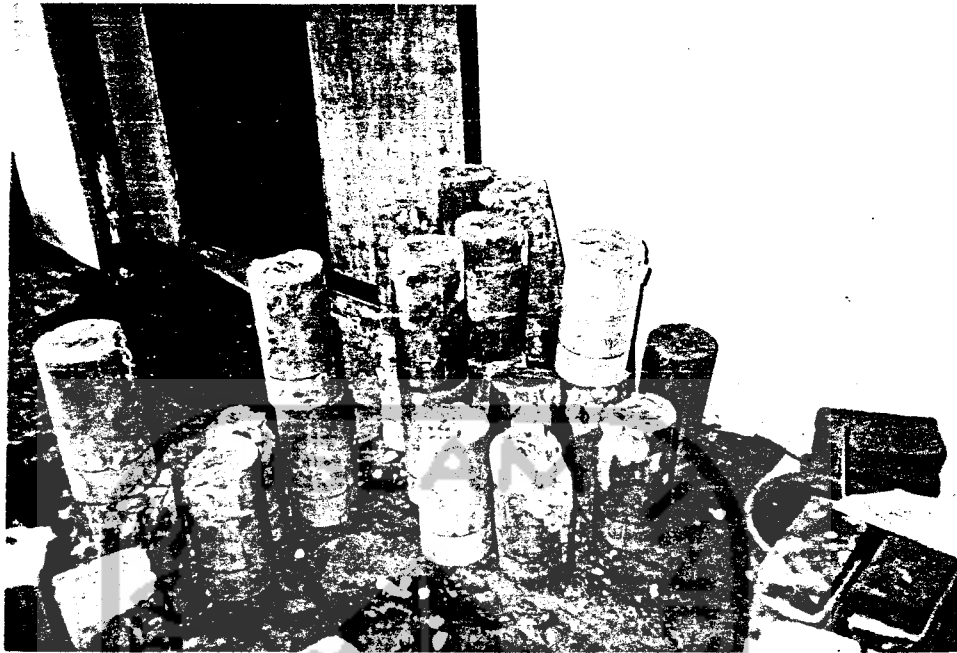
Gambar 4. Tungku pembakaran, *burner* dan *thermochouple*



Gambar 5. Pengujian kuat desak beton



Gambar 6. Benda uji setelah diuji desak



Gambar 7. Limbah beton dari pengujian kuat desak





LAMPIRAN 6



UNTUK MAHASISWA

FM-UII-AA-FPU-09

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Nomida Setradi	99 511 257	Teknik Sipil
2	Dani Purwo Prasetyo	99 511 377	Teknik Sipil

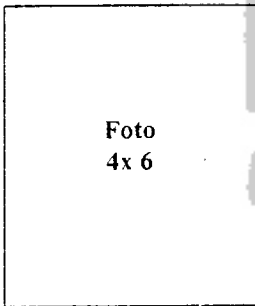
JUDUL TUGAS AKHIR :

..... Pengaruh variasi penambahan silica fume terhadap kuat desak beton dengan penggunaan
 batu bentonit sebagai agregat kasar pada beton ringan

PERIODE III : MARET - AGUSTUS
TAHUN : 2003- 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran.						

DOSEN PEMBIMBING I : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D
 DOSEN PEMBIMBING II : A Kadir Aboe,Ir,H,MS



Yogyakarta, 11-Mei-04
 a.n. Dekan,

 Ir.H.Munadhir.MT

Catatan.

Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

Setiap kali mahasiswa konsultasi dosen pembimbing diminta untuk selalu menanyakan KRS Mahasiswa yang bersangkutan yang didalamnya harus tercantum SKS TA (tugas Akhir), bila SKS TA tidak tercantum maka dosen tidak boleh melayani konsultasi mahasiswa yang bersangkutan



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JL. KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
 EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSESI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PEROIDE KE : III (Mar 04 - Agst 04)

NO	NAMA	NO.MHS	BID.STUDI
1.	Nomida Setiadi	99 511 257	Teknik Sipil
2.	Dani Purwo Prasetyo	99 511 377	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh variasi penambahan silica fume terhadap kuat desak beton dengan penggunaan batu bentonit sebagai agregat kasar pada beton ringan

DOSEN PEMBIMBING I : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D

DOSEN PEMBIMBING II : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Pas Foto
4 x 6



Jakarta, 11-Mei-04

Yogyakarta

FAKULTAS TEKNIK SIPIL
 DAN PERENCANAAN

YOGYAKARTA

(H. Munadhir, MS)



الجامعة الإسلامية الإندونيسية

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 340 /Dek.70/FTSP/IV/2004
Lamp. : -
Hal : Ijin peminjaman Lab. BKT

Jogyakarta, 11-May-04

Kepada Yth : Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
FTSP - UII Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan Tugas Akhir yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa kami, **Jurusan Teknik Sipil** Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan **Universitas Islam Indonesia** Yogyakarta yang bernama sbb :

No	Nama Mahasiswa	No.Mahasiswa
1.	Nomida Setiadi	99 511 257
2.	Dani Purwo Prasetyo	99 511 377

Berkenaan hal tersebut kiranya mahasiswa memerlukan **bantuan nya untuk dapat meminjamkan fasilitas Lab. BKT Jurusan Teknik Sipil FT. UII**, untuk mendukung penyusunan Tugas Akhir, maka dengan ini kami mohon kepada Bapak/ Ibu sudilah kiranya dapat memberikan bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Demikian permohonan kami , atas perkenan serta bantuan dan bimbingannya diucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu' alaikum Wr.Wb

D e k a n .



Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D.

Tembusan :

- Mahasiswa ybs.
- Arsip.



جامعة اسلام اندونيسيا

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 390 /Dek.70/FTSP/IV/2004

Jogjakarta, 23-Jun-04

Lamp. : -

H a l : Ijin penggunaan Lab. Struktur JTS. FT. UGM

Kepada Yth : Kepala Laboratorium Struktur Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
Di-

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

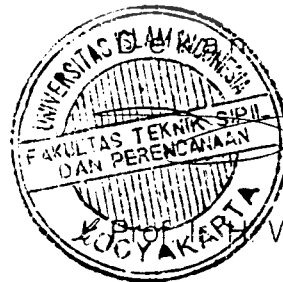
Sehubungan dengan Tugas Akhir yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa kami, **Jurusan Teknik Sipil** Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan **Universitas Islam Indonesia** Yogyakarta yang bernama sbb :

No	Nama Mahasiswa	No.Mahasiswa
1.	Nomida Setiadi	99 511 257
2	Dani Purwo Prasetyo	99 511 377

Berkenaan hal tersebut kiranya mahasiswa memerlukan **bantuan nya untuk dapat menggunakan fasilitas Lab. Struktur Teknik Sipil FT. UGM**, untuk mendukung penyusunan Tugas Akhir, maka dengan ini kami mohon kepada Bapak/ Ibu sudilah kiranya dapat memberikan bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Demikian permohonan kami , atas perkenan serta bantuan dan bimbingannya diucapkan banyak terima kasih.

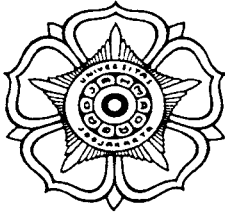
Wassalamu' alaikum Wr.Wb




Widodo, MSCE. Ph.D.

Tembusan :

- Mahasiswa ybs.
- Arsip.



Nomor : 0198 / LTS / VII / 2004
Hal : Ijin Penggunaan Lab.
Lampiran :-

Yogyakarta, 06 Juli 2004

Kepada Yth.
Dekan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
di Yogyakarta

Dengan hormat,

Menanggapi permohonan saudara nomor : 390/Dek.70/FTSP/IV/2004 tanggal 23 Juni 2004 perihal Permohonan Penggunaan Alat Laboratorium untuk mengadakan Pembakaran Benda Uji atas nama :

1. Sdr. **NOMIDA SETIADI** No.Mhs. 99 511 257

yang akan melakukan penelitian di laboratorium Teknik Struktur dengan menggunakan Tungku Pembakaran, Burner dan Thermo Couple yang ada, dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir, dengan ini diberitahukan bahwa :

Permohonan tersebut dapat disetujui

Selanjutnya mahasiswa tersebut diminta untuk mencatatkan diri ke Sekretariat Laboratorium Teknik Struktur (Sdr. Heri Mulyono), dengan membawa surat Persetujuan ini dan membayar uang sejumlah Rp. 300.000,00 (tiga ratus ribu rupiah) dengan rincian pemeliharaan lab. Rp. 50.000,- dan biaya pemakaian alat Rp. 250.000,- dibayarkan melalui rekening nomor : 228.005706384.901 Bank BNI cabang UGM Yogyakarta a.n. Dr.Ir. H.Morisco (Kepala Laboratorium Teknik Struktur)

Demikian harap maklum dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih

Kepala,

Ir. Morisco, Ph.D.
NIP 130516868

Tembusan :

→ Kepada : sdr. **NOMIDA SETIADI** No.Mhs. 99 511 257
Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fak.Teknik Sipil dan Perencanaan UII Yk

Waktu mencatatkan diri di Sekretariat saudara diminta menyerahkan :

1. Surat Permohonan Penggunaan Lab. yang sudah disetujui Ka. Lab.Struktur.
2. fotokopi bukti pembayaran Bank BNI 1946 cabang UGM untuk keperluan tersebut



Concrete Admixtures

SikaFume® Densified Silica Fume

DESCRIPTION

SikaFume is a new generation concrete additive in a fine powder form based on silica fume technology.

SikaFume is used as a highly effective additive for the production of high quality concrete.

*Contains more than 96% Si O₂ particle size less than one micron.
(100 times finer than cement)*

USES

SikaFume is used to increase the density, durability and compressive strength of concrete.

ADVANTAGES

The use of SikaFume improves the performance characteristics of concrete in the follows ways :

Increased workability over a longer period of time.

Improves the cohesiveness and stability of green concrete.

Durability greatly increased.

Water permeability of set concrete reduced.

Permeability to gases greatly decreased.

Greatly improved resistance to carbonation

Infiltration of chlorides greatly reduced.

Very high early and ultimate strengths.

SikaFume contains no chlorides or other potentially corrosive substances. It can therefore be used with complete safety in reinforced and prestressed concrete.

DOSAGE

3% - 10% by weight of cement.

SikaFume is compatible with most Sika admixture.

Please consult our Technical Service Division for further information.

INSTRUCTION FOR USE

SikaFume should be dry-mixed with other concrete components before the mixing water is added. After the water is added, further mixing is required to allow the even distribution of ingredients throughout the mixed concrete.

For increased effectiveness, it is advisable to incorporate a super plasticiser such as Sikament-Range into the concrete mix.

CAUTIONS

SikaFume is a powder product.

Wearing a mask is advisable when pouring the product into the mixer.

TECHNICAL DATA

FORM	Powder
COLOUR	Grey
BULK DENSITY	Approx 0.5 kg/l
SHELF LIFE	unlimited when unopened
PACKAGING	20 kg bag

