

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELE	
TGL TERIMA :	15 Februari 2007
NO. JUDUL :	00 21 91
NO. INV. :	01200021 91 001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**ANALISIS NILAI OPTIMASI DARI KONSENTRASI BETON
SERAT BUAH PINANG DENGAN MUTU BETON 25 MPa**



Disusun Oleh:

ABDI SETIAWAN

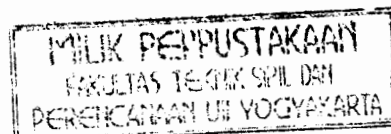
00 511 329

MUHAMMAD JUNAEDI

00 511 258

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

2006



HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS NILAI OPTIMASI DARI KONSENTRASI BETON SERAT BUAH
PINANG DENGAN MUTU BETON 25 MPa**

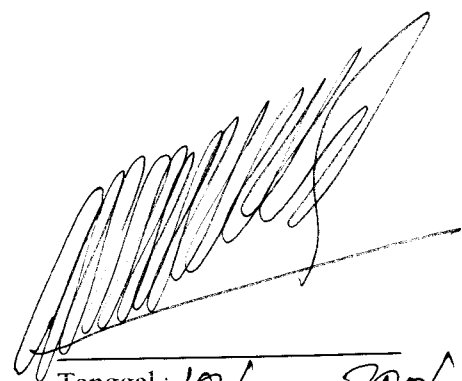


Disusun oleh :

NAMA : ARDI SETIAWAN
NO. MAHASISWA : 00 511 329
NAMA : MUHAMMAD JUNAEDI
NO. MAHASISWA : 00 511 258

Talah diperiksa dan disetujui oleh :

IR.H KADIR ABOE, MS
Dosen pembimbing 1


Tanggal : 10/07 - 2006

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

Sungguh, bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan

(Qs Asy-Syarfi : 5)

أَقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ﴿١﴾

Bacalah dengan nama Tuhanmu yang menciptakan

(Al-Alaq : 1)

Barang siapa menempuh jalan untuk menuntut ilmu maka Allah akan memudahkannya jalan kesurga

(Hadist Rasulullah SAW)

Halaman Persembahan

Alhamdulillahillahirabbil'alamîn

Puji syukur yang tak terhingga kehadiran Allah SWT, atas ridho-Nya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Serta shalawat dan salam selalu kami panjatkan kepada nabi besar Muhammad SAW.

Hal ini bukanlah akhir dari perjalanan hidupku
Aku yakin akan banyak hal yang akan bermula dari sini
Dengan penuh kesabaran, ketabahan, usaha keras dan do'a
Insya Allah saya akan selalu optimis untuk melaluinya.

Allah tidak akan menelantarkan seorang hamba yang selalu berusaha kepada-Nya
Dan Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum kecuali
Mereka sendiri yang akan merubahnya

Semoga hasil karya ini bias berguna dan bermanfaat
untuk perkembangan ilmu pengetahuan, maka aku
persembahkan karya ini untuk:

Bapak, ibu, dan adikku atas segala kasih sayang, pengorbanan dan serangkaian do'amu,
Tak ada kata seindah apapun yang dapat melukiskan rasa terima kasihku padamu
Engkau telah menjadikan aku lebih bermanfaat dan bahagia.

Para ilmuan-ilmuan muslim yang sedang berjihad dengan ilmunya demi memajukan
generasi umat

sehingga Engkau (para mujahid) mendapat ridho Allah SWT.

Lembar Persembahan

Dengan setulus hati, Abdi & Juned ingin mengucapkan terimakasih untuk:

Bapak dan **Ibu** serta **Adik-adikku**, yang telah banyak mensupport dan mendo'akan keberhasilan yang baru saja kami peroleh ini. Do'a-mu masih kami harapkan sampai akhir nanti, Thank's...

Buat kekasihku "**Asih**", Makacih chayank atas semua-Nya, engkau selalu dihatiku dan engkau pula sandaran hatiku...Met ketemu lagi chayank! Bersama'mu kita wujudkan impian-impian kita...Oke!!

Naen"Mz Is" dan **Irvan**"Kadal", kapan kita makan2-Nya? Abeng masih buka koq...atou Holiwood aja deh dekat.he..he..

Buat **Mas Toni** dan **Mas Guntur**, Thank's banget semua dukungan moril-Nya, lain kali boleh dong...Ehh..pe lupa masih ada lagi nggak Coklatnya mas Ton?kapan kita Ngumpul-ngumpul lagi, kangen nih"

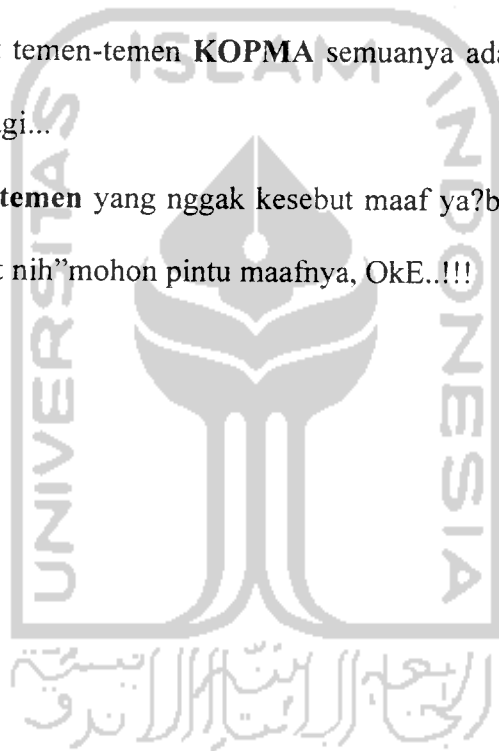
Buat semua temen-temen sipil, **Edy**"Padeglang", **Kelik**, **Adi**"Blora", **Ndra**"Udin", **Ugi**"Widi", **Adit**, **Campring**, **Ashadi**"AJoe", **Santoso**"Nanggulan", **Yogi**"Paijo", **Mirza**"Perfect", **Hendra**"Asu", **Nanang**"Pitek", **Sulistiono**, **John**, **Faisal**"Brindel", **Yuda**"Slamet", **Adi**"solo" dan semuanya yang nggak dapat kami sebutkan satu-persatu, sekali lagi makacih banget pren.

Temen-temen **KKN-unit 26**, sampai kapan-pun kita akan jadi temen, jangan lupakan saat-saat kita ngumpul bareng...Apa yang selama ini kita peroleh adalah hasil dari perjuangan kita selama ini

Buat semua temen-temen kost, **Nurhadi, mz Rudi, Wahyu, Adi, Bambang, Tommy, Andy P, dll....**Thank's atas bantuannya semoga Allah membalas semua amal baik'mu.

Terakhir buat temen-temen **KOPMA** semuanya ada salam tuh dari mas Juned kapan jalan-jalan lagi...

Buat **Temen-temen** yang nggak disebut maaf ya?bukannya nggak sayang tapi keterbatasan tempat nih"mohon pintu maafnya, OkE..!!!



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul "***Analisis Nilai Optimasi dari Konsentrasi Beton Serat Buah Pinang dengan Mutu Beton 25 Mpa***" dapat terselesaikan. Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan kelulusan sarjana Teknik Sipil strata I Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari adanya kekurangan pada penulisan Tugas Akhir ini, karena terbatasnya kemampuan penyusun, baik berupa kemampuan ilmu dan wawasan serta kemampuan menuangkan ide kedalam bentuk tulisan sehingga tulisan ini masih jauh dari sempurna.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir dapat berjalan lancar berkat bantuan dari berbagai pihak. Atas bantuan tersebut diucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Kepala Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
3. Bapak Ir. Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan pengarahan selama penyelesaian Tugas Akhir ini,

4. Bapak Ir.H. Ilaman Noor, MSCE, selaku kepala Laboraturium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Mas Warno dan Mas Ndaru, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan kami dalam melaksanakan penelitian diLaboratorium sampai dengan selesai.
6. Bapak dan ibu tercinta serta kakak dan adik-adik yang telah memberi semangat, dukungan dan doa selama proses penyusunan Tugas Akhir ini,.
7. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa penelitian yang sekaligus Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan yang dikarenakan keterbatasan penyusun baik secara keilmuan maupun secara pengalaman penelitian. Oleh karena itu penyusun mengaharapkan segala kritik, saran, masukan, ataupun komentar yang membangun sehingga hasil penelitian ini menjadi lebih baik lagi.

Akhirnya, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi dan informasi keilmuan bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dan bermanfaat bagi semua pihak. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan bagi semua pihak yang dengan ikhlas membantu, membimbing dan mengarahkan hingga selesainya penelitian.

Wassalmuataikum Wr. Wb.

Yogyakarta , 05 Februari 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAKSI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Hasil Penelitian Yang Pernah Dilakukan.....	5
2.2.1 Hasil Penelitian Souroshian, dkk (1987).....	5

2.2.2 Hasil Penelitian Yesta Luthfi Zamroni (2004).....	8
2.2.3 Hasil Penelitian Balaguru dan Shah.....	8
2.2.4 Hasil Penelitian Edgington, dkk 1974).....	9
2.2.5 Hasil Penelitian Brigg, dkk (1974).....	11
2.2.6 Hasil Penelitian Suprianto dan Muhtadin (1996).....	11
2.2.7 Hasil Penelitian Rahayu dan Trihandoko (1996).....	12
2.2.8 Hasil Penelitian Sukmawati dan Herawati (2001).....	12
2.2.9 Hasil Penelitian Ramakrishnan dkk (1988).....	13
2.2.10 Oktavia dan Prasetyo (2002).....	14
2.2.11 Santosenengtyas (1991).....	15
2.2.12 Swamy dan Al-Noori (1975).....	15
2.2.13 Martopo dan Hadi (1997).....	16
2.2.14 Sudarmoko (1989).....	17
BAB III LANDASAN TEORI	19
3.1 Umum.....	19
3.2 Material Penyusun Beton.....	22
3.2.1 Semen Portland	22
3.2.2 Agregat	26
3.2.3 Air	29
3.2.4 Bahan Tambah (<i>Admixture</i>)	31
3.3 Modulus Elastisitas.....	33
3.4 Faktor Air Semen.....	33
3.5 Slump.....	34
3.6 Workability.....	34

3.7 Serat (<i>fiber</i>).....	36
3.8 Perencanaan Campuran Beton.....	38
3.9 Pengadukan Beton.....	47
3.10 Perawatan Beton.....	48
BAB IV METODE PENELITIAN.....	49
4.1 Umum.....	49
4.2 Bahan Penelitian.....	50
4.2.1 Semen.....	50
4.2.2 Agregat.....	50
4.2.3 Air.....	50
4.2.4 Serat Alami (<i>natural fiber</i>).....	51
4.3 Peralatan Pengujian.....	51
4.3.1 Ayakan.....	51
4.3.2 Timbangan.....	51
4.3.3 Mistar dan Kaliper.....	52
4.3.4 Mesin adukan Beton.....	52
4.3.5 Cetok dan Talam Baja.....	52
4.3.6 Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk.....	52
4.3.7 Mesin Uji Kuat Desak.....	52
4.3.8 Cetakan Benda Uji.....	53
4.4 Pelaksanaan Penelitian.....	53
4.4.1 Persiapan.....	53
4.4.2 Pelaksanaan Perhitungan Campuran Beton.....	54
4.4.3 Pembuatan Benda Uji.....	57

	4.4.4 Pengujian Slump.....	59
	4.4.5 Perawatan Beton.....	60
	4.4.6 Pelaksanaan Pengujian.....	61
	4.4.7 Pengujian Desak Beton.....	62
	4.4.8 Pengujian Regangan.....	63
	4.4.9 Pengujian Kuat Tarik.....	64
	4.4.10 Pengujian Kuat Lentur.....	65
BAB V	PEMBAHASAN	69
	5.1 Hasil Penelitian.....	69
	5.1.1 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton.....	69
	5.1.2 Hasil Pengujian Tegangan Regangan Kuat Desak Beton dan Modulus Elastisitas.....	72
	5.1.3 Hasil Pengujian Slump.....	78
	5.2.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton.....	79
	5.3.1 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton.....	83
	5.3.2 Hasil Pengujian Beban Lendutan Kuat Lentur Beton...	86
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	92
	6.1 Kesimpulan.....	92
	6.2 Saran.....	93
	DAFTAR PUSTAKA	94
	LAMPIRAN-LAMPIRAN	
	DOKUMENTASI	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengaruh Penambahan Fiber Terhadap <i>Tensile Modulus Of</i> <i>elasticity</i>	11
Tabel 2.2 Nilai Kuat Tekan dan Lentur untuk Benda Uji dengan Ukuran Kecil	13
Tabel 2.3 Nilai Kuat Tekan dan Lentur Benda Uji dengan Ukuran Besar.....	14
Tabel 2.4 Pengaruh Penambahan Fiber Terhadap Kuat Tarik dan Ec Statik.....	18
Tabel 3.1 Komposisi Limit Semen Portland.....	24
Tabel 3.2 Sifat Senyawa Semen.....	25
Tabel 3.3 Gradasi Pasir.....	28
Tabel 3.4 Gradasi Kerikil.....	28
Tabel 3.5 Angka Konversi Benda Uji Beton.....	35
Tabel 3.6 Tingkat Workability Berdasarkan Rasio Agregat Semen.....	36
Tabel 3.7 Tingkat Pengendalian Pekerjaan.....	38
Tabel 3.8 Faktor Modifikasi Simpangan.....	39
Tabel 3.9 Nilai Deviasi Standar.....	39
Tabel 3.10 Nilai Kuat Tekan Beton.....	41
Tabel 3.11 Pengendali Nilai Slump (cm).....	43
Tabel 3.12 Kebutuhan Air Per-meter Kubik Beton.....	43
Tabel 3.13 Kebutuhan Semen Minimum.....	44
Tabel 4.1 Banyaknya Pengambilan Benda Uji.....	57
Tabel 4.2 Pengkodean Benda Uji.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Grafik Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat tekan Rata-Rata.....	40
Gambar 3.2	Grafik Mencari Faktor Air Semen.....	42
Gambar 3.3	Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Capuran dan Berat Beton.....	46
Gambar 4.1	Flowchart Pelaksanaan Penelitian.....	49
Gambar 4.2	Pengujian Kuat Tarik.....	64
Gambar 4.3	Pengujian Kuat Lentur.....	66
Gambar 4.4	Bentuk Penampang Balok Kuat Lentur.....	67
Gambar 5.1	Grafik Hubungan Antara % Serat Buah Pinang Dengan Kuat Desak Beton Pada Umur 28 Hari.....	71
Gambar 5.2	Grafik Hubungan Antara % Serat Buah Pinang Dengan % Kenaikan Kuat Desak Beton Pada Umur 28 Hari.....	71
Gambar 5.3	Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Normal Pada Umur 28 hari.....	73
Gambar 5.4	Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Serat Pinang 0,25% Pada Umur 28 Hari.....	73
Gambar 5.5	Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Beton Serat Pinang 0.50% Pada Umur 28 hari.....	74
Gambar 5.6	Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Beton Serat Pinang 0.75% Pada Umur 28 hari.....	74

Gambar 5.7	Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Serat Pinang 1.00% Pada Umur 28 hari.....	75
Gambar 5.8	Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Pada Umur 28 Hari.....	75
Gambar 5.9	Grafik Hubungan Konsentrasi Serat dengan Modulus Elastisitas Beton pada Umur 28 hari.....	77
Gambar 5.10	Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan Kuat Tarik Beton pada 28 hari.....	81
Gambar 5.11	Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan % Kenaikan Kuat Tarik Beton pada 28 hari.....	81
Gambar 5.12	Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan Kuat Lentur Beton pada umur 28 hari.....	85
Gambar 5.13	Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan % Kenaikan Kuat Lentur Beton pada umur 28 hari.....	86
Gambar 5.14	Grafik Tegangan Regangan Kuat Lentur Beton Normal Pada Umur 28 Hari.....	87
Gambar 5.15	Grafik Tegangan Regangan Lentur Beton Serat Pinang 0,25% pada umur 28- hari.....	87
Gambar 5.16	Grafik Tegangan Regangan Lentur Beton Serat Pinang 0,50% pada umur 28- hari.....	88
Gambar 5.17	Grafik Tegangan Regangan Lentur Beton Serat Pinang 0,75% pada umur 28- hari.....	88
Gambar 5.18	Grafik Tegangan Regangan Lentur Beton Serat Pinang 1.00% pada umur 28- hari.....	89
Gambar 5.19	Grafik Beban Lendutan Beton Pada Umur 28 Hari.....	89

Tabel 5.1	Data Pengujian Kuat Desak Beton.....	69
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Kuat Desak Beton.....	70
Tabel 5.3	Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Desak Beton Pada Umur 28 Hari.....	70
Tabel 5.4	Hubungan Konsentrasi Serat Pinang dan Modulus Elastisitas.....	76
Tabel 5.5	Nilai Shump pada Beton Dengan Atau Tanpa Serat Buah Pinang.....	79
Tabel 5.6	Data Pengujian Kuat Tarik Beton.....	80
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Kuat Tarik.....	80
Tabel 5.8	Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Tarik Beton Pada Umur 28 hari.....	81
Tabel 5.9	Data Pengujian Kuat Lentur Beton.....	84
Tabel 5.10	Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton.....	84
Tabel 5.11	Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Lentur Beton Pada Umur 28 Hari.....	85
Tabel 5.12	Perbandingan Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur, dan Mudolus Struktur.....	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Lembar Bimbingan Tugas Akhir, Kartu Peserta Tugas Akhir, Kartu Presensi Konsultasi Tugas Akhir.....	L1-1
Lampiran 2	Tabel Nilai Deviasi Standar, Fas Maksimum, Penetapan nilai Slump, Perkiraan Kebutuhan Air, Kebutuhan Semen Minimum, Grafik Fas & Kuat Tekan Rata-Rata silinder, dll.....	L2-1
Lampiran 3	Hasil Pengujian Berat Jenis, Kadar Air, Berat Isi Padat, Modulus Halus Butiran (MHB), Perhitungan Campuran Beton (<i>mixDesign</i>).....	L3-1
Lampiran 4	Data Uji Untuk Pengujian Kuat Dcsak, Tarik dan Lentur.....	L4-1
Lampiran 5	Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	L5-1
Lampiran 6	Hasil Pengujian Kuat Tarik.....	L6-1
Lampiran 7	Hasil Pengujian Kuat Lentur.....	L7-1



Tabel 5.1	Data Pengujian Kuat Desak Beton.....	69
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Kuat Desak Beton.....	70
Tabel 5.3	Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Desak Beton Pada Umur 28 Hari.....	70
Tabel 5.4	Hubungan Konsentrasi Serat Pinang dan Modulus Elastisitas.....	76
Tabel 5.5	Nilai Slump pada Beton Dengan Atau Tanpa Serat Buah Pinang.....	79
Tabel 5.6	Data Pengujian Kuat Tarik Beton.....	80
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Kuat Tarik	80
Tabel 5.8	Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Tarik Beton Pada Umur 28 hari.....	81
Tabel 5.9	Data Pengujian Kuat Lentur Beton	84
Tabel 5.10	Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton	84
Tabel 5.11	Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Lentur Beton Pada Umur 28 Hari.....	85
Tabel 5.12	Perbandingan Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur, dan Mudolus Struktur.....	91

Absiraksi

Perkembangan teknologi dewasa ini menuntut kita untuk terus berkreasi, begitu juga dibidang konstruksi. Penggunaan beton sebagai komponen utama dalam struktur sudah sangat populer karena beton memiliki berbagai kelebihan diantaranya bahan baku penyusunnya cukup berlimpah, kemudahan dalam pelaksanaan, ketahanan terhadap kondisi lingkungan dan kemudahan perawatan. Ditinjau dari sudut struktural, kuat tekan beton membuat beton mampu menahan struktur-struktur yang berat. Disamping keuntungan tersebut, beton mempunyai kuat tarik yang sangat rendah dan berat sendiri yang besar.

Berdasarkan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa dapat meningkatkan kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton. Pemakaian beton dengan serat buah pinang (*Areca cathecu*) merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton serta mengurangi berat beton yang besar. Serat buah pinang merupakan salah satu komponen lokal dan alami, dilihat dari segi ekonomisnya bahan ini cukup banyak terdapat di sekitar kita dengan harga yang relatif murah serta belum dimanfaatkan secara optimal dalam bidang konstruksi. Serat buah pinang dicampurkan ke dalam adukan beton untuk mengatasi kelemahan kuat tarik beton, dengan meningkatnya kuat tarik beton maka kuat tekannya akan naik pula. Pada penelitian ini menggunakan serat buah Pinang yang berasal dari Jambi dengan panjang serat 50 mm. Serat buah Pinang tersebut dipisahkan dari serabut halusanya dan dijemur ± 1 minggu. Perbandingan campuran beton menggunakan metode DOE (Departemen Of Environment). Penambahan serat dilakukan dengan persentase serat 0%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; dan 1% terhadap volume beton.

Hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton maksimum serat buah pinang sebesar 33,6156 MPa dengan peningkatan kuat tekan optimum sebesar 21,0287% terhadap beton normal pada penambahan konsentrasi serat 1,00% terhadap volume beton, kuat tarik maksimum yang tercapai sebesar 4,3357 MPa yaitu pada penambahan konsentrasi serat 1,00% terhadap volume beton dengan peningkatan kuat tarik optimum sebesar 71,5113% terhadap beton normal dan kuat lentur maksimum yang tercapai sebesar 5,3360 MPa yaitu pada penambahan konsentrasi serat 1,00 % terhadap volume beton dengan peningkatan kuat lentur optimum adalah sebesar 62,2884 % dari beton normal. Dalam penelitian ini, penambahan serat buah Pinang dengan presentase 1% terhadap volume beton merupakan dosis optimum untuk memperoleh kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton serat buah Pinang.

MOTTO

بِاللَّهِ الْمَوْتِ وَالْحَيَاةِ

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّى يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

Sesungguhnya Allah tidak merobahi keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merobahi keadaan yang ada pada diri mereka sendiri

(Qs Ar-Rad : 11)

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ

خَيْرٌ

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.

(Qs Al-Mujadilah : 11)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton sebagai salah satu unsur dalam pemilihan bahan konstruksi untuk struktur. Beton diperoleh dengan mencampurkan semen portland, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil) dan air dengan perbandingan tertentu. Pertimbangan pemilihan dari struktur beton diantaranya adalah menyangkut faktor ekonomi, yang merupakan pertimbangan yang sangat penting disamping tahanan terhadap api, rigiditas tinggi, biaya pemeliharaan rendah dan kemudahan membentuknya sesuai rencana struktur dan arsitektur, serta memiliki kuat desak tinggi tetapi kuat tarik pada beton rendah.

Karena faktor kuat tarik yang rendah dapat digunakan bahan tambah berupa serat buatan pabrik (asbestos, gelas/kaca, plastik, dan baja) ataupun serat alami (*natural fibre*) yang diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tarik beton. Berdasarkan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan serat kelapa dapat meningkatkan kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton. Pemakaian beton dengan serat buah pinang (*Areca cathecu*) merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur beton serta mengurangi berat beton yang besar. Serat buah pinang merupakan salah satu komponen lokal dan alami, dilihat dari segi ekonomisnya bahan ini cukup banyak terdapat di sekitar kita dengan harga yang relatif murah serta belum dimanfaatkan secara optimal dalam

bidang konstruksi. Serat buah pinang dicampurkan ke dalam adukan beton untuk mengatasi kelemahan kuat tarik beton, dengan meningkatnya kuat tarik beton maka kuat tekannya akan naik pula. Buah Pinang ini diambil dari daerah Jambi karena komoditasnya cukup banyak. Sementara itu pemanfaatan buah Pinang hanya sebatas untuk kebutuhan-kebutuhan rumah tangga saja, sedangkan untuk bahan konstruksi serat buah pinang belum dimanfaatkan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang ditinjau adalah kombinasi dari penambahan serat buah Pinang terhadap beton normal dengan variasi penambahan serat 0,25%, 0,50%, 0,75% dan 1% untuk meningkatkan kuat tarik beton yang lemah dan mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan serat buah Pinang terhadap peningkatan kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur serta pemanfaatan serat buah Pinang sebagai salah satu bahan tambah untuk campuran beton.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan diatas, maka tujuan penelitian antara lain yaitu :

1. Untuk mengetahui berapa kenaikan optimum kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur yang dihasilkan oleh beton dengan variasi serat 0,25%, 0,5%, 0,75% dan 1% dari volume beton, yang diuji pada umur 28 hari,

2. Untuk mengetahui berapa peningkatan beton serat buah Pinang terhadap beton normal.

1.4. Manfaat Penelitian

Dapat menghasilkan beton yang memenuhi syarat standar dengan biaya produksi lebih murah akibat penambahan serat buah Pinang. Manfaat lain dari penggunaan serat buah Pinang antara lain:

1. Dapat memberikan kontribusi terhadap pertimbangan nilai ekonomis dari pemanfaatan limbah serabut buah Pinang yang sudah tidak terpakai lagi,
2. Menambah referensi tentang pengetahuan beton serat dari serat alami (*natural fibre*).

1.5. Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan ini agar penelitian dapat sesuai dengan tujuan, maka digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Benda uji mempunyai kuat tekan rencana ($f'c$) = 25 MPa,
2. Variasi pencampuran serat buah Pinang dibuat sebesar 0%(BN), 0,25%(BS025), 0,5%(BS050), 0,75%(BS075) dan 1%(BS100) dari volume beton,
3. Benda uji kuat desak dan kuat tarik berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm,

4. Pada setiap variasi digunakan 9 benda uji, untuk masing-masing pengujian adalah 3 silinder untuk uji kuat desak, 3 silinder untuk uji kuat tarik dan 3 balok untuk uji kuat lentur, Jumlah total benda uji adalah 45 buah dari 5 variasi,
5. Perawatan beton dengan cara direndam dalam kolam perendaman, serta pengujian dilaksanakan setelah beton berumur 28 hari,
6. Semen yang digunakan adalah semen portland merk Gresik Tipe 1 kemasan 50 kg,
7. Agregat kasar menggunakan batu pecah yang berasal dari Kali Celereng, dengan diameter maksimum 20 mm,
8. Agregat halus menggunakan pasir yang berasal dari Lereng Gunung Merapi, disyaratkan lolos saringan 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 dan 0,15 mm,
9. Serat yang digunakan adalah serat buah Pinang yang berasal dari Jambi, dengan panjang serat 50 mm dan serat yang digunakan yang sudah masak (menguning) serta dijemur selama \pm 7 hari,
10. Pelaksanaan penelitian pengujian kuat desak, kuat tarik, dan kuat lentur beton dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) FTSP Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan referensi yang digunakan oleh penulis tentang penelitian terdahulu atau literatur lainnya yang menunjang penulisan. Menurut *ACI Commitee 544 (1982)*, *Fiber Reinforced Concrete* didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus atau agregat halus dan kasar, serta sejumlah kecil *fiber*.

2.2 Hasil penelitian yang pernah dilakukan

2.2.1 Souroshian, dkk (1987)

Teori yang dapat digunakan sebagai pendekatan untuk dapat menjelaskan mekanisme kerja *fiber* sehingga dapat memperbaiki sifat atau perilaku beton ada dua yaitu:

a. Spacing Concept

Teori ini menjelaskan bahwa dapat mendekatkan jarak antara serat (*fiber*) dalam campuran beton, maka beton akan lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak menjadi lebih besar. Serat (*Fiber*) dapat bekerja lebih baik jika berjajar secara urut dan seragam tanpa adanya *overlapping*. Hal tersebut sangat sulit dicapai karena pada keadaan

sesungguhnya dari susunan serat (*fiber*) adalah tidak teratur dan saling *overlap*.

b. Composite Material Concept

Teori ini merupakan salah satu pendekatan yang cukup populer untuk memperbaiki kuat tarik maupun lentur dari *fiber reinforced concrete*. Konsep ini dikembangkan untuk memperkirakan kekuatan material komposit pada saat timbul retak pertama (*first crack strength*). Dalam konsep ini diasumsikan bahwa bahan penyusun saling melekat sempurna, bentuk serat (*fiber*) menerus (*continuous fiber*) dan angka poisson dari material dianggap nol.

Dengan berdasarkan asumsi diatas, maka kekuatan bahan komposit pada saat retak dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_c = \sigma_f V_f + \sigma_m (1 - V_f) \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan

σ_c : kekuatan komposit saat retak pertama

σ_f : tegangan serat (*fiber*) saat beton hancur

σ_m : kuat tarik beton

V_f : persentase volume serat (*fiber*)

dimana $\sigma_f = 2\tau \cdot \frac{l_f}{d_f}$ (2.2)

dengan τ : tegangan lekat (*bond stress*) pada panjang lekatan
fiber yang diperhitungkan $\left(\frac{l_f}{2}\right)$

l_f : panjang serat (*fiber*)

d_f : diameter serat (*fiber*)

Karena serat (*fiber*) yang digunakan dalam campuran beton serat (*fiber reinforced concrete*) adalah ukuran pendek (*short fiber*) dan bukan merupakan *continuous fiber*, maka dari persamaan tersebut perlu dikoreksi berdasarkan pertimbangan-pertimbangan:

- Orientasi penyebaran dari *short fiber* yang random akan mengurangi efisiensi penulangan *fiber* terhadap material komposit,
- Lekatan yang tidak sempurna serta ukuran serat (*fiber*) yang pendek dapat menyebabkan adanya alur retak yang melewati serat (*fiber*),
- Distribusi arah retak yang sembarang menyebabkan alur retak tidak selalu memotong serat (*fiber*) tepat ditengah-tengah,
- Efektifitas beton dalam menahan tarik pada saat timbul retak.

2.2.2 Yefta Luthfi Zamroni (2004)

Dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Penambahan serat (*Fiber*) Kawat Bendrat dan *Superplasticizer* terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat lentur Beton. hasil penelitiannya. mengemukakan bahwa penambahan serat (*fiber*) kawat bendrat kedalam adukan beton dengan bentuk geometri lurus, panjang 9 cm, dan beraspek rasio 91,84, serta *superplasticizer* sebesar 1% dari berat semen akan mempengaruhi sifat struktural dan *workability* beton. Dari hasil penelitiann dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Peningkatan kuat tekan optimal beton serat (*fiber*) tanpa *superplasticizer* diperoleh dari penambahan serat (*fiber*) kawat bendrat sebesar 3% dari berat adukan beton, yaitu sebesar 34,609% terhadap beton normal
- b. Akibat penambahan *superplasticizer* sebesar 1% dari berat semen terhadap beton *fiber* kawat bendrat, akan meningkatkan kuat tekan beton serat (*fiber*) sebesar 2,756% dari kuat tekan beton seratnya (*fiber*) pada konsentrasi penambahan serat (*fiber*) sebesar 1% dari adukan beton. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan *superplasticizer* sebesar 1% dari berat semen kedalam beton serat (*fiber*) akan meningkatkan kuat tekan beton serat (*fiber*).

2.2.3 Balaguru dan Shah (1992)

Penelitian yang dilakukannya bertujuan untuk mengetahui nilai optimum dari variasi campuran serat dan beberapa variasi panjang serat terhadap kuat tarik

beton. Hasil penelitian ini diharapkan untuk memberikan rujukan bagi implementasi dan aplikasi pembuatan beton serabut kelapa sebagai inovasi teknologi beton untuk bahan bangunan. Spesifikasi bahan yang digunakan adalah serabut kelapa dari desa Wirasaba, Kab. Perbalingga, Jawa Tengah, agregat halus berupa pasir Muntilan, agregat kasar berupa batu pecah dengan diameter maksimum 20 mm dan semen portland tipe 1. Spesifikasi benda uji adalah silinder beton berukuran 10 x 20 cm untuk Pra-percobaan dan ukuran 15 x 30 cm untuk Percobaan Utama; dengan variasi panjang konsentrasi serat terhadap volume beton sebesar 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1,0% (Pra-percobaan), variasi panjang serat adalah 40 mm, 60 mm, dan 100 mm (Percobaan Utama). Dari hasil Pra-percobaan yang dilakukan diperoleh Kinerja kuat tarik-belah maksimum beton serat dengan bahan serabut kelapa sebesar 4,339 MPa meningkat sebesar 13,62% dibandingkan kuat tarik-belah beton normal sebesar 3,819 MPa. kinerja kekuatan tarik-belah maksimum beton serabut kelapa dengan panjang serat 80 mm menunjukkan kuat tarik yang lebih tinggi yaitu sebesar 4,339 Mpa

2.2.4 Edgington, dkk (1974)

Dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kelecakan adukan akan menurun sejalan dengan peningkatan konsentrasi dan aspek rasio serat (*fiber*). Dengan menggunakan serat (*fiber*) beraspek rasio 100, didapat hasil kelecakan adukan serat (*fiber*) yang cukup meningkat akibat penurunan diameter agregat 20 mm ke 10 mm. Penurunan diameter agregat dari 10 mm ke 5 mm juga menghasilkan peningkatan kelecakan adukan. Adukan beton serat (*fiber*) dengan diameter

agregat maksimum 5 mm dan pasta semen *fiber* menghasilkan nilai kelecakan yang tidak jauh berbeda. Didapat bahwa perkiraan konsentrasi serat (*fiber*) yang akan menyebabkan adukan mulai sulit dan tidak mungkin dikerjakan adalah

$$PWc_{crit} = 75 \frac{\pi \cdot \gamma_f \cdot d}{\gamma_c} K \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan PWc_{crit} : konsentrasi kritis serat (*fiber*) (persen berat adukan)

γ_f : berat jenis serat (*fiber*)

γ_c : berat jenis adukan

d/l : nilai banding diameter dan panjang serat (*fiber*)

dimana, $K = \frac{W_m}{W_m + W_a} \dots\dots\dots(2.4)$

dengan K : berat fraksi mortar, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel kurang dari 5 mm.

W_m : berat fraksi agregat, yaitu bagian adukan

W_a : dengan ukuran partikel lebih dari 5 mm.

Dengan menggunakan balok uji 10 x 10 x 50 (cm) untuk benda uji beton serat (*fiber*) dan non-serat (*non-fiber*) guna pengujian *uniaxial tensile stress strain*, membuktikan bahwa penambahn serat (*fiber*) ke dalam adukan beton

hanya memberikan peningkatan yang kecil dari nilai modulus elastisitasnya sebagaimana ditunjukkan tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Pengaruh penambahan *fiber* terhadap *tensile modulus of elasticity*

Matriks	Jumlah Penambahan Fiber (%)	Regangan Modulus Elastisitas (hasil rata- rata dari 3 benda uji) (GN/m²)
Pasta Semen	0	26,4
	2,7	28,4
Mortar	0	33,9
	2,34	34,8
10 mm Beton	0	39,7
	1,47	40,9

Sumber : Edgington, dkk, 1974

2.2.5 Brigg, dkk (1974)

Meneliti bahwa serat (*fiber*) beraspect ratio tinggi ($l/d > 100$) akan menyebabkan serat (*fiber*) menggumpal bersama-sama, sehingga sangat sulit disebarkan secara merata didalam adukan, sedangkan untuk serat (*fiber*) beraspect ratio rendah ($l/d < 50$) tidak akan terjadi ikatan yang baik dengan betonnya serta dapat disebarkan oleh suatu getaran.

2.2.6 Suprianto dan Muhtadin (1996)

Dari hasil penelitian yang dilakukannya dengan menggunakan benda uji kubus 15 x 15 x 15 cm, serta penambahan serat (*fiber*) serat pelastik 19 mm sebesar 0,04% dan 1,25%, untuk serat bendrat panjang 5 cm yang disebarkan secara random ditunjukkan bahwa terjadi peningkatan kuat tekan pada beton serat

(*fiber*) sebesar 2,07% untuk serat pelastik dan 7,50% untuk serat bendrat. Dalam lembaran saran peneliti menekankan untuk meneliti lebih lanjut penambahan kekuatan dengan menggunakan serat bendrat pada konsentrasi yang lebih besar.

2.2.7 Rahayu dan Trihandoko (1996)

Dengan menggunakan benda uji kubus 15 x 15 x 15 (cm) dan penambahan serat baja sebesar 2% dan 3% dari berat beton yang disebarkan dengan orientasi random menghasilkan kesimpulan bahwa semakin banyak penambahan serat baja akan meningkatkan kuat tekannya. Dari hasil pengujiannya didapat bahwa terjadi peningkatan sebesar 22,0036% dan 36,1554% untuk penambahan serat (*fiber*) sebesar 2% dan 3%. Akibat penambahan serat baja akan mengakibatkan semakin sulit pengerjaan adukan beton (keleccakan), peneliti menyarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan *zat additive* guna memperoleh *workability* yang lebih baik tanpa mengurangi kekuatan beton.

2.2.8 Sukmawati dan Herawati (2001)

Dengan menggunakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dan variasi panjang serat (*fiber*) baja lokal 5 cm, 6 cm, 7 cm, 8 cm, dan 9 cm serta konsentrasi serat (*fiber*) sebesar 0,75% dan 1,5% diperoleh hasil bahwa kuat desak tertinggi didapat pada benda uji dengan variasi serat (*fiber*) panjang 9 cm serta variasi serat (*fiber*) sebesar 0,75%. Penurunan yang terjadi pada konsentrasi serat (*fiber*) 1,5% adalah akibat sebaran serat (*fiber*) yang tidak merata pada adukan

beton sehingga perlu adanya usaha tambahan untuk penyebaran yang lebih merata.

2.2.9 Ramakrishnan, dkk (1988)

Dari hasil penelitiannya dapat dilihat seperti pada tabel 2.2 dan 2.3, yaitu kuat tekan beton serat (*fiber*) agak lebih kecil dibanding dengan kuat tekan beton non-serat (*non-fiber*). Hal ini dimungkinkan oleh campuran beton serat (*fiber*) memerlukan lebih banyak air pada saat proses *shourcreating* untuk mencapai *workability* yang sama seperti beton *non-fiber*. Dengan penambahan air, fas akan lebih besar sehingga kuat tekan akan menjadi lebih rendah.

Tabel 2.2 Nilai Kuat Tekan dan Lentur Untuk Benda Uji dengan Ukuran Kecil

Campuran	Kuat Komposit			Kuat Lentur Retak Pertama			Kuat lentur Ultimit		
	2 hari	7 hari	28 hari	2 hari	7 hari	28 hari	2 hari	7 hari	28 hari
	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi
N1	3569	5586	5865	671	879	858	671	879	858
N2	-	6299	7494	-	839	908	-	838	908
ZP 30/50									
0,60%	4248	5593	7643	666	703	832	677	703	832
ZP 30/50									
1,00%	370	5767	7023	736	977	1017	757	1166	1077
ZP 30/50									
1,30%	5018	5316	5674	927	848	936	1180	1040	1087
ZP 30/40									
0,60%	-	4837	5273	-	794	859	-	794	859
ZP 30/40									
1,00%	-	4013	3010	-	773	876	-	826	923
PC 0,6%	6202	6367	8853	799	811	1066	799	811	1066
PC 1,0%	4697	6939	6957	770	1061	1091	770	1061	1091
TC 1,0%	3297	5210	5813	799	1069	1328	799	1089	1378

Benda uji: Kubus ukuran ($1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$) in; Balok ($1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 6\frac{1}{2}$ in)
 1 in = 25,4 mm, 1 psi = 6,895
 kPa

Hasil yang dilaporkan merupakan rata-rata dari 3 percobaan

Sumber : Ramakrishnan, 1988

Tabel 2.3 Nilai Kuat Tekan dan Lentur Untuk Benda Uji dengan Ukuran Besar

Campuran	Kuat Komposit			Kuat Lentur Retak Pertama			Kuat lentur Ultimit		
	2 hari	7 hari	28 hari	2 hari	7 hari	28 hari	2 hari	7 hari	28 hari
	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi
N1	3569	5586	5865	671	879	858	671	879	858
N2	-	6299	7494	-	839	908	-	838	908
ZP 30/50									
0,60%	4248	5593	7643	666	703	832	677	703	832
ZP 30/50									
1,00%	370	5767	7623	736	977	1017	757	1166	1077
ZP 30/50									
1,30%	5018	5316	5674	927	848	936	1180	1040	1087
ZP 30/40									
0,60%	-	4837	5273	-	794	859	-	794	859
ZP 30/40									
1,00%	-	4013	3010	-	773	876	-	826	923
PC 0,6%	6202	6367	8853	799	811	1066	799	811	1066
PC 1,0%	4697	6939	6957	770	1061	1091	770	1061	1091
TC 1,0%	3297	5210	5813	799	1069	1328	799	1089	1378

Benda uji: Kubus ukuran ($1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$) in; Balok ($1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 6\frac{1}{2}$ in
 1 in = 25,4 mm, 1 psi = 6,895
 kPa

Hasil yang dilaporkan merupakan rata-rata dari 3 percobaan

Sumber : Ramakrishnan, 1988

2.2.10 Oktavia dan Prasetyo (2002)

Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan orientasi penyebaran serat (*fiber*) nylon random mendapat hasil bahwa peningkatan kuat tarik beton serat (*fiber*) nylon maksimum dengan aspek rasio konstan didapat dengan panjang serat 70 mm dan diameter 0,95 mm yaitu sebesar 17,29%. Akan tetapi dengan semakin

panjang serat maka akan semakin mengurangi kelecakan (*workability*) dari adukan beton serat (*fiber*).

2.2.11 Santosonengtyas (1991)

Dengan menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 cm tinggi 30 cm dan serat (*fiber*) bendrat dengan aspek rasio 32,43 memberikan kesimpulan bahwa peningkatan kuat tarik sejalan dengan kenaikan konsentrasi serat (*fiber*). Di dapat peningkatan nilai kuat tarik sebesar 2,106%, 3,855%, 13,767%, dan 28,831% untuk penambahan serat (*fiber*) kawat bendrat sebesar 0,5%, 0,75%, 1,0% dan 1,25%. Penambahan konsentrasi serat (*fiber*) akan semakin menurun *workability* maka perlu adanya bahan tambah untuk meningkatkan *workability* tersebut. Dari hasil penelitiannya dengan menggunakan benda uji balok berdimensi 10 x 10 x 50 (cm) memberikan hasil adanya peningkatan sebesar 1,007%, 1,405%, 5,034% dan 3,146% untuk konsentrasi *fiber* 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1,0%, dan 1,25% dengan menggunakan serat (*fiber*) kawat bendrat beraspek rasio 32,34. Penurunan pada konsentrasi serat (*fiber*) 1,25% dimungkinkan karena semakinnya serat (*fiber*) dispersion akibat semakin tingginya konsentrasi serat (*fiber*). Kemungkinan yang lain adalah kurang sempurnanya proses pengerjaan (pengadukan, pengangkutan, dan pengecoran) benda uji, sehingga diperoleh *fiber* yang kurang terdistribusi secara merata dalam adukan beton. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penelitian dengan penambahan zat *additive* untuk menambah *workability*.

2.2.12 Swamy dan Al-Noori, (1975)

Penambahan *steel fiber* dengan orientasi random akan meningkatkan kuat lentur beton serat (*fiber*) sekitar dua sampai 3 kali lipat dibanding kuat lentur beton *non-fiber*. Dengan penambahan serat (*fiber*) kedalam adukan beton akan menyebabkan beton lebih liat (*ductile*) dan tidak getas. Oleh karena itu beton serat (*fiber*) dapat dipergunakan pada perencanaan bagian-bagian penting struktur, yaitu pada kuat lentur ultimit untuk *fiber reinforced concrete*. Untuk menghitung deformasi dan difleksi bagian struktur harus diketahui hubungan antara tegangan dan regangan. Seperti sebagai besar bahan struktur, beton juga berperilaku elastis bila dikenai beban awal. Namun pada pembebanan terus menerus, beton akan terjadi rayapan (*creep*), yaitu regangan terus meningkat sesuai dengan waktu tegangan konstan. Penambahan serat (*fiber*) akan mengakibatkan peningkatan kuat lentur, sehingga kuat lentur dapat digunakan dalam perencanaan, seperti pada *plain concrete*, dikarenakan sifat-sifat utama beton serat (*fiber*) yang dapat mengendalikan retak sifatnya yang liat (*ductile*). Penambahan serat (*fiber*) juga akan memberikan peningkatan modulus elastisitas, sifat-sifat menahan retak pada penulangan serat (*fiber*) membuat komposit jauh lebih kaku seperti yang ditunjukkan oleh modulus elastisitasnya.

2.2.13 Martopo dan Hadi (1997)

Dalam penelitiannya dengan menggunakan serat (*fiber*) kawat strimin panjang 1.2 mm memberikan kesimpulan bahwa semakin besar konsentrasi kawat strimin maka akan semakin meningkatkan kuat lentur beton serat (*fiber*). Dengan menggunakan benda uji balok 10 x 10 x 50 (cm) dan variasi serat (*fiber*) kawat

strimin lurus dan silang didapat kenaikan lentur untuk serat (*fiber*) kawat strimin lurus masing-masing sebesar 1,01%, 4,74%, dan 6,28% dengan konsentrasi penambahan 2,0%, 2,5% dan 3,0%, sedangkan untuk serat (*fiber*) kawat strimin silang didapatkan penambahan kuat tekan sebesar 1,23%, 7,23%, dan 7,92% dengan konsentrasi penambahan serat (*fiber*) sama dengan penambahan serat (*fiber*) kawat strimin lurus.

2.2.14 Sudarmoko (1989)

Dalam penelitiannya juga mengamati bahwa pada kandungan 1,5% *plain steel fibers* (PSF) kuat lentur beton serat (*fiber*) akan mencapai kira-kira dua kali kuat lentur beton *non fiber*, tetapi kuat lentur yang terbesar akan dicapai dengan penambahan *duoform steel fibers* (DSF) pada kandungan 1,5%. Untuk *plain steel*, *duoform steel*, dan *polypropylene fiber*, diperlihatkan bahwa semakin tinggi kandungan *fiber* maka semakin besar pula kuat lenturnya. Namun, untuk *bronze fiber* diperlihatkan bahwa kuat lentur tertinggi dicapai pada kandungan 1,0% dan untuk kandungan 1,5% *fiber* menghasilkan nilai yang terbaik lebih rendah. Hal ini dimungkinkan karena sulitnya pengadukan dan pematatannya, sehingga distribusi yang baik dari serat (*fiber*) tidak tercapai. Dengan menggunakan benda uji silinder juga diperlihatkan bahwa hanya sedikit pengaruh penambahan serat (*fiber*) terhadap modulus elastisitas. Peningkatan terbesar modulus elastisitas (E_c statik) senilai 136% dari *basic mix* dihasilkan oleh *duoform steel fiber* kandungan serat (*fiber*) sebesar 1,0% dan terendah dihasilkan oleh *plain steel fiber* kandungan 1,5% yaitu sebesar 101% dari *basic mix*. Pada tabel dibawah ini diperlihatkan pula

kenaikan modulus elastisitas berdasarkan umur pengujian benda uji, menunjukkan hasil bahwa modulus elastisitas meningkat secara mencolok pada umur beton 14 hari pertama dan peningkatan secara perlahan setelah umur tersebut. Dari hasil ini

dapat disimpulkan bahwa penambahan serat (*fiber*) tidak menghasilkan perbedaan yang besar terhadap modulus elastisitasnya.

Tabel 2.4 Pengaruh Penambahan Fiber Terhadap Kuat Tarik dan E_c statik

Spesifikasi		Kuat Tarik (N/mm ²)			Ec Statik (x 10 N/mm ²)		
Kode	detail	3 hari	7 hari	28 hari	3 hari	7 hari	28 hari
B	Basic Mix	1,301	1,933	2,781	1,471	1,736	2,130
PSF 1	0,5% PSF	1,500	2,294	3,167	1,475	1,906	2,156
PSF 2	1,0% PSF	2,208	3,458	5,055	1,669	1,972	2,172
PSF 3	1,5% PSF	3,071	3,824	5,378	1,477	1,955	2,140
BF 1	0,5% BF	1,393	2,012	3,073	1,501	1,803	2,198
BF 2	1,0% BF	1,559	2,250	3,781	1,576	1,877	2,672
BF 3	1,5% BF	2,079	2,948	4,892	2,009	2,301	2,861
DSF 1	0,5% DSF	2,490	3,120	3,951	1,582	1,907	2,431
DSF 2	1,0% DSF	2,757	3,370	4,878	1,601	1,999	2,906
DSF 3	1,5% DSF	2,846	3,509	5,263	1,575	1,801	2,302
PPF 1	0,50% PPF	1,440	2,175	2,791	1,509	1,875	2,302
PPF 2	0,75% PPF	1,662	2,502	3,324	1,663	2,018	2,483
PPF 3	1,0% PPF	1,494	2,251	3,020	1,564	1,926	2,401

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Salah satu material yang banyak digunakan untuk struktur teknik sipil adalah beton. Beton didapat dari campuran semen Portland, pasir, kerikil dan air pada perbandingan tertentu. Sifat-sifat beton tergantung pada sifat-sifat bahan penyusunnya, cara pengadukan, penguangan, pemadatan, dan perawatan beton selama proses pengerasannya.

Penggunaan serat buah Pinang dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan, tarik dan lentur yang tinggi. Hasil-hasil penelitian terdahulu tentang pemakaian serat alami pada beton, menunjukkan bahwa penambahan serat bambu akan mempunyai kuat tarik 4 kali baja lunak. Beberapa jenis serat menghasilkan variasi kuat tarik yang berbeda. (*Widianto, 1995*). Konsep tersebut diatas telah membuahkan ide untuk membuat beton dengan campuran serat buah Pinang. Masalah yang dihadapi dalam inovasi dan perkembangan teknologi beton, khususnya beton serat, adalah meningkatnya harga berbagai jenis bahan bangunan, termasuk serat buatan produksi pabrik. Hal ini merupakan pukulan bagi masyarakat yang menginginkan bahan bangunan yang relative terjangkau, namun tetap berkekuatan baik.

Untuk keperluan non-struktur serat dari bahan alamiah (*natural fibers*) seperti serat pinang, serat kelapa, ijuk, atau serat tumbuh-tumbuhan lainnya, juga dapat dipakai. Bahan-bahan serat tersebut masing-masing mempunyai kelebihan dan

kekurangan dalam memperbaiki *performance* beton. Selain ekonomis, pemakaian serat alamiah (*natural fibers*) pada beton juga dapat mencegah terjadinya retak-retak, sehingga menjadikan beton serat lebih daktail dibandingkan beton biasa, selain itu beton serat juga bersifat lebih tahan benturan dan lenturan. Jika serat yang dipakai mempunyai modulus elastisitas lebih tinggi dari pada beton biasa, maka beton serat akan mempunyai kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur akan sedikit lebih tinggi dari pada beton biasa. Adapun kelemahan yang dimiliki serat alami (*natural fibers*) adalah menyerap air, modulus elastisitasnya rendah, ikatan dalam semen kurang baik, mudah terbakar, kurang tahan lama, serta titik lelehnya rendah. Dengan demikian pemilihan jenis bahan serat perlu disesuaikan dengan sifat yang akan diperbaiki dalam aplikasinya. Salah satu yang perlu menjadi bahan pertimbangan dalam penentuan jenis serat yang akan dipakai adalah kemudahan sewaktu pencampuran, tahan terhadap korosi, dan sebagainya.

Serat baja (*Steel fibers*) memiliki kekuatan dan modulus elastisitas yang relatif tinggi. Disamping itu, serat baja (*steel fibers*) tidak mengalami perubahan bentuk terhadap pengaruh alkali dalam semen. Pembebanan dalam jangka waktu yang lama tidak berpengaruh terhadap sifat mekanikal dari serat baja (*steel fibers*). Adapun kelemahan yang dimiliki adalah apabila posisi serat baja (*steel fibers*) tidak dalam posisi terlindungi dalam beton, maka resiko terjadinya karat dapat terjadi. Hal lain adalah menyangkut berat dari serat baja (*steel fibers*) yang jeias akan menambah berat betonnya. Sifat *adhesi* yang tinggi dari serat baja (*steel fibers*) juga akan mengakibatkan terjadinya *balling effect*, yaitu serat tidak tersebar secara merata pada saat dicampur tetapi menggumpal menjadi suatu bola-bola serat. Untuk mengatasi hal

tersebut perlu usaha tambahan sehingga didapat penyebaran serat baja (*steel fibers*) secara merata pada adukan.

Serat kaca (*Glass fibers*) dalam hal kekuatan hampir menyamai serat baja (*steel fibers*), tetapi berat jenisnya lebih rendah dan modulus elastisitasnya hanya sepertiga dari serat baja (*steel fibers*). Kekurangan paling pokok dari serat kaca (*glass fibers*) adalah kurang tahan terhadap pengaruh alkali dalam semen sehingga dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan pada seratnya.

Jenis serat plastik (*plastic fiber*) yang paling sering digunakan untuk keperluan penulangan beton adalah dari jenis *polypropylene*. Sifat-sifat *polypropylene* sebagai serat antara lain tidak menyerap air semen, modulus elastisitasnya rendah, ikatan dalam semen kurang baik, mudah terbakar, kurang tahan lama (dapat menjadi getas), serta titik leleh rendah. Ikatan dalam beton dapat ditingkatkan dengan memperbaiki bentuk permukaan serta ujung dari serat plastik (*plastic fibers*).

Bahan serat yang lain adalah serat karbon (*carbon fibers*). Meskipun harga dari serat karbon (*carbon fibers*) lebih murah dibandingkan jenis serat (*fiber*) lainnya, serat karbon (*carbon fibers*) memiliki keunggulan antara lain tahan terhadap lingkungan yang agresif, stabil pada suhu tinggi, mempunyai ketahanan terhadap abrasi, relatif kaku, dan tahan lama, namun penyebaran serat karbon (*carbon fibers*) pada beton lebih sulit jika dibandingkan dengan jenis serat-serat lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sifat-sifat yang dapat diperbaiki akibat penambahan serat adalah:

- a. Daktilitas (*ductilitas*), yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi (*energy absorption*),

- b. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*),
- c. Ketahanan untuk menahan tarik dan lentur (*tensile and flexure strength*),
- d. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue life*),
- e. Ketahanan terhadap aus (*abration*), selip (*skid*) dan fragmentasi (*fragmentation*).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dengan adanya penambahan serat pada adukan beton akan menurunkan kelecakan (*workability*) secara cepat sejalan dengan penambahan konsentrasi dan aspek rasio serat. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu diadakan usaha tambahan untuk mendapatkan kemudahan dalam pengerjaan adukan beton, salah satunya adalah dengan menambah zat *additive* yang mampu meningkatkan *workability* adukan dengan nilai faktor air semen sama.

3.2 Materi Penyusun Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1990). Materi penyusunnya terdiri dari beberapa bahan sebagai berikut ini.

3.2.1 Semen Portland

Semen Portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Berat jenisnya berkisar antara 3,12 dan 3,16 dan berat volume 1 sak semen

adalah 94 lb/ft³. Bahan baku pembentuk semen adalah kapur (CaO) dari kapur, Silika (SiO_2) dari lempung, Alumina (Al_2O_3) dari lempung (Nawy, 1985).

Menurut perbedaan komposisi senyawa kimia yang terkandung pada semen, SNI 15-2049-1994 memerangkan, semen dibedakan menjadi lima jenis, yaitu:

- Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan menghasilkan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis III : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Jenis IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Semen portland terutama terdiri dari oksida kapur (CaO), oksida silika (SiO_2), oksida alumina (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3). Kandungan dari keempat oksida kurang lebih 95% dari berat semen dan biasanya disebut "*major oxides*", sedangkan sisanya sebanyak 5% terdiri dari oksida magnesium (MgO) dan oksida lain. Komposisi spesifik semen portland tergantung pada jenis semen dan komposisi bahan baku yang dipergunakan. Komposisi kimia semen portland mempunyai limitasi seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Komposisi Limit Semen Portland

Oksida	Komposisi (% berat)
Kapur [CaO]	60 - 67
Silika [SiO ₂]	17 - 25
Alumina [Al ₂ O ₃]	3 - 8
Besi [Fe ₂ O ₃]	0,5 - 6,0
Magnesium [MgO]	0,1 - 5,5
Soda / Potash [Na ₂ O + K ₂ O]	0,5 - 1,3
TiO ₂	0,1 - 0,4
P ₂ O ₅	0,1 - 0,2
SO ₃	1 - 3

Keempat oksida utama pada semen akan membentuk senyawa-senyawa yang biasa disebut:

1. *Trikalsium silikat, 3CaO.SiO₂ disingkat C₃S*

Sifat C₃S hampir sama dengan sifat semen, yaitu apabila ditambahkan air akan menjadi kaku dan dalam beberapa jam saja pasta akan mengeras. C₃S menunjang kekuatan awal semen dan menimbulkan panas hidrasi ± 500 joule/gram. Kandungan C₃S pada semen portland bervariasi antara 35%-55% tergantung pada jenis semen portland.

2. *Dikalsium silikat, 2CaO.SiO₂ disingkat C₂S*

Sifat C₂S, pada penambahan air segera terjadi reaksi, menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan sedikit panas yaitu ±250 joule/gram. Pasta yang mengeras, perkembangan kekuatannya stabil dan lambat pada beberapa

minggu, kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir sama dengan C_3S . Kandungan C_2S pada semen portland bervariasi antara 15%-35% dan rata-rata 25%.

3. *Trikalsium aluminat, $3CaO \cdot Al_2O_3$ disingkat C_3A*

Sifat C_3A , dengan air bereaksi menimbulkan panas hidrasi yang tinggi yaitu ± 850 joule/gram. Perkembangan kekuatan terjadi pada satu sampai dua hari, tetapi sangat rendah. Kandungan C_3A pada semen portland bervariasi antara 7%-15%.

4. *Tetra kalsium alumino ferrite, $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ disingkat C_4AF*

Sifat C_4AF , dengan air bereaksi dengan cepat dan pasta terbentuk dalam beberapa menit, menimbulkan panas hidrasi ± 420 joule/gram. Warna abu-abu pada semen dipengaruhi oleh C_4AF . Kandungan C_4AF pada semen portland bervariasi antara 5%-10% dan rata-rata 8%.

Keterangan mengenai keempat senyawa diatas dapat dilihat dalam tabel 3.2 :

Tabel 3.2 Sifat Senyawa Semen

Senyawa	Laju reaksi	Panas ikatan (tiap satuan)	Nilai ikatan (tiap satuan)	
			awal	pada optimum
C_3S	sedang	sedang	baik	baik
C_2S	lambat	kecil	kurang	baik
C_3A	besar	besar	baik	kurang
C_4AF	lambat	kecil	kurang	kurang

3.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang merupakan bahan pengisi dalam campuran beton. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60 % sampai 80 % volume agregat. Agregat ini bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh masa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen dan rapat. Agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar (*Nawy, 1985*).

Nawy (1985) membagi agregat kedalam dua jenis agregat yaitu :

1. Agregat Kasar (Kerikil dan batu pecah),

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ in/ (6 mm). Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton, keras dan daya tahannya terhadap disitegrasi beton, cuaca dan efek-efek merusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus memiliki ikatan yang baik dengan semen. Jenis agregat kasar yang umum adalah : Batu pecah alami, kerikil alami, agregat kasar buatan, agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat.

2. Agregat Halus (Pasir Alami dan buatan),

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran no. 4 % dan 100 % saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no. 100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran.

Mulyono,(2003) mengatakan bahwa **Abrams,(1918)** mendefinisikan Modulus Halus Butir (*finnes Modulus*) atau biasa disingkat MHB adalah suatu indek yang dipakai untuk mengukur kehalusan atau kekerasan butir- butir agregat. MHB didapat dari jumlah persen kumulatif dari butir agregat yang tertinggal diatas satu set ayakan 40; 20; 10 dan 4,8 mm untuk kerikil, dan untuk pasir dengan lubang ayakan 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 dan 0,15 mm, kemudian nilai tersebut dibagi dengan seratus. Makin besar nilai MHB suatu agregat berarti semakin besar butiran agregatnya. Umumnya agregat halus mempunyai MHB sekitar 1,5 - 3,8 dan kerikil mempunyai MHB 5 - 8. Nilai ini juga dapat dipakai dasar untuk mencari perbandingan dari campuran agregat. Untuk agregat campuran nilai MHB yang biasa dipakai sekitar 5- 6.

Sifat yang paling penting dalam suatu agregat (batu-batu, kerikil dan pasir) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (**Murdock dan Brook, 1978**)

Menurut peraturan SK-SNI-T-15-1990-03, kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Batas-batas jenis pasir tercantum dalam tabel 3.3 :

Tabel 3.3 Gradasi Pasir

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan:

Daerah I : Pasir kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah IV : Pasir hal

Adapun agregat kerikil ditetapkan seperti yang tercantum dalam tabel 3.4.

Tabel 3.4 Gradasi Kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan	
	Berat butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40	95-100	100
20	30-70	95-100
10	10-35	25-55
4,8	0-5	0-10

Dalam peraturan ini juga ditetapkan gradasi agregat campurannya, yaitu campuran pasir dan kerikil dengan diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm, masing-masing mempunyai kurva tersendiri. Gradasi campuran yang ideal adalah yang masuk dalam kurva 2 dan 3. Indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat di tetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus 1,5 sampai 3,8 dan kerikil antara 5 dan 8. Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus:

$$W = \frac{K - C}{C - P} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan W : Persentase berat pasir terhadap berat kerikil

K : Modulus halus butir kerikil

P : Modulus halus butir pasir

C : Modulus halus butir campuran.

3.2.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (*Mulyono, 2003*)

Menurut *PUBI (1970)*, pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi syarat-syarat sebagai berikut ini.

1. Air tawar yang dapat diminum.

2. Air sungai yang tidak mengandung lumpur yang cepat mengendap.
3. Air yang tidak mengandung minyak dan benda-benda yang tidak mengapung.
4. Air yang bereaksi netral terhadap kertas lakmus.
5. Air yang tidak mengandung:
 - a. Sulfat, lebih dari 5 gram/liter dihitung sebagai SO_3 .
 - b. Clorida, lebih dari 15 gram/liter dihitung sebagai CL.
6. Air yang tidak memerlukan kalium permanganat ($KMnO_4$) lebih dari 1000 mg/liter untuk mengoksidasikan benda-benda organik didalamnya.

Air selain digunakan untuk pengikatan beton, digunakan juga untuk perawatan sesudah beton dituang, yaitu untuk merendam atau membasahi beton. Air yang digunakan untuk reaksi hidrasi dengan semen diperlukan sedikitnya 20-30% jumlah air dari berat semen. Kelebihan air pada campuran beton akan menurunkan kekuatan beton karena menimbulkan pori-pori yang mengurangi kepadatan beton.

Jumlah air optimum dalam suatu rancangan campuran beton ditentukan dari kemudahan pengerjaan yang dapat dicapai. Jumlah air optimum dikatakan tercapai apabila kemudahan pengerjaan pengecoran sesuai dengan tuntunan (dinyatakan dengan uji slump). Penyimpangan jumlah air akan berakibat:

1. Bila air sedikit:
 - a. Dalam batas tertentu kekuatan tekan beton bisa naik,
 - b. Pengerjaan pengecoran menjadi lebih sulit karena air yang juga berfungsi sebagai pelumas berkurang.

- c. *Loss of slump* beton menjadi lebih singkat, sehingga proses pengecoran dituntut lebih cepat,
 - d. Diperlukan system pemadatan extra, agar didapat beton yang padat, bila tidak kemungkinan besar beton akan menjadi keropos.
2. Bila air terlalu banyak:
- a. Kekuatan beton akan turun,
 - b. Pekerjaan pengecoran akan lebih mudah,
 - c. *Loss of slump* beton lebih lama, proses pengecoran/pemadatan lebih lama,
 - d. Terjadi segregasi (pemisahan butiran) dalam campuran, sehingga kuat tekan beton akan menurun,
 - e. Terjadi penyusutan karena air kelebihan yang mengisi pori-pori beton suatu saat akan menguap meninggalkan pori-pori dalam beton.

3.2.4 Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (semen, agregat, dan air) yang ditambah pada adukan beton saat atau selama pencampuran berlangsung, dengan tujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. (*Tjokrodimuljo, 1992*)

Sesuai dengan namanya, bahan tambah merupakan bahan tambahan pada suatu campuran beton yang bertujuan untuk kepentingan tertentu. Oleh karena itu, penggunaan bahan tambah dalam hal ini yaitu serat buah Pinang harus benar-benar dipertimbangkan, misalnya: campuran yang kaku dapat diubah lebih daktil. Karena suatu bahan campuran pada umumnya dimasukan dalam campuran beton dalam

jumlah yang relatif kecil, maka tingkatan kontrolnya harus lebih besar dari pada pekerjaan beton biasa. Hal ini untuk menjamin agar tidak terjadi kelebihan dosis. Pada pelaksanaan selalu ada usaha untuk menambahnya sedikit, terutama bila operator menyangka bahwa keadaan campuran menyimpang dari keadaan normal. Kesukaran dan biaya yang dialami dalam kontrol yang dibutuhkan, kadang-kadang lebih besar dari keuntungan yang didapat dari penggunaan bahan tambah. Bahan tambah yang berlebihan dapat menurunkan sekali kekuatan atau sifat-sifat beton yang lain (*L.J. Murdock dan K.M. Brook*).

Menurut *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia* (1982) bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi 5 jenis yaitu:

- a. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan ini akan diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai *slump* yang sama,
- b. Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton,
- c. Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton,
- d. Bahan kimia tambahan yang berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan dan pengerasan beton,
- f. Bahan kimia tambahan yang berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

3.3 Modulus Elastisitas

Menurut Murdock dan Brook (1991), tolok ukur yang umum dari sifat suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan tersebut. Beton adalah bahan yang bukan benar-benar elastis. Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun yang lain lebih tinggi biasanya mempunyai harga modulus elastisitas yang lebih tinggi juga. Modulus elastisitas dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{f}{\varepsilon} \quad \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan E : Modulus elastisitas
 f : Tekanan/ gaya yang diberikan
 ε : Regangan/ perubahan bentuk per satuan panjang

3.4 Faktor Air Semen

Faktor air semen (*fas*) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen (*fas*) sangat mempengaruhi kekuatan beton, kenaikan faktor air semen (*fas*) mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton seperti permeabilitas, ketahanan terhadap gaya dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, penyusutan dan terutama kuat tekan (*Murdock dan Brook, 1978*).

3.5 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan beton. Tingkat kelecakan ini berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya, sehingga semakin mudah dikerjakan.

3.6 Workability

Istilah *workability* sulit untuk didefinisikan dengan tepat, dalam bukunya *Murdock dan Brook* menyebutkan bahwa *Newman (1965)* mengusulkan agar didefinisikan pada sekurang-kurangnya tiga buah sifat yang terpisah:

1. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil,
2. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali,
3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi segregasi/pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton antara lain sebagai berikut ini.

1. Jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton.
2. Jumlah semen yang digunakan.
3. Penambahan bahan tambah tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan *workability* adukan pada *fas* rendah.

Ketentuan menurut *SK SNI M-14-1989-F* merupakan penyempurnaan dari ketentuan pada *PBI 1971*. Ketentuan menurut *SK SNI M-14-1989-F* yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain:

1. Benda uji standar berupa silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Benda uji selain silinder sebagai alternatif yang memberikan kuat tekan yang berbeda, dibutuhkan faktor konversi seperti pada tabel 3.5 berikut ini:

Tabel 3.5 Angka Konversi Benda Uji Beton

Benda Uji	Faktor Konversi
Silinder 100 x 200 mm	1,04
Silinder 150 x 300 mm	1,00
Kubus 150 x 150 mm	0,80
Kubus 200 x 200 mm	0,83

2. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimal 2 buah benda uji.

Dalam konsep tata cara perancangan dan pelaksanaan konstruksi beton 1989, tercantum bahwa pekerjaan beton dapat dinyatakan memenuhi syarat jika kedua persyaratan berikut terpenuhi :

1. Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (yang masing-masing pasangan terdiri dari tiga hasil uji desak) tidak kurang dari $f'c + 0,82$ sd
 2. Tidak satupun dari hasil uji desak (rata-rata dari dua silinder / kubus) kurang dari $0,85 f'c$.
3. ACI menetapkan bahwa kekuatan masing-masing kelas beton dapat dipandang memadai apabila:

1. Rata-rata dari semua set dari tiga uji kekuatan yang berurutan sama atau melebihi $f'c$ yang dibutuhkan,
2. Tidak ada hasil uji kekuatan individual (rata-rata dari 2 silinder) yang lebih rendah dari $f'c$ melebihi 500 psi.

Jika persyaratan pertama tidak terpenuhi, maka harus diambil langkah-langkah untuk meningkatkan kuat desak rata-rata betonnya. Adapun jika persyaratan kedua yang tidak dipenuhi maka harus diambil langkah-langkah untuk memastikan bahwa kapasitas daya dukung struktur terhadap beban akan di tahan masih tidak membahayakan.

Jackson dan Dhir (1983) mengemukakan bahwa *workability* didasarkan atas rasio agregat dan semen (A/C), terbagi atas beberapa tingkatan yaitu: *Low Workability*, *Medium Workability*, dan *Hard Workability*. Tingkat *workability* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.6 Tingkat *Workability* Berdasarkan Rasio Agregat Semen

D maks (mm)	Rasio Agregat-Semen					
	Low Workability		Medium Workability		Hard Workability	
	Batu Alam	Batu Pecah	Batu Alam	Batu Pecah	Batu Alam	Batu Pecah
9,5	5,3	4,8	4,7	4,2	4,4	3,7
19	6,2	5,5	5,4	4,7	4,9	4,4
37,5	7,6	6,4	6,5	5,5	5,9	5,2

Sumber : *Jackson dan Dhir (1983)*

3.7 Serat (*fiber*)

Dalam penelitian ini menggunakan bahan tambah serat (*fiber*) dari serat buah Pinang. Pohon pinang adalah sejenis palem-paleman yang tumbuh di daerah Pasifik, Asia dan Afrika bagian timur. Tanaman ini berukuran sedang, tumbuh hingga

setinggi 20 m dengan diameter batang sekitar 20-30 cm. Adapun unsur yang terkandung dalam buah pinang adalah zat *arecaine* dan *arecoline*, sejenis alkaloid yang serupa dengan nikotin, zat lain yang dikandung buah ini antara lain *arecaidine*, *arecolidine*, *guracine* (*guacine*), *guvacoline* dan beberapa unsur lainnya (Anonim, 2006).

Beton yang diberi bahan tambah serat (*fiber*) disebut beton serat (*fibre reinforce concrete*). Karena ditambah serat, maka menjadi suatu bahan komposit, yaitu beton dan serat. Serat dapat berupa asbestos, gelas/kaca, plastic, baja, atau serat tumbuh-tumbuhan (rami, ijuk, kelapa, bambu dan serat pinang). Maksud utama penambahan serat kedalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik beton yang sangat rendah mengakibatkan beton mudah retak. Yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak dan tahan benturan jika masalah penyerapan energi diperlukan. Perlu diingat bahwa penambahan serat (*fiber*) tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas.

Serat (*fiber*) yang dibuat dari *polypropylene*, *nylon*, atau tumbuhan, karena modulus elastisitasnya yang rendah maka tampaknya kurang efektif dalam mengurangi retak, namun dapat menambah ketahanan terhadap benturan. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995)

3.8 Perencanaan Campuran Beton

Dalam penelitian kali ini digunakan metode "*The British Mix Design Method*" atau lebih dikenal di Indonesia dengan cara *DOE (Department of Environment)*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari (f_c')

Kuat tekan beton ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan strukturnya dan kondisi setempat dilapangan. Kuat beton yang disyaratkan adalah kuat tekan kemungkinan lebih rendah hanya 5% saja dari nilai tersebut.

- b. Menetapkan nilai deviasi standar (sd)

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya, makin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standar.

1. Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 buah benda uji, maka nilai deviasi standar diambil dari tingkat pengendalian mutu pekerjaan seperti tabel 3.7 di bawah ini :

Tabel 3.7 Tingkat Pengendalian Pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	Sd (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

2. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa minimal 30 buah silinder yang diuji kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka jumlah data dikoreksi terhadap faktor pengali deviasi standar (tabel 3.8)

Tabel 3.8 Faktor Modifikasi Simpangan Baku

Jumlah Sampel	Faktor pengali deviasi standar
>30	1,00
25	1,03
20	1,08
≤15	1,16

- c. Menghitung nilai tambah margin (M)

$$M = K \cdot S_d \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

M = nilai tambah

K = 1,64

S_d = standar deviasi

Tabel 3.9 Nilai Deviasi Standar (kg/cm²)

Volume Pekerjaan (m ³)	Mutu Pekerjaan		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil < 1000	45 < S < 55	55 < S < 65	65 < S < 85
Sedang 1000 – 3000	35 < S < 45	45 < S < 55	55 < S < 75
Besar > 3000	25 < S < 45	35 < S < 45	45 < S < 65

d. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

$$f'_{cr} = f'_c + M \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan

M = nilai tambah

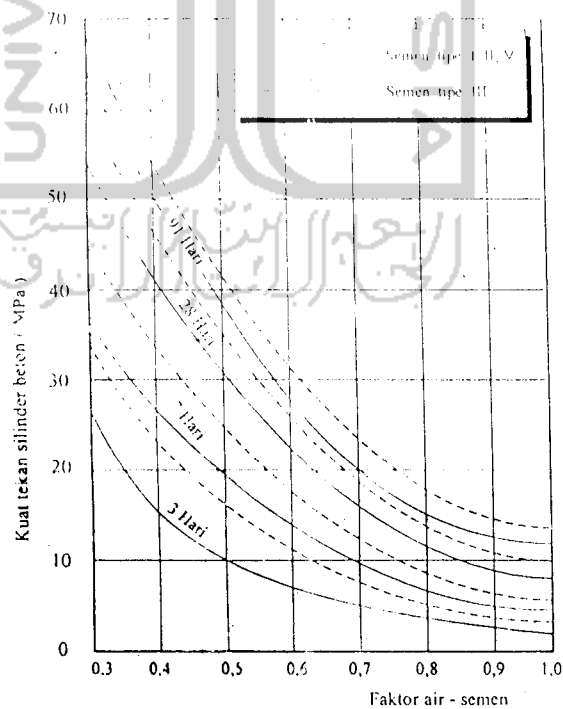
e. Menetapkan jenis semen

f. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)

g. Menetapkan faktor air semen

Cara menetapkan faktor air semen diperoleh dari nilai terendah ketiga cara.

Cara Pertama:



Gambar 3.1 Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Tekan Rata-Rata

Misal, kuat tekan silinder ($f'_{cr} = 32 \text{ MPa}$) dan pada saat umur beton 28 hari. Jenis semen tipe I atau garis utuh. Caranya tarik garis lurus dan memotong 28 hari didapatkan faktor air semen (Gambar 3.1)

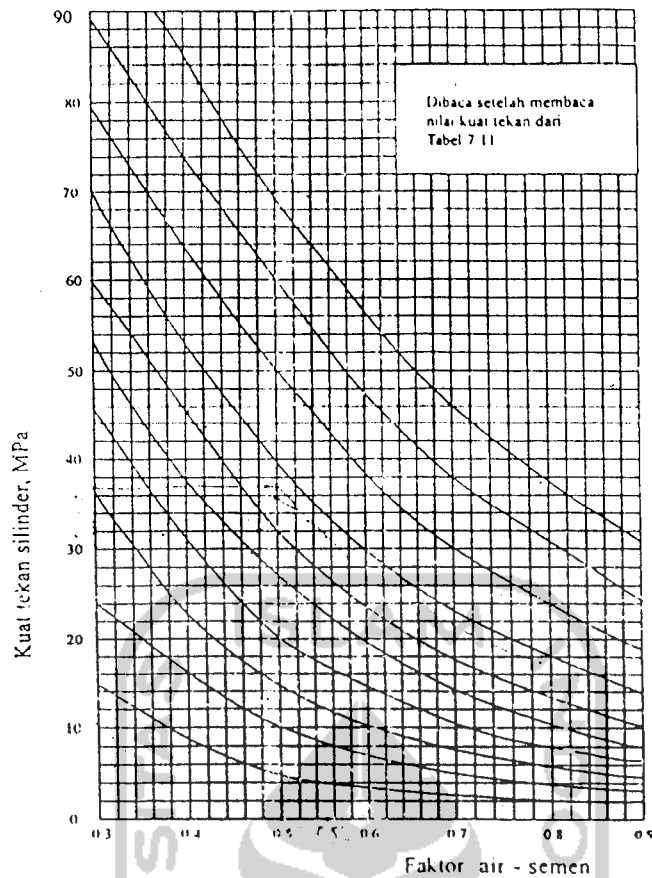
Cara Kedua

Diketahui jenis semen I, Jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka gunakan tabel 3.9 nilai kuat tekan beton.

Tabel 3.10 Nilai Kuat Tekan Beton

Jenis semen	Jenis agregat kasar(kerikil)	Umur Beton			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
IV	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Dari tabel di atas diperoleh nilai kuat tekan = 37 Mpa, yaitu jenis semen I, kerikil batu pecah dan umur beton 28 hari. Kemudian, dengan faktor air semen 0,5 dan $f'_{cr} = 37 \text{ Mpa}$, digunakan grafik penentuan faktor air semen dibawah ini. Caranya, tarik garis ke kanan mendatar 37, tarik garis ke atas 0,5 dan berpotongan pada titik A. Buat garis putus-putus dimulai dari titik A ke atas dan ke bawah melengkung seperti garis yang di atas dan di bawahnya.



Gambar 3.2. Grafik mencari faktor air semen

Cara Ketiga :

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembetonan dan lengkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air. Dengan cara ini diperoleh :

1. Untuk pembetonan di dalam ruang bangunan dan keadaan keliling non korosif = 0,60.
2. Untuk beton yang berhubungan dengan air tanah, dengan jenis semen tipe I tanpa pozzolan untuk tanah mengandung SO_3 antara 0,3 – 1,2 maka FAS yang diperoleh = 0,50.
3. Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50.

Dari ketiga cara di atas ambil nilai yang terendah.

- h. Menetapkan faktor air semen maksimum

Cara ini didapat dari ketiga cara di atas ambil nilai faktor air semen yang terbesar.

i. Menetapkan nilai slump

Nilai slump didapat sesuai dari pemakaian beton, hal ini dapat diketahui dari tabel 3.10 :

Tabel 3.11 Penetapan Nilai Slump (cm)

Pemakaian Beton	maks	min
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Pondasi telapak tidak bertulang koison, struktur dibawah tanah	9.0	2.5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15.0	7.5
Pengerasan jalan	7.5	5.0
Pembetonan masal	7.5	2.5

j. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum (kerikil).

k. Menetapkan jumlah kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik beton digunakan tabel di bawah ini dan dilanjutkan dengan perhitungan :

Tabel 3.12 Kebutuhan Air per meter Kubik Beton

Besar ukuran maks kerikil (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Dalam tabel di atas, bila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai memiliki jenis yang berbeda (Alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k \dots\dots\dots(3.5)$$

Dengan : A = jumlah air yang dibutuhkan, liter/m³

A_h = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya

A_k = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya

l. Menetapkan kebutuhan semen

Berat semen per meter kubik dihitung dengan =

$\frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan (langkah 11)}}{\text{Faktor air semen maksimum (langkah 28)}}$

m. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan berdasar tabel di bawah ini :

Tabel 3.13 Kebutuhan Semen Minimum

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen min.	
		Ukuran maks agregat(mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe	280	300
Air payau	Tipe + pozolan (15-40%)	340	380
	atau S.P pozolan tipe II dan V	290	330
Air laut	Tipe II dan V	330	370

n. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Untuk menetapkan kebutuhan semen, lihat langkah 12, (kebutuhan semen dan kebutuhan semen minimumnya), maka yang dipakai harga terbesar diantara keduanya.

o. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

Jika jumlah semen pada langkah 13 dan 14 berubah, maka faktor air semen berubah yang ditetapkan dengan :

1. Jika akan menurunkan faktor air semen, maka faktor air semen dihitung lagi dengan cara jumlah air dibagi jumlah semen minimum.
2. Jika akan menaikkan jumlah air lakukan dengan cara jumlah semen minimum dikalikan faktor air semen.

p. Menentukan golongan pasir

Golongan pasir ditentukan dengan cara menghitung hasil ayakan hingga dapat ditemukan golongannya.

q. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.

r. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

1. Jika tidak ada data, maka agregat alami (pasir) diambil 2,7 dan untuk kerikil (pecahan) diambil 2,7.
2. Jika mempunyai data, dihitung dengan rumus :

$$B_j \text{ campuran} = (P/100) \times B_j \text{ pasir} + (K/100) \times B_j \text{ kerikil} \dots (3.6)$$

diketahui : $B_j \text{ campuran}$ = berat jenis campuran

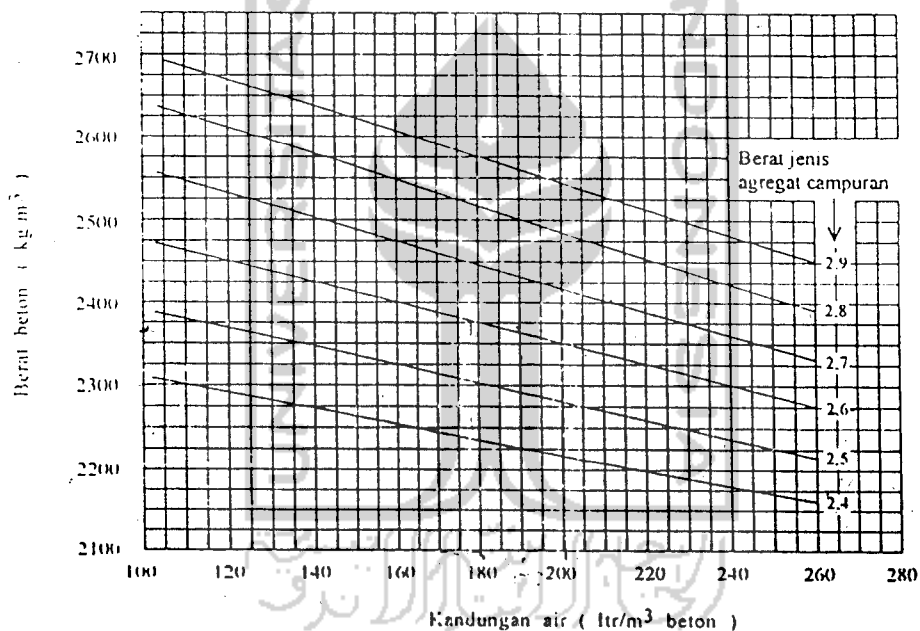


P = persentase pasir terhadap agregat campuran

K = persentase kerikil terhadap agregat campuran

s. Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan kedalam grafik beton di bawah ini:



Gambar 3.3 Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton

Misalnya, jika berat jenis campuran 2,6.

kebutuhan air tiap meter kubik = 219

Caranya, tentukan angka 219 dan tarik garis keatas memotong garis berat jenis 2,6 dan tarik garis ke kiri, dan temukan berat jenis betonnya 2325 kg/m³.

- t. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} + \text{berat kerikil} &= \text{berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen} \\ &= \text{langkah 19} - \text{langkah 11} - \text{langkah 12} \dots (3.7) \end{aligned}$$

- u. Menentukan kebutuhan pasir

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan pasir} &= \text{kebutuhan pasir dan kerikil} \times \text{persentase berat pasir} \\ &= \text{langkah 20} \times \text{langkah 17} \end{aligned}$$

- v. Menentukan kebutuhan kerikil

$$\text{Kebutuhan kerikil} = \text{kebutuhan pasir dan kerikil} - \text{kebutuhan pasir.}$$

3.9 Pengadukan Beton

Untuk mencapai mutu beton yang baik maka bahan-bahan penyusun beton yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus yang kemudian diikat dengan semen lalu berinteraksi dengan air sebagai bahan perekat, harus dicampur dan di aduk dengan benar dan rata. Pengadukan beton dapat dilakukan dengan cara :

- a. Tangan, dilakukan bila jumlah beton yang dibuat sedikit, dan tidak diinginkan suara berisik yang ditimbulkan oleh mesin.
- b. Mesin, dilakukan bila jumlah beton yang dibuat dalam jumlah yang banyak. Lamanya waktu pengadukan tergantung pada kapasitas isi mesin pengaduk, jumlah adukan, jenis serta susunan butir bahan susun, dan slump beton, pada umumnya tidak kurang dari 1,5 menit semenjak dimulainya pengadukan, dan hasil adukannya menunjukkan susunan dan warna yang merata.

3.10 Perawatan Beton

Menurut *Nawy (1985)* Kondisi perawatan yang baik dapat dicapai dengan menggunakan salah satu metode dibawah ini:

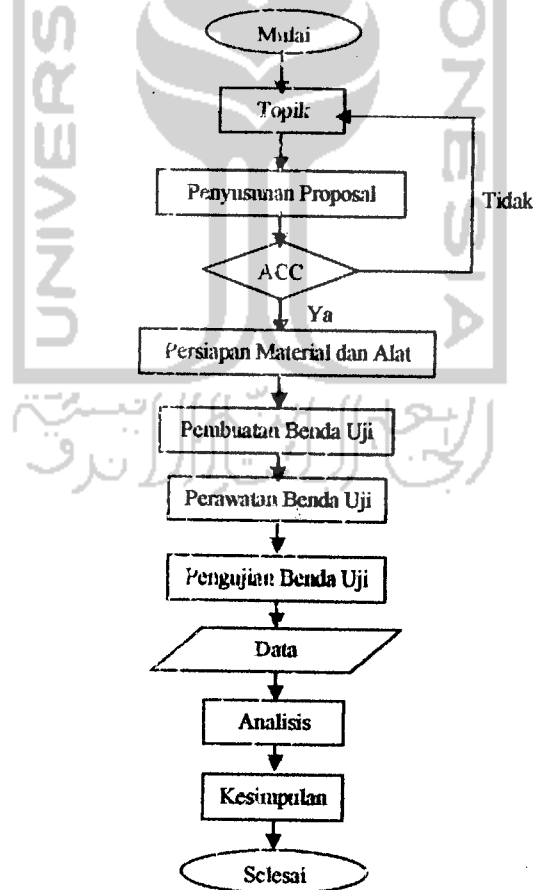
1. Beton dibasahi terus menerus dengan air,
2. Beton direndam didalam air,
3. Beton dilindungi dengan karung basah, *film plastic*, atau kertas perawatan tahan air,
4. Dengan menggunakan perawatan gabungan acuan-membran cair untuk mempertahankan uap air semula dari beton basah,
5. Perawatan uap untuk beton yang dihasilkan dan kondisi pabrik, seperti pipa dan balok pracetak, dan tiang atau girder pracetak. Temperatur perawatan uap ini sekitar 150°F. Lamanya perawatan biasanya 1 hari, sementara kalau menggunakan cara lain sekitar 5 sampai 7 hari.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian adalah ilmu yang mempelajari cara-cara melakukan pengamatan dengan melalui tahapan yang disusun secara alamiah untuk mencari, menyusun serta menganalisis dan menyimpulkan data (Narbuko dan Achmadi, 2003). Urutan pelaksanaan penelitian seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 4.1 *Flowchart Pelaksanaan Penelitian*

4.2 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan bahan-bahan sebagai berikut ini.

4.2.1 Semen

Semen sebagai bahan pengikat adukan beton, dalam penelitian ini menggunakan semen Portland merk Gresik Tipe 1 50 kg. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap kemasan kantong 50 kg, tertutup rapat, bahan butirannya halus serta tidak terjadi pengumpulan.

4.2.2 Agregat

Terdapat dua macam agregat yang digunakan, yaitu:

1. Agregat halus, digunakan pasir yang berasal dari lereng Gunung Merapi, Pengamatan yang nampak adalah butirannya agak kasar dan tidak teratur. Dalam penelitian ini pasir disyaratkan lolos saringan 4,8 ; 2,4 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 dan 0,15 mm. Pada saat digunakan pasir harus dalam keadaan jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*).
2. Agregat kasar, digunakan kerikil yang berasal dari Celereng, memiliki cirri-ciri sudut-sudutnya yang tajam dan permukaan relatif kasar. pada proses persiapan kerikil diayak untuk memperoleh ukuran yang diinginkan. Dalam penelitian ini dipakai kerikil dengan diameter 20 mm. Pada saat pengadukan, kerikil harus berada dalam keadaan jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*).

4.2.3 Air

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

dilakukan secara visual dari penampakkannya yaitu jernih, tidak berbau, serta dapat dimanfaatkan sebagai air minum.

4.2.4 Serat alami (*natural fibre*)

Dalam penelitian ini menggunakan serat dari buah pinang yang sudah masak atau menguning, panjang serat 50 mm. Buah pinang tersebut diambil dari Jambi. Pada proses pemisahan serabut dari bijinya dilakukan dengan cara membelah biji pinang lalu mengeluarkan isi dalamnya, setelah itu dilakukan penjemuran \pm 7 hari. Proses selanjutnya adalah menyisir serabut dengan tujuan agar serat terpisah-pisah. Variasi penambahan serat buah Pinang adalah 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75% dan 1% dari volume beton.

4.3 Peralatan Pengujian

Dalam penelitian ini digunakan beberapa peralatan sebagai prasarana dalam mencapai maksud dan tujuan penelitian ini, yaitu.

4.3.1 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 ; 0,3 dan 0,15 mm. Sedangkan untuk memisahkan butiran kerikil dengan butir maksimum 20 mm adalah 40; 20; 10; dan 4,8 mm.

4.3.2 Timbangan

Timbangan yang dipakai adalah merk "*Fagani*" dengan kapasitas 150 kg dengan ketelitian 0,1 kg dan merk "*Ohaus*" kapasitas 20 kg dan 5 kg dengan

ketelitian 0,1 gram, digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

4.3.3 Mistar dan Kaliper

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

4.3.4 Mesin Adukan Beton

Mesin adukan beton (*mixer*) digunakan untuk mengaduk bahan susun campuran beton (semen, pasir, kerikil dan air) serta bahan tambah berupa serat buah Pinang sehingga diperoleh campuran adukan beton yang homogen.

4.3.5 Cetok dan Talam Baja

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

4.3.6 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 baja untuk menambuk adukan yang telah dimasukkan kedalam cetakan, dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm.

4.3.7 Mesin Uji Kuat Desak

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

dilakukan dengan meletakkan silinder secara vertical dan kemudian ditekan dari atas, luas bidang tekan adalah luas alas selinder tersebut.

4.3.8 Cetakan Benda Uji

Cetakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dan balok dengan ukuran lebar 10 cm, tinggi 10 cm dan panjang 50 cm.

4.4 Pelaksanaan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini ditempuh langkah-langkah sebagai berikut

4.4.1 Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pengujian sifat-sifat teknis bahan susun beton (semen, pasir, kerikil dan air), perancangan adukan beton.

a. Uji Agregat halus (pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan berat volume pasir dalam keadaan jenuh permukaan (*saturated surface dry*).

b. Uji Agregat Kasar (kerikil)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan berat volume kerikil keadaan jenuh permukaan (*saturated surface dry*).

c. Perencanaan Campuran Adukan Beton.

Komposisi material yang digunakan dalam campuran adukan beton ini didapatkan dengan menggunakan metode DOE.

4.4.2 Perencanaan Perhitungan Campuran Beton (Mix Design)

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*), yaitu :

$f'c$	= 25 MPa
Jenis semen	= biasa
Jenis kerikil	= batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	= 20 mm
Berat jenis kerikil	= 2,68 t/m ³
Nilai slump	= 100 mm (10 ± 2 cm)
Jenis pasir	= agak kasar (golongan 2)
Berat jenis pasir	= 2,66 t/m ³
Jenis serat alami	= Serat buah Pinang
Berat jenis serat	= 1,14 t/m ²

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari yaitu $f'c = 25$ MPa
2. Penetapan nilai deviasi standar (S) = 4,2 MPa
3. Perhitungan nilai tambah (M) = $1,64 \times 4,2 \times 1,16 = 7,990 \approx 8$ MPa
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= f'c + M \\
 &= 25 + 8 \\
 &= 33 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

5. Menetapkan jenis semen = tipe I

6. Menetapkan jenis agregat

Digunakan jenis kerikil batu pecah

7. Menetapkan faktor air semen (dari Gb.7.8.) = 0,48

8. Faktor air semen maksimum (Tabel.7.12.) = 0,60

→ Dipakai f.a.s yang rendah = 0,48

9. Menetapkan nilai slump (Tabel.7.13.) = 100 mm (sudah ditentukan)

10. Menetapkan kebutuhan air (Tabel. 7.14)

$$= 0,67 \times 225 + 0,33 \times 225 = 225 \text{ liter}$$

11. Menentukan kebutuhan semen

$$= \text{air/faktor air semen}$$

$$= \frac{225}{0,48} = 468,75 \text{ kg dipakai } 469 \text{ kg}$$

12. Kebutuhan semen minimum (Tabel.7.15.) = 275

→ Dipakai semen (diambil yang terbesar) = 469 kg

13. Perbandingan campuran pasir dan kerikil (Gb.7.10.b) = 42% dan 58%

14. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

$$= \frac{42}{100} \times 2,66 + \frac{58}{100} \times 2,68 = 2,672$$

15. Menentukan berat jenis beton (Gb.7.11.) = 2360 kg/m³

16. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$= 2360 - 225 - 469 = 1666 \text{ kg}$$

17. Menentukan kebutuhan pasir

$$= 42\% \times 1666 = 699,72 \text{ kg dibulatkan } 700 \text{ kg}$$

18. Menentukan kebutuhan kerikil

$$= 1666 - 700 = 966 \text{ kg}$$

Kesimpulan :

Untuk 1 m³ beton dibutuhkan :

a. air = 225 liter

b. semen = 469 kg (9,38 zak ukuran 50 kg)

c. pasir = 700 kg

d. kerikil = 966 kg

Volume 30 selinder = $30 \times 0,25 \times 3,14 \times (0,10)^2 \times 0,20 = 0,047 \text{ m}^3$

Volume 15 balok = $15 \times 0,10 \times 0,10 \times 0,50 = 0,075 \text{ m}^3 +$

Volume Total = $0,122 \text{ m}^3$

Angka keamanan = 20 %

Untuk 0.122 m³ beton dibutuhkan:

Air = $1,20 \times 0,122 \times 225 = 32,9 \text{ liter}$

Semen = $1,20 \times 0,122 \times 469 = 68,7 \text{ kg}$

Pasir = $1,20 \times 0,122 \times 700 = 102,5 \text{ kg}$

Kerikil = $1,20 \times 0,122 \times 966 = 141,4 \text{ kg}$

Penambahan serat Buah Pinang dalam 0.122 m³ beton

a. Beton serat 0% = $0\% \times 0,122 = 0 \text{ m}^3$

b. Beton serat 0,25% = $0,25\% \times 0,122 = 0,000305 \text{ m}^3$

c. Beton serat 0,50% = $0,50\% \times 0,122 = 0,00061 \text{ m}^3$

- d. Beton serat 0,75% $0,75\% \times 0,122 = 0,000915 \text{ m}^3$
- e. Beton serat 1,00% $= 1,00\% \times 0,122 = 0,00122 \text{ m}^3$

4.4.3 Pembuatan benda Uji

Jumlah pengambilan contoh beton untuk uji tekan dari setiap mutu beton yang dituangkan pada suatu hari harus diambil tidak kurang dari satu kali, dengan benda uji berpasangan. (PB, 1989: 23)

Berdasarkan kriteria volume suatu pekerjaan, jumlah volume total dari pelaksanaan pengujian akan memberikan contoh uji yang kurang dari lima, maka pengujian berdasarkan ketentuan dari tabel 4.1

Tabel 4.1 Banyaknya Pengambilan Contoh Uji

Jumlah pembuatan benda uji	Benda uji dari satu adukan dipilih acak yang mewakili suatu volume rata-rata yang tidak lebih dari (diambil volume terkecil)		
	10 m ³ atau 10 adukan atau 2 <i>truck drum</i>	20 m ³ atau 20 adukan atau 5 <i>truck drum</i>	50 m ³ atau 50 adukan atau 10 <i>truck drum</i>
Jumlah maksimum dari beton yang dapat terkena penolakan akibat setiap satu keputusan.	30 m ³	60 m ³	150 m ³

Sumber: Tabel 4.7.1.2 PB (Draft). 1989

Beton yang dirancang dengan komposisi bahan material yang telah ditentukan harus disertai dengan pelaksanaan yang baik agar menghasilkan beton yang sesuai dengan kekuatan yang telah direncanakan. Pada beton dengan campuran bahan tambah ini pelaksanaan dan bahan merupakan bagian yang sangat menentukan,

karena akan mempengaruhi kekuatan beton. Oleh karena itu perlu diperhatikan proses pelaksanaan pembuatan beton yang akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Bahan dan alat yang akan digunakan disiapkan terlebih dahulu agar dalam pelaksanaan nanti tidak terjadi pencarian yang akan mengakibatkan keterlambatan, sebab dalam pengadukan beton tidak boleh berhenti sampai beton masuk kedalam cetakan agar beton tidak mengering. Adapun bahan dan alatnya sebagaimana yang telah disebutkan diatas.

b. Cara pembuatan benda uji (*SK SNI M-62-1990-03*)

1. Penempatan cetakan

Tempatkan cetakan dekat dengan penyimpanan awal dimana benda uji akan disimpan selama 24 jam. Apabila pencetakan benda uji tidak dapat dikerjakan dekat tempat penyimpanan awal, benda uji tersebut harus dipindahkan segera setelah dibentuk. Cetakan ditempatkan pada tempat yang permukaannya rata, keras, bebas dari getaran dan gangguan lainnya. permukaan benda uji harus dihindari dari benturan, jungkitan dan goresan pada saat pemindahan ketempat penyimpanan/perawatan.

2. Pencetakan

Masukan adukan beton bersamaan dengan bahan tambah sesuai dengan variasi masing-masing kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk, sendok bahan atau sekop. setiap pengambilan adukan dari wadah harus dapat mewakili dari campuran tersebut. Apabila diperlukan campuran beton diaduk kembali dengan menggunakan sendok aduk agar

tidak terjadi segregasi selama pencetakan benda uji. Sekop atau sendok aduk diletakkan dibawah permukaan bagian atas cetakan dimana adukan beton akan dituangkan, untuk menjamin distribusi atau mengurangi segregasi agregat kasar pada cetakan. Selanjutnya beton diratakan dengan menggunakan alat perusuk terlebih dahulu untuk pemadatan awal. pada lapisan akhir, ditambah adukan beton sampai melebihi permukaan cetakan agar tidak perlu ditambah kembali setelah beton dipadatkan.

Untuk memudahkan identifikasi masing-masing sample diberi kode yang dapat dilihat dalam tabel 4.1

Tabel 4.2 Pengkodean Benda Uji

Kode	Jumlah sampel		Serat Pinang (%)	Umur (hari)
	Silinder	Balok		
BN	6	3	0,00	28
BS 0,25%	6	3	0,25	28
BS 0,50%	6	3	0,50	28
BS 0,75%	6	3	0,75	28
BS 1,00%	6	3	1,00	28
Jumlah	30	15	2,50	

4.4.4 Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan untuk mengontrol workability yang diinginkan berdasarkan nilai slump yang telah direncanakan yaitu 100 mm.

1. Alat yang digunakan :

- a. Kerucut Abrams berukuran tinggi 300 mm, diameter atas 100 mm dan diameter bawah 200 mm,
 - b. Penumbuk dengan diameter 16 mm,
 - c. Mistar,
 - d. Timbangan,
 - e. Tempat pengaduk beton,
 - f. Cetok dan sekop.
2. Cara pengujian (*SK SNI M – 12 1989 – 1*) antara lain:
- a. Keluarkan adukan dari molen,
 - b. Masukkan adukan beton kedalam kerucut *Abrams* sepertiga tinggi dan tumbuk sebanyak 25 kali,
 - c. Masukkan lagi adukan beton setinggi $2/3$ kerucut *Abrams* dan tumbuk lagi menggunakan penumbuk sebanyak 25 kali, kemudian masukkan adukan sampai penuh dan ulangi tumbukkan dengan jumlah yang sama,
 - d. Diamkan sebentar, lalu angkat kerucut *Abrams* dengan arah tegak lurus bidang datar dan letakkan disebelah adukan yang telah dicetak tadi,
 - e. Ukur slump dengan memakai mistar dari permukaan adukan yang paling tinggi sampai sejajar kerucut *Abrams*,
 - f. Lakukan sampai tercapai nilai slump yang diinginkan.

4.4.5 Perawatan Beton

Perawatan dapat diartikan sebagai kegiatan yang bertujuan agar struktur tetap atau mempunyai keadaan baik. Untuk menghasilkan beton yang baik, proses hidrasi

yang terjadi harus diusahakan berlangsung secara kontinyu tanpa hambatan sejak awal penuangan beton sampai pengerasan beton.

Tujuan dari perawatan beton adalah:

1. Untuk melindungi permukaan beton dari pengaruh sinar matahari, angin, hujan lebat dan lain-lain,
2. untuk melindungi beton terhadap adanya benturan dan beban yang berlebihan sebelum beton tersebut belum benar-benar mengeras,
3. Untuk melindungi beton selama dalam pengerasan agar suhunya selalu sesuai, dengan menambalkan air dalam jumlah yang cukup selama masih dalam proses pengerasan,
4. Untuk menghindari kehilangan zat cair yang banyak ketika pengerasan beton pada jam-jam awal,
5. Untuk menghindari penguapan air dari beton pada hari pertama pengerasan beton secara berlebihan,
6. Untuk menghindari perbedaan temperatur dalam beton yang mengakibatkan retak pada beton.

4.4.6 Pelaksanaan Pengujian

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada umur yang telah ditentukan yaitu 28 hari untuk setiap variasi adukan masing-masing 6 selinder dan 3 balok beton. Setelah silinder beton direndam dalam air selama 28 hari. tinggi dan diameternya diukur, ditimbang beratnya, kemudian diletakkan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak.

1. Alat yang digunakan:
 - a. Timbangan merk *Ohaus* kapasitas 20 kg,
 - b. Kaliper,
 - c. Alat desak beton merk *Controls*.
2. Cara pengujian (*SK SNI M -- 14 -- 1989 -- F*) antara lain:
 - a. Mengeluarkan silinder beton sehari sebelum pengujian dari rendaman untuk diangin-anginkan,
 - b. Mengukur dimensi silinder beton menggunakan kaliper,
 - c. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara simetris,
 - d. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar 2 sampai 4 kg/cm² per detik.

4.4.7 Pengujian Desak Beton

Setelah beton berumur 28 hari, dilakukan uji desak. Beton tersebut diangkat dari rendaman air selama 2 hari sebelum beton mencapai umur yang ditetapkan untuk mendapatkan nilai berat kering beton tersebut yang diikuti dengan pengukuran benda uji. Pengujian desak beton dilakukan dilaboratorium bahan konstruksi teknik, FTSP, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta. Data yang diambil pada pengujian desak adalah beban maksimum beton.

Kuat desak beton dapat diketahui dengan cara membagi beban maksimum yang dicapai dengan luasan permukaan bagian yang didesak, secara matematis dapat ditulis

$$f_c = \frac{P}{A} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana : f_c = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban Maksimum (KN)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

4.4.8 Pengujian Regangan

Pengujian dilakukan pada beton umur 28 hari. Dalam pengujian diamati besarnya perubahan panjang yang terjadi pada sampel benda uji, sebelum dan sesudah dilakukan pembebanan. Besarnya nilai regangan yang terjadi dapat diketahui dari perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan pembebanan. Pengujian ini nantinya akan digunakan untuk mengetahui besarnya nilai modulus elastisitas bahan yang didapat dari kurva tegangan regangan. Modulus Elastisitas bahan adalah garis singgung dari kurva tegangan regangan pada titik pusatnya dengan satu harga tegangan.

Berikut adalah rumus modulus elastisitas tersaji dibawah ini:

$$E_c = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} \dots\dots\dots(4.2)$$

dimana,

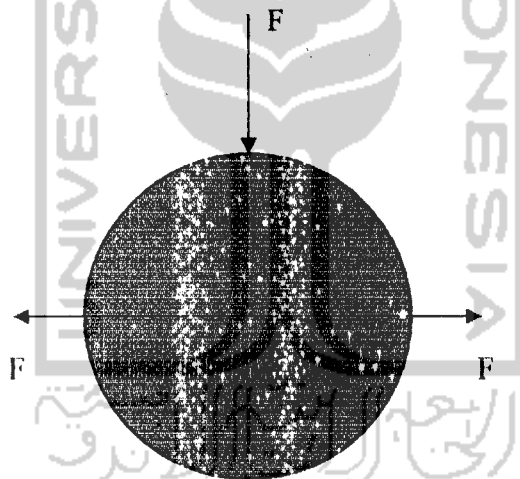
E_c = Modulus Elastisitas

σ_p = Tegangan plastis

ϵ_p = Regangan plastis

4.4.9 Pengujian Kuat Tarik

Untuk pengujian kuat tarik dilakukan dengan menggunakan uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*). Benda uji silinder diletakan pada alat uji dalam posisi rebah. Beban vertikal diberikan sepanjang selimut silinder berangsur-angsur dinaikan pembebanannya dengan kecepatan 265 KN/menit hingga dicapai nilai maksimum dan silinder terbelah oleh karena beban tarik horizontal. Kuat tarik dihitung berdasarkan formula *Method for Determation of Tensile Splitting (British Standard Institution, 1983)* sebagai mana tersaji dalam rumus dibawah ini :



Gambar 4.2 GambarPengujian Kuat Tarik

$$\sigma_{tr} = \frac{F}{\frac{1}{2} \pi . D . L} \dots\dots\dots(4.3)$$

dimana, $\frac{1}{2} \pi . D$ = Keliling lingkaran

L = Panjang

$\frac{1}{2} \pi . D . L$ = Luas selimut yang diarsir

Sehingga:

$$\sigma_r = \frac{2F}{\pi d} \dots\dots\dots(4.4)$$

Dimana : σ_r : Kuat tarik beton (kg/cm²)

F : Beban Maksimum (kg)

L : Tinggi silinder (cm)

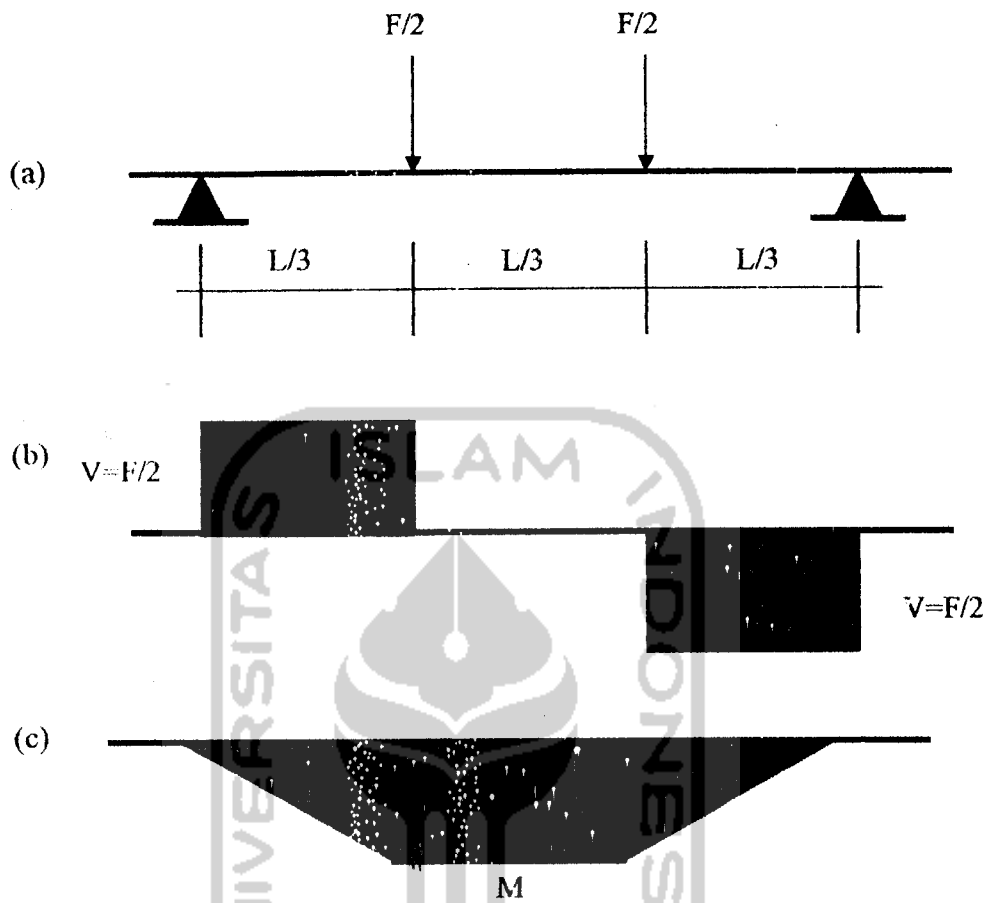
D : Diameter silinder (cm)

Benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian kuat tarik belah ini sebanyak 12 benda uji untuk beton serat dan 3 benda uji untuk beton normal. Benda uji berupa silinder yang mempunyai dimensi tinggi 20 cm dan diameter 10 cm.

4.4.10 Pengujian Kuat Lentur

Benda uji yang dipakai adalah sebuah balok yang memiliki dimensi 10 x 10 x 50 (cm). Balok diletakan diantara dua tumpuan dimana jarak antar tumpuan sepanjang 30 cm. Dalam pengujian lentur menggunakan dua beban yang simetri yang terletak pada sepertiga bentang, sehingga akan menghasilkan momen lentur konstan diantara dua titik pembebanan dan terjadi tegangan yang maksimum. Dimana keretakan dimulai pada penampang yang tidak kuat. Jika retak-retak terjadi pada permukaan daerah tarik didalam sepetiga bagian dari panjang bentang, hitungan lentur seperti pada rumus (4.9)

Beban dinaikan dengan kecepatan 2000 N/menit. Beban maksimum yang terjadi digunakan sebagai dasar perhitungan kuat lenturnya. Untuk perhitungannya digunakan formula *Method of Flexure Strength (British Standard Intitution, 1983)*.



Gambar 4.3 Gambar Pengujian Kuat Lentur

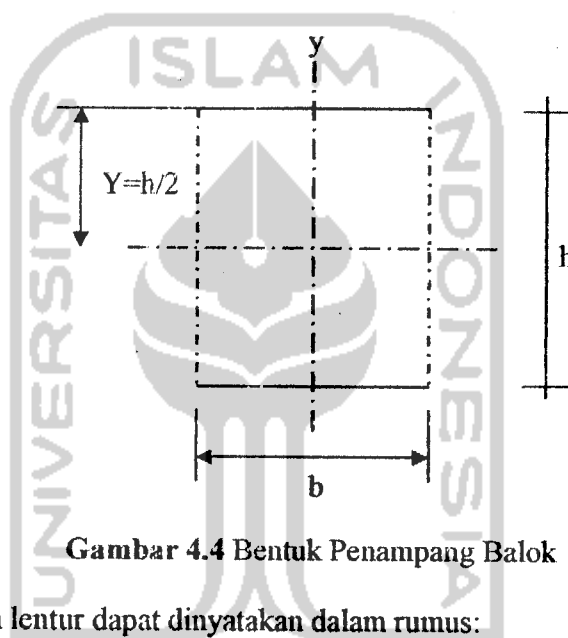
Balok dengan daerah pusat berada dalam keadaan lentur murni

- balok dengan dua buah gaya simetris ($F/2$)
- diagram gaya lintang
- diagram momen

Daerah diantara beban-beban $F/2$ tidak memiliki gaya lintang dan hanya dikenakan momen lentur (M) konstan sebesar:

$$M = \frac{F}{2} \cdot \frac{L}{3} \dots\dots\dots(4.5)$$

Karena itu daerah pusat dari balok ini berada dalam keadaan lentur murni. Daerah-daerah yang panjangnya $L/3$ berada dalam keadaan lentur tak merata karena momen M tidaklah konstan dan terdapat gaya-gaya lintang. Tegangan lentur dalam balok berhubungan dengan momen lentur (M) dan momen inersia (I) dari tampang balok.



Gambar 4.4 Bentuk Penampang Balok

Nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus:

$$\sigma_x = \frac{M \cdot y}{I} \dots\dots\dots(4.6)$$

$$\text{Dimana, } I = \frac{1}{12} \cdot b h^3 \dots\dots\dots(4.7)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (4.5) dan persamaan (4.7) pada persamaan (4.6) maka akan didapat hasil sebagai berikut:

$$\sigma_s = \frac{\left(\frac{FL}{23}\right)\left(\frac{h}{2}\right)}{\frac{1}{12}bh^3} \dots\dots\dots(4.8)$$

$$\sigma_u = \frac{F}{b} \frac{l}{h^2} \dots\dots\dots(4.9)$$

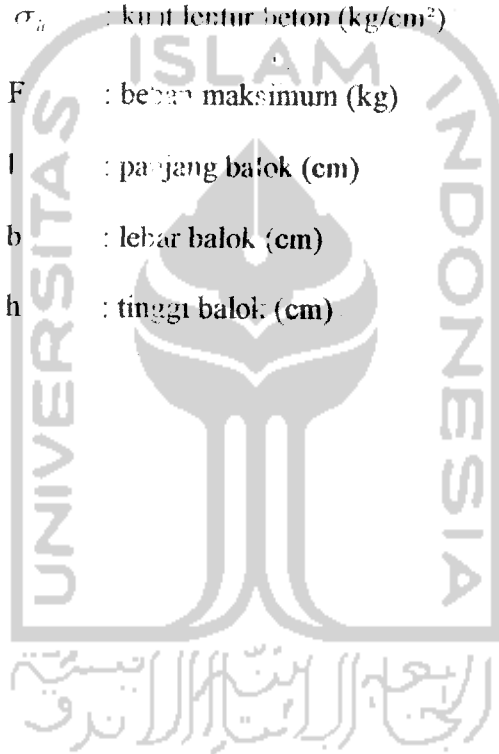
Dimana, σ_u : kuat lentur beton (kg/cm²)

F : beban maksimum (kg)

l : panjang balok (cm)

b : lebar balok (cm)

h : tinggi balok (cm)



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton

Hasil pengujian kuat desak beton terhadap benda uji, baik beton normal maupun beton dengan penambahan serat buah Pinang disajikan dalam tabel-tabel berikut:

Tabel 5.1 Data Pengujian Kuat Desak Beton

Id Sampel	Umur (Hari)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Berat Volume (gr/cm ³)	Beban Maksimum (kN)	Faktor konversi	Kuat Desak f _c (MPa)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3N - 1	28	10,200	19,900	4,000	81,671	2,451	223,7	1,04	28,4804
3N - 2	28	10,200	20,000	4,000	81,671	2,449	221,2	1,04	28,1689
3N - 3	28	10,200	20,000	4,000	81,671	2,449	219,6	1,04	27,9612
0,25% - 1	28	10,200	19,940	3,960	81,671	2,432	230,8	1,04	29,3891
0,25% - 2	28	10,200	19,980	4,000	81,671	2,451	244,7	1,04	31,1568
0,25% - 3	28	10,200	19,955	3,970	81,671	2,436	235,9	1,04	30,0391
0,50% - 1	28	10,200	20,000	3,985	81,671	2,440	263,5	1,04	33,5560
0,50% - 2	28	10,200	20,000	3,980	81,671	2,437	247,2	1,04	31,4790
0,50% - 3	28	10,200	19,950	3,955	81,671	2,427	269,0	1,04	34,2570
0,75% - 1	28	10,200	19,920	3,930	81,671	2,416	260,5	1,04	33,1666
0,75% - 2	28	10,200	19,960	3,930	81,671	2,441	277,3	1,04	35,3100
0,75% - 3	28	10,200	19,988	3,985	81,671	2,441	289,7	1,04	36,8950
1,00% - 1	28	10,200	19,980	3,950	81,671	2,421	265,9	1,04	33,8546
1,00% - 2	28	10,200	20,000	3,960	81,671	2,424	271,7	1,04	34,5945
1,00% - 3	28	10,200	19,900	3,945	81,671	2,427	268,7	1,04	34,2180

Data diatas kemudian dianalisis untuk mendapatkan kuat desak dengan menggunakan rumus (PBI 1971):

$$f_c = f_{cr} - 1,64.1,16.S_d$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (f'_c - f'_{cr})^2}{N-1}}$$

Dengan f_c = Kuat desak sesungguhnya beton (MPa)

f_{cr} = Kuat desak rata-rata benda uji (MPa)

S_d = Standar deviasi (MPa)

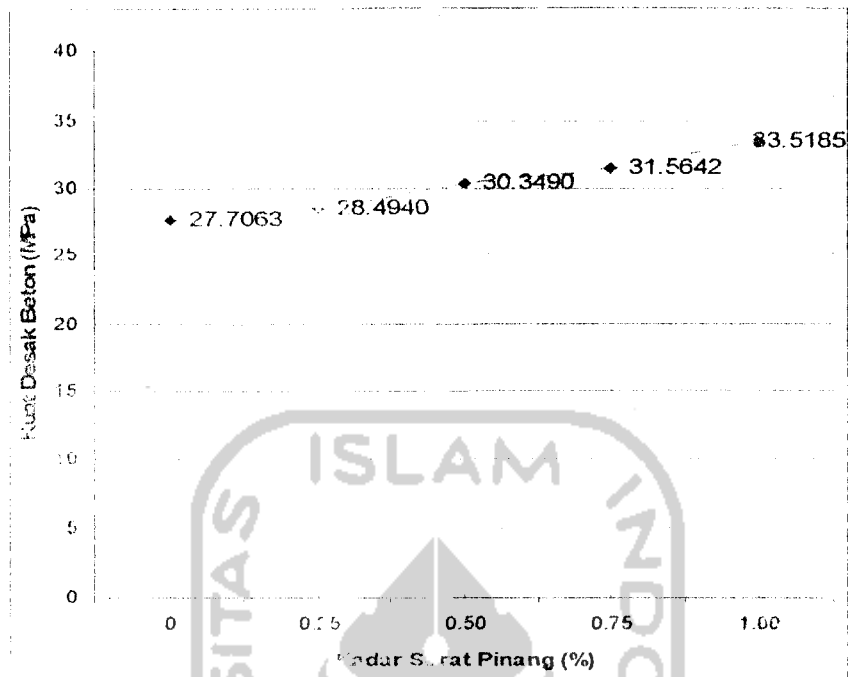
N = Banyak benda uji

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton

Kode Sampel	Umur (Hari)	Kuat Desak MPa	f_c MPa	$(f_c - f_{cr})^2$	$\Sigma(f_c - f_{cr})^2$	sd	f_c MPa
1	2	3	4	5	6	7	8
BN - 1	28	28,4804	28,2635	0,0767	0,1366	0,2613	27,7063
BN - 2	28	28,1689		0,0012			
BN - 3	28	27,9612		0,0587			
BS 0,25% - 1	28	29,3891	30,1950	0,6495	1,5989	0,8941	28,4940
BS 0,25% - 2	28	31,1568		0,9251			
BS 0,25% - 3	28	30,0391		0,9243			
BS 0,50% - 1	28	33,5560	33,0973	0,2104	4,1740	1,4447	30,3490
BS 0,50% - 2	28	31,4790		2,6189			
BS 0,50% - 3	28	34,2570		1,3448			
BS 0,75% - 1	28	33,1666	35,1739	3,8309	7,0025	1,8712	31,5642
BS 0,75% - 2	28	35,3100		0,0346			
BS 0,75% - 3	28	36,8950		3,1369			
BS 1,00% - 1	28	33,8546	34,2224	0,1353	0,2738	0,3700	33,5185
BS 1,00% - 2	28	34,5945		0,1385			
BS 1,00% - 3	28	34,2180		0,0000			

Tabel 5.3 Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Desak Beton pada Umur Beton 28 Hari.

Kadar Serat Pinang (%)	f_{cr} MPa	Kenaikan (%)
0	27,7063	0,0000
0,25	28,4940	2,8431
0,50	30,3490	9,5384
0,75	31,5642	13,9241
1,00	33,5185	20,9780



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan Kuat Desak Beton pada umur 28 hari.



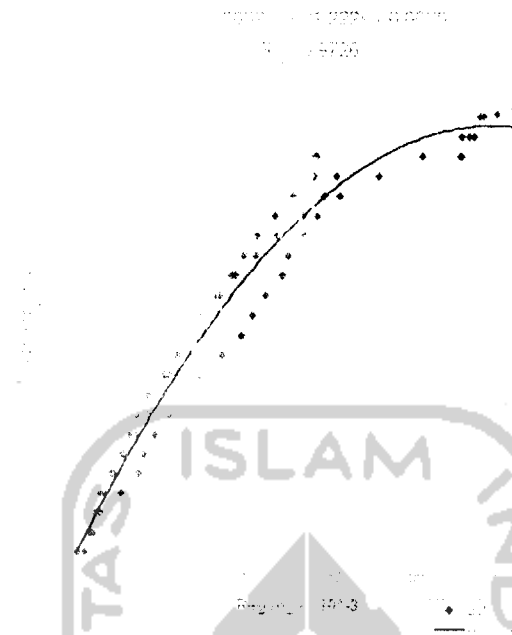
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan % Kenaikan Kuat Desak Beton pada umur 28 hari.

Berdasarkan pada grafik hubungan antara kuat desak beton dengan variasi serat buah Pinang menunjukkan bahwa kuat desak beton mengalami peningkatan seiring dengan penambahan serat. Hal ini disebabkan oleh adanya serat Pinang yang berada pada beton mampu menahan tegangan-tegangan yang terjadi akibat pembebanan. Pada penelitian ini jumlah air yang digunakan adalah tetap untuk setiap campuran, dengan penambahan serat Pinang terhadap beton normal sampai pada variasi serat buah pinang 1% menunjukkan bahwa semakin bertambahnya persentase variasi serat buah Pinang maka kuat desak yang dihasilkan dari benda uji silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm tersebut mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh adanya serat yang berada didalam beton mengakibatkan beton terkekang akibat pembebanan sehingga serat mengalami tarik pada daerah tersebut. Akibatnya kuat desak beton meningkat. Semakin banyak penggunaan serat Pinang dapat menurunkan sifat mudah dikerjakan (*workability*). Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa variasi serat buah Pinang sebesar 1 % merupakan variasi campuran optimum, presentasi kenaikannya sebesar 21,0287% terhadap beton normal. Dari hasil pengujian kuat tekan, benda uji pada beton normal mengalami retak dan ada yang mengalami pecah, sedangkan benda uji pada beton serat buah pinang hanya mengalami retak, hal ini disebabkan oleh adanya serat yang berfungsi sebagai penahan retakan pada beton.

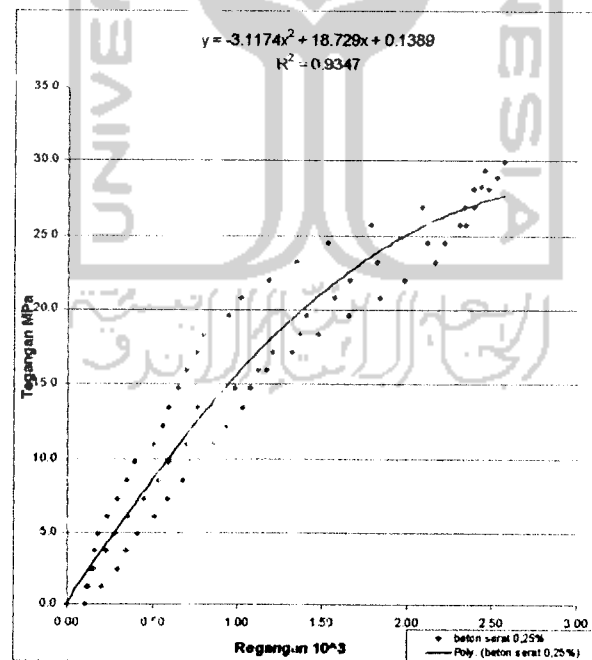
5.1.2 Hasil Pengujian Tegangan Regangan Tekan Beton dan Modulus

Elastisitas

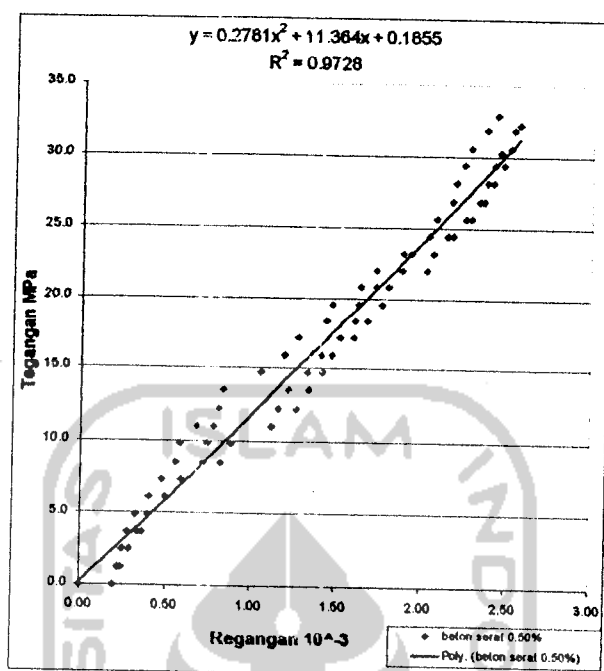
Pengujian tegangan regangan dilakukan pada benda uji beton umur 28 hari, dimana untuk masing-masing variasi sebanyak 3 sampel dan disajikan dalam gambar berikut:



Gambar 5.3 Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Normal 28 hari.

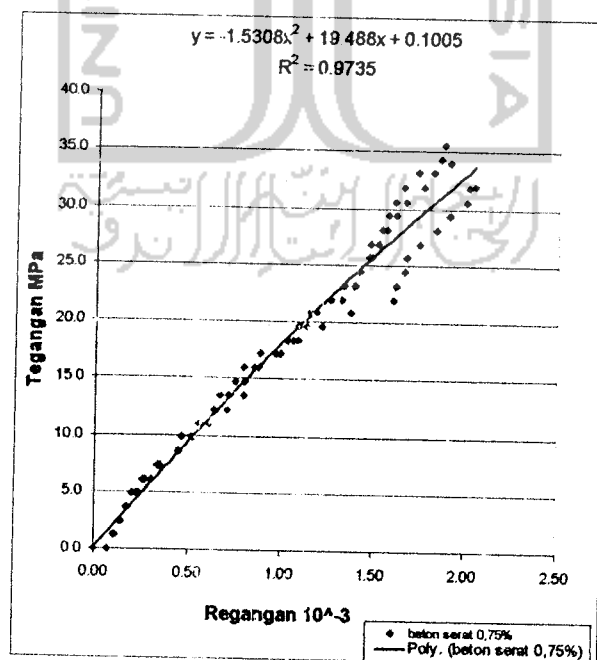


Gambar 5.4 Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Beton Serat Pinang 0,25% pada umur 28 hari.

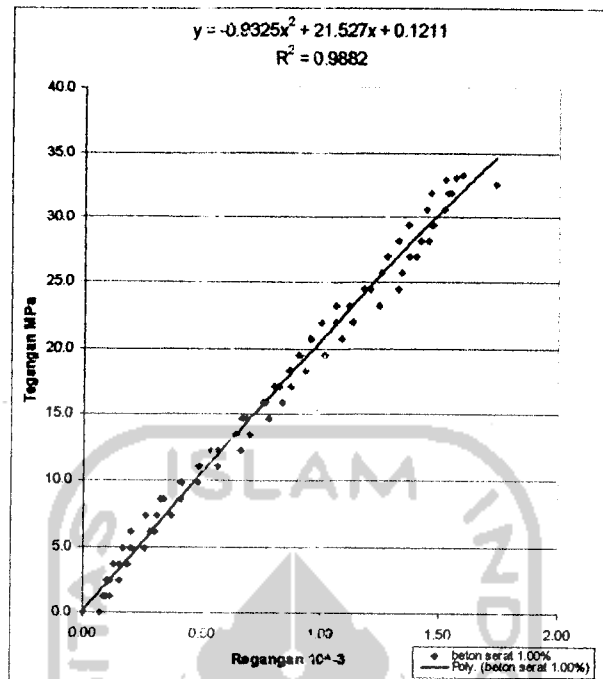


Gambar 5.5

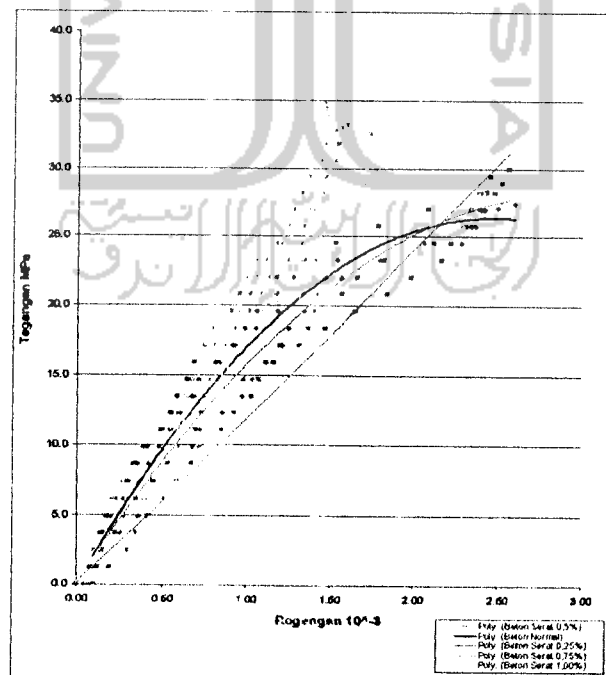
Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Beton Serat Pinang 0,50% pada umur 28 hari.



Gambar 5.6 Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Beton Serat Pinang 0,75% pada umur 28 hari.



Gambar 5.7 Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Beton Serat Pinang 1,00% pada umur 28 hari.



Gambar 5.8 Grafik Tegangan Regangan Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 hari.

Adapun cara perhitungan modulus elastisitas (E) didapat sebagai berikut:

Untuk benda uji beton serat buah Pinang BN - 01 didapat data

$$\frac{1}{2} \sigma_{maks} = 13,4686 \text{ MPa}$$

Dari hasil tegangan diatas, diperoleh nilai regangan dari grafik tegangan tegangan.

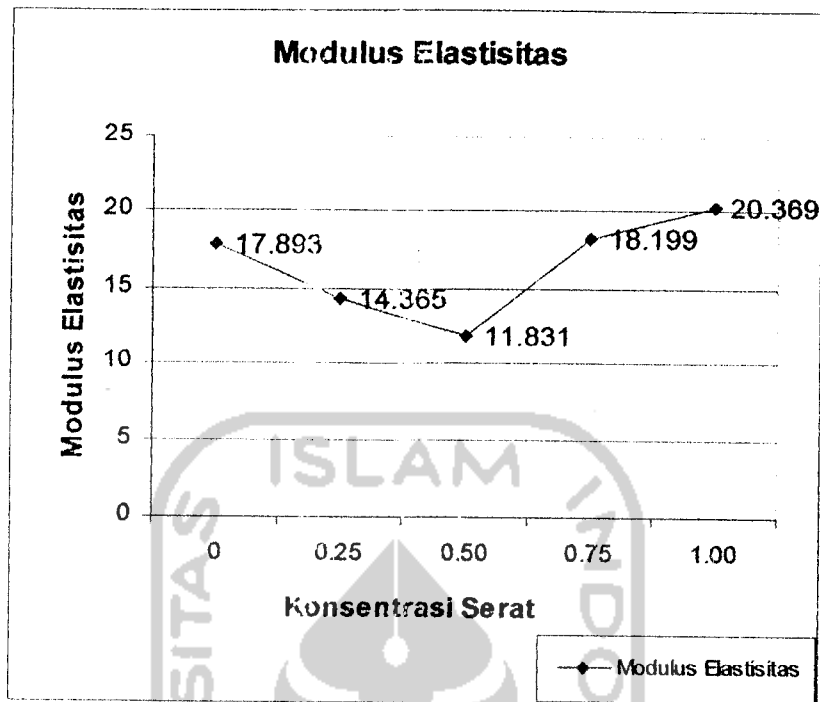
$$\epsilon = 0,5070 \cdot 10^{-3}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{13,4686}{0,5070 \cdot 10^{-3}} = 26563 \text{ MPa}$$

dari ketiga benda uji dicari masing-masing nilai modulus elastisitasnya kemudian dirata-rata, sehingga didapat modulus elastisitas benda uji pada variable tersebut.

Tabel 5.4 Hubungan Konsentrasi Serat Pinang dengan Modulus Elastisitas

Konsentrasi Serat									
0%		0,25%		0,50%		0,75%		1,00%	
Hasil Uji	Teoritis	Hasil Uji	Teoritis	Hasil Uji	Teoritis	Hasil Uji	Teoritis	Hasil Uji	Teoritis
19980,12	25082,51	22772,78	25479,50	11283,33	27225,95	18000,00	27067,50	18857,11	27346,80
19906,30	24944,95	13720,24	26234,60	13368,10	26369,91	19386,90	27928,44	20927,73	27644,03
13791,32	24852,82	15009,70	25759,72	10840,70	27508,85	17209,02	28548,39	21320,77	27493,21
17892,58	24960,09	14364,97	25824,60	11830,71	27034,90	18198,64	27848,11	20368,54	27494,68



Gambar 5.9 Grafik Hubungan Konsentrasi Serat dengan Modulus Elastisitas Beton pada Umur 28 hari

Kemampuan bahan untuk menahan beban yang didukung dua perubahan bentuk (deformasi) yang terjadi sangat tergantung pada sifat tegangan dan regangannya. Secara teoritis penambahan serat ke dalam adukan beton akan meningkatkan kekakuan beton, yaitu ketahanan terhadap perubahan bentuk. Hal ini dapat dilihat pada grafik tegangan-regangan yang menunjukkan bahwa peningkatan kuat tekan terjadi karena adanya penambahan serat buah Pinang dengan variasi yang berbeda. Peningkatan yang paling signifikan ditunjukkan pada variasi 0,75% dan 1,0%, tetapi pada variasi 0,25% dan 0,5% terjadi peningkatan kuat tekan yang kurang berarti terhadap beton normal, namun dalam hal ini variasi 0,25% dan 0,5% masih menunjukkan kenaikan kuat tekan sebelum mengalami batas hancur. Pada diagram tegangan-regangan menunjukkan pula

bahwa terjadi penurunan modulus elastisitas dari beton normal sampai pada modulus elastisitas pada variasi 0,25% dan 0,50%. Terjadinya penurunan modulus elastisitas ini kemungkinan diakibatkan karena pencampuran serat yang kurang merata sehingga terjadi penggumpalan (*balling effect*), dengan adanya faktor tersebut mengakibatkan kekakuan beton menurun (*brittle*), namun kuat tekannya masih mengalami peningkatan. Sedangkan peningkatan modulus elastisitas terjadi pada kandungan serat Pinang 0,75% dan 1,0%. Seiring dengan penambahan serat Pinang maka hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa modulus elastisitas mengalami kenaikan, meskipun peningkatan yang terjadi tidak terlalu besar, modulus elastisitas terbesar dicapai oleh kandungan serat 1%.

Hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam pengujian tegangan-regangan adalah kondisi permukaan benda uji silinder. Permukaan yang lebih rata akan menghasilkan nilai modulus elastisitas yang cukup representatif karena distribusi beban akan tersebar secara merata keseluruh permukaan benda uji.

5.1.3 Hasil Pengujian Slump

Tingkat kemudahan pada pengerjaan beton dipengaruhi oleh jumlah air yang dipakai, semakin banyak jumlah air, maka semakin mudah pengerjaan beton. Tingkat kemudahan ini digambarkan oleh nilai hasil percobaan *slump*, yang merupakan derajat kelecakan atau keenceran adukan. Semakin besar nilai slump berarti semakin encer adukan betonnya, sehingga makin mudah dikerjakan. Begitu juga sebaliknya, semakin kecil nilai slump berarti semakin tidak encer adukannya sehingga betonnya susah dikerjakan. Dari hasil percobaan slump pada tabel dibawah ini, menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah serat pada beton,

maka akan terjadi penurunan nilai slump. Hal ini disebabkan karena serat buah Pinang bersifat menyerap air, sehingga kadar air pada campuran beton berkurang, yang menyebabkan nilai slump juga menurun dan beton menjadi lebih kuat karena kandungan air yang berkurang.

Tabel 5.5 Nilai Slump pada Beton dengan atau tanpa Serat Buah Pinang

No	Variasi (%)	Slump (cm)
1	0	12
2	0,25	10
3	0,50	8
4	0,75	8
5	1,00	7

5.2.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metode uji belah silinder (tensile splitting cylinder test). Adapun contoh perhitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton silinder sebagaimana tersaji dalam tabel 5.6 dengan menggunakan rumus (4.2) adalah sebagai berikut:

Dari data pengamatan dan pengujian benda uji BN-1 (Beton Normal) didapat:

$$F = 83 \text{ kN}$$

$$= 8463,59 \text{ kg}$$

$$l = 19,90 \text{ cm}$$

$$d = 10,20 \text{ cm}$$

$$\sigma_r = \frac{2.F}{\pi.l.d}$$

$$= \frac{2.8463,59}{3,14 \cdot 19,90 \cdot 10,20} = 26,5584 \text{ kg/cm}^2 = 2,6558 \text{ MPa}$$

Tabel 5.6 Data Pengujian Kuat Tarik Beton

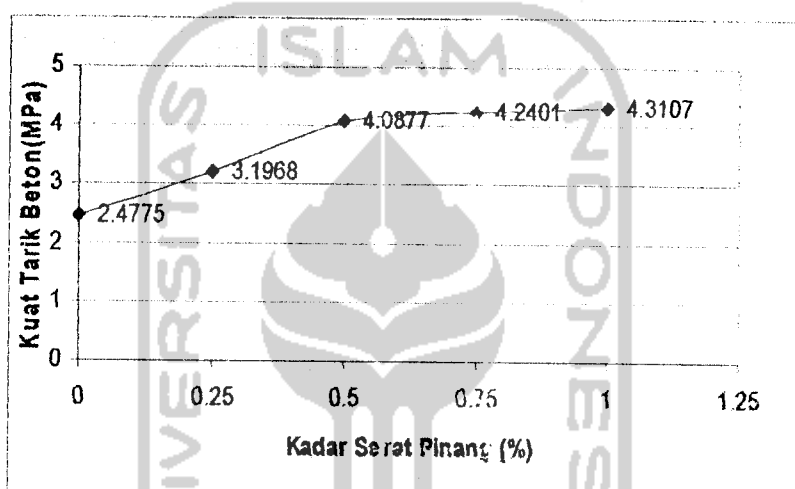
No	Kode Benda Uji (slinder)	Umur (hari)	Dimensi			Beban Maksimal		Kuat Tarik $f_c.trk$ MPa
			Diameter	Tinggi	W	kN	kg	
			cm	cm	kg			
1	BN - 1	28	10,200	19,900	4,000	83,0	8463,59	2,6558
2	BN - 2	28	10,200	20,000	4,000	97,0	9891,19	3,0883
3	BN - 3	28	10,200	20,000	4,000	95,4	9728,03	3,0374
4	BS 0,25% - 1	28	10,200	19,940	3,970	113,0	11522,72	3,6085
5	BS 0,25% - 2	28	10,200	19,980	3,985	106,5	10859,91	3,3941
6	BS 0,25% - 3	28	10,200	19,955	3,975	120,0	12236,52	3,8292
7	BS 0,50% - 1	28	10,200	20,000	3,970	133,3	13592,73	4,2440
8	BS 0,50% - 2	28	10,200	20,000	3,970	130,9	13348,00	4,1676
9	BS 0,50% - 3	28	10,200	19,950	3,965	135,9	13857,86	4,3376
10	BS 0,75% - 1	28	10,200	19,920	3,940	140,9	14367,71	4,5040
11	BS 0,75% - 2	28	10,200	19,960	3,975	135,4	13806,87	4,3195
12	BS 0,75% - 3	28	10,200	19,988	3,980	138,9	14163,77	4,4250
13	BS 1,00% - 1	28	10,200	19,980	3,960	143,8	14663,43	4,5829
14	BS 1,00% - 2	28	10,200	20,000	3,965	141,3	14408,50	4,4987
15	BS 1,00% - 3	28	10,200	19,900	3,950	150,9	15387,42	4,8285

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

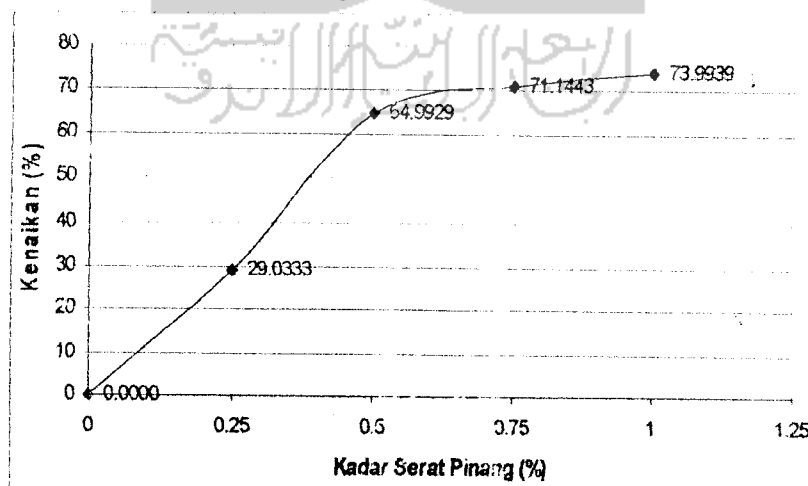
Kode Sampel	Umur (Hari)	Kuat Tarik $f_c.trk$ MPa	$f_c.trk.r$ MPa	$(f_c.trk - f_c.trk.r)^2$	$\Sigma(f_c.trk - f_c.trk.r)^2$	sd	$f_c.tarik$ MPa
1	2	3	4	5	6	7	8
BN - 1	28	2,6558	2,9272	0,0736	0,1117	0,2363	2,4775
BN - 2	28	3,0883		0,0260			
BN - 3	28	3,0374		0,0121			
0,25% - 1	28	3,6085	3,6106	0,0000	0,0946	0,2175	3,1968
0,25% - 2	28	3,3941		0,0469			
0,25% - 3	28	3,8292		0,0478			
0,50% - 1	28	4,2440	4,2498	0,0000	0,0145	0,0852	4,0877
0,50% - 2	28	4,1676		0,0067			
0,50% - 3	28	4,3376		0,0077			
0,75% - 1	28	4,5040	4,4162	0,0077	0,0171	0,0926	4,2401
0,75% - 2	28	4,3195		0,0093			
0,75% - 3	28	4,4250		0,0001			
1,00% - 1	28	4,5829	4,6367	0,0029	0,0587	0,1714	4,3107
1,00% - 2	28	4,4987		0,0190			
1,00% - 3	28	4,8285		0,0368			

Gambar 5.8 Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang Terhadap Kuat Tarik Beton Pada Umur Beton 28 Hari

Kadar Serat Pinang (%)	f_c karakteristik MPa	kenaikan (%)
0	2,5396	0
0,25	3,1968	29,0333
0,50	4,0877	64,9929
0,75	4,2401	71,1443
1,00	4,3107	73,9939



Gambar 5.10 Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan Kuat Tarik Beton pada 28 hari



Gambar 5.11 Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan % Kenaikan Kuat Tarik Beton pada 28 hari.

Sejalan dengan kenaikan kandungan serat menunjukkan kuat tarik beton serat semakin meningkat (tabel 5.8 dan gambar 5.10). Kenaikan kuat tarik beton tersebut disebabkan oleh adanya serat buah Pinang pada campuran beton, hal ini menunjukkan bahwa serat buah Pinang mampu menahan tegangan tarik yang terjadi, sedangkan retak/pecahnya pada benda uji beton serat diakibatkan oleh karena tegangan lekat (*bond strength*) antara serat dengan beton secara kuat tarik yang dimiliki serat buah Pinang telah terlampaui akibat pembebanan. Pemeriksaan tampang pecah terlihat bahwa beberapa serat tercabut dari beton dan ada sebagian yang terputus. Terlihat pada grafik diatas menunjukkan semakin tinggi konsentrasi penambahan serat berarti jumlah serat tiap satuan volume untuk menahan tarikan akan meningkat, sehingga untuk konsentrasi serat tinggi beton serat akan lebih mampu menahan tarikan Peningkatan sangat signifikan terlihat pada beton serat pada variasi 0,50%.

Pada pengujian kuat tarik ini, silinder beton akan pecah/retak searah dengan panjang silinder. Pada pengujian kuat tarik non- serat, pecahnya benda uji terjadi secara tiba-tiba tanpa suatu tanda awal dengan diiringi bunyi letusan. Benda uji terbelah sempurna dan tiap bagian akan rebah ke samping. Hasil berbeda ditunjukkan oleh beton serat, yaitu benda uji silinder akan retak secara perlahan karena energi tarikan akan ditahan oleh serat yang ada didalam beton, sehingga retak benda uji tidak diiringi bunyi letusan. Pada bagian uji beton serat akan mampu menahan tarikan sehingga tidak diperoleh belah sempurna dan pecahan silinder masih tetap dalam posisi bergandengan ditahan oleh serat yang ada.

5.3.1 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur dilakukan terhadap benda uji balok dengan dua tumpuan dan dua titik pembebanan pada L/3 bentang balok, sehingga akan menghasilkan momen lentur konstan diantara dua titik pembebanan dan terjadi tegangan yang maksimum.

Pada pengujian balok uji beton non-serat, pada saat beban mencapai maksimum dan terjadi retak pertama maka balok akan segera runtuh. Sedangkan pada balok uji beton serat, secara umum beban masih dapat meningkat setelah terjadi retak pertama meskipun peningkatan tersebut tidak begitu besar. Keruntuhan akan terjadi secara perlahan diawali suatu retak kecil yang makin lama makin bertambah besar. Adapun keruntuhan balok uji beton serat tidak terjadi secara total karena retak-retak akan tertahan oleh serat Pinang yang ada. Adapun contoh perhitungan untuk mencari kuat lentur benda uji balok beton sebagaimana tersaji dalam Tabel 5.9 digunakan rumus (4.9) adalah sebagai berikut:

Dari data pengamatan dan pengujian benda uji BN-01 (Beton Normal) didapat:

$$\frac{1}{2}P \text{ maks} = 520 \text{ kg}$$

$$b = 10,30 \text{ cm}$$

$$h = 10,50 \text{ cm}$$

$$l = (50-10-12,5)/2 = 13,75 \text{ cm}$$

$$\sigma_{lr} = \frac{520 \cdot 13,75}{\frac{1}{6} \cdot 10,30 \cdot 10,50^2} = 37,7782 \text{ kg/cm}^2 = 3,7778 \text{ MPa}$$

$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{Z} = \frac{520 \cdot 13,75}{10,50 - \left(2 \cdot \frac{5,25}{3}\right)} = 1021,4286 \text{ kg}$$

Tabel 5.9 Data Pengujian Kuat Lentur

Kode Benda Uji	Ukuran (cm)			Beban Max.		Inersia cm	Momen Kapasitas kg.cm	$f_{hr} = \frac{M \cdot y}{I}$ MPa	Gaya Tarik T kg
	b	h	L	kg	kN				
N - 1	10,30	10,50	40,00	1040	10,2020	993,6281	7150	3,7778	1021,4286
N - 2	10,20	10,40	40,00	1070	10,4963	956,1344	7356	4,0007	1060,9976
N - 3	10,30	10,65	39,50	1005	9,8587	1036,8234	6784	3,4841	955,4577
Kuat Lentur Rata-Rata								3,7542	1012,6280
S 0,25% - 1	10,26	10,25	40,00	1120	10,9868	920,7415	7700	4,2859	1126,8293
S 0,25% - 2	10,40	10,40	40,00	1100	10,7906	974,8821	7563	4,0338	1090,7452
S 0,25% - 3	10,35	10,35	40,00	1045	10,2511	956,2692	7184	3,8879	1041,2138
Kuat Lentur Rata-Rata								4,0692	1086,2627
S 0,50% - 1	10,15	10,50	39,70	1150	11,2811	979,1578	7820	4,1929	1117,1429
S 0,50% - 2	10,26	10,10	40,20	1240	12,1640	880,9074	8587	4,9227	1275,2970
S 0,50% - 3	10,20	10,30	40,30	1180	11,5754	928,8180	8201	4,5472	1194,3204
Kuat Lentur Rata-Rata								4,5543	1195,5868
S 0,75% - 1	10,10	10,10	40,00	1330	13,0468	867,1700	9144	5,3249	1357,9827
S 0,75% - 2	10,30	10,15	40,00	1325	12,9978	897,5406	9109	5,1508	1346,2131
S 0,75% - 3	10,25	10,20	40,10	1350	13,2430	906,4485	9315	5,2409	1369,8529
Kuat Lentur Rata-Rata								5,2389	1358,0162
S 1,00% - 1	10,28	10,40	40,00	1510	14,8126	963,6335	10381	5,6020	1497,2957
S 1,00% - 2	10,15	10,32	39,80	1482	14,5379	929,6594	10115	5,6141	1470,1526
S 1,00% - 3	10,20	10,05	40,30	1495	14,6654	862,8139	10390	6,0512	1550,7836
Kuat Lentur Rata-Rata								5,7558	1506,0773

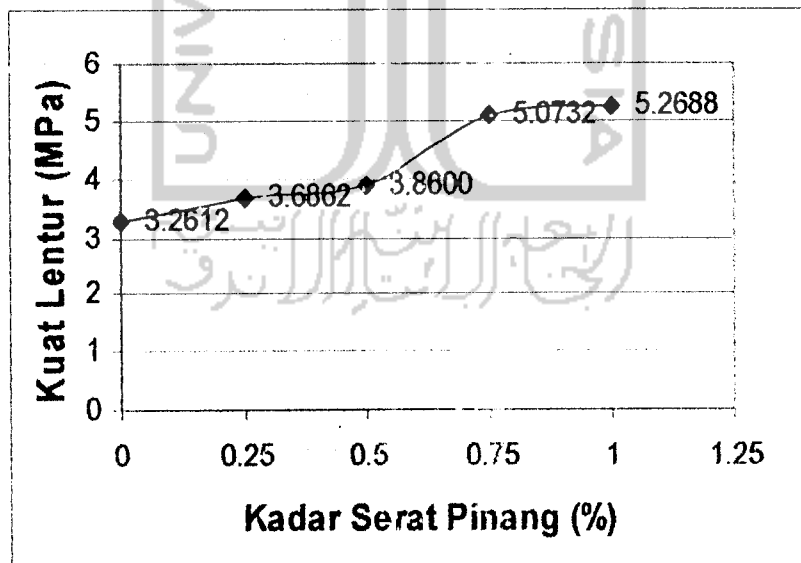
Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Kode Sampel	Umur (Hari)	f_c .l.t.r MPa	f_c .t.r.r MPa	$(f_c.l.t.r - f_c.t.r.r)^2$	$\Sigma(f_c.l.t.r - f_c.t.r.r)^2$	sd	f_c .lentur MPa
1	2	3	4	5	6	6	8
BN - 1	28	3,7778	3,7542	0,0006	0,1343	0,2592	3,2612
BN - 2	28	4,0007		0,0608			
BN - 3	28	3,4841		0,0730			
BS 0,25% - 1	28	4,2859	4,0692	0,0470	0,0811	0,2014	3,6862
BS 0,25% - 2	28	4,0338		0,0013			
BS 0,25% - 3	28	3,8879		0,0329			
BS 0,50% - 1	28	4,1929	4,5543	0,1306	0,2664	0,3650	3,8600
BS 0,50% - 2	28	4,9227		0,1357			
BS 0,50% - 3	28	4,5472		0,0000			

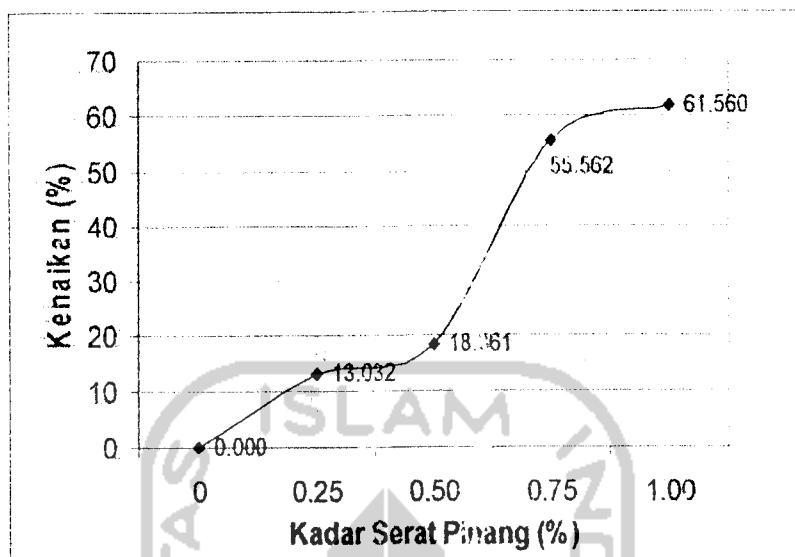
BS 0,75% - 1	28	5,3249	5,2389	0,0074	0,0152	0,0871	5,0732
BS 0,75% - 2	28	5,1508		0,0078			
BS 0,75% - 3	28	5,2409		0,0000			
BS 1,00% - 1	28	5,6020	5,7558	0,0236	0,1310	0,2560	5,2688
BS 1,00% - 2	28	5,6141		0,0201			
BS 1,00% - 3	28	6,0512		0,0873			

Tabel 5.11 Pengaruh Penambahan Serat Buah Pinang terhadap Kuat Lentur Beton pada umur 28 hari.

Kadar Serat Pinang (%)	f_c Lentur (MPa)	Kenaikan Kuat Lentur (%)
0	3,2612	0
0,25	3,6862	13,0320
0,50	3,8600	18,3613
0,75	5,0732	55,5624
1,00	5,2688	61,5602



Gambar 5.12 Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan Kuat Lentur Beton pada umur 28 hari.

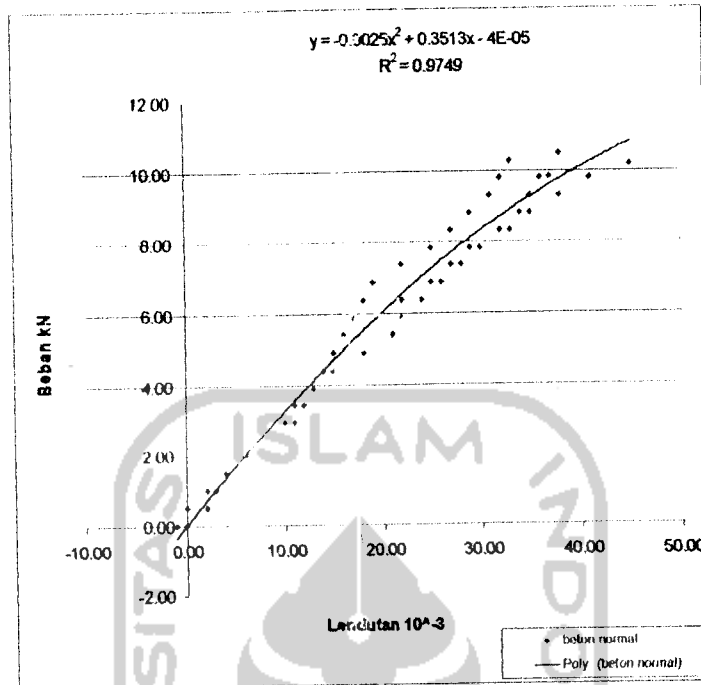


Gambar 5.13 Grafik Hubungan Antara % Serat Pinang dengan % Kenaikan Kuat Lentur Beton pada umur 28 hari.

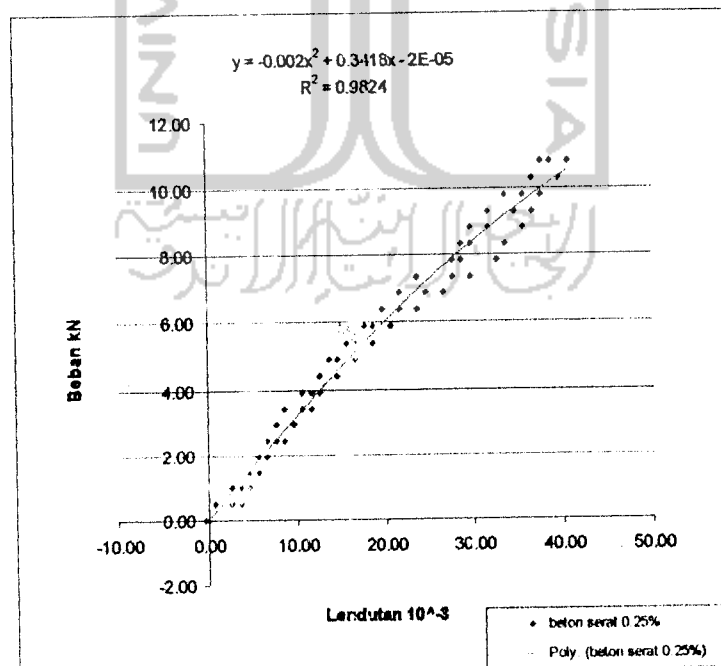
Pada hasil pengujian pada Tabel 5.11 diatas, memperlihatkan pengaruh penambahan serat Pinang terhadap kuat lentur beton. Pada adukan beton yang ditambah dengan serat, kuat lenturnya lebih besar dari beton normal, akan tetapi pada variasi 1,00% terjadi penurunan pengerjaan (*workability*). Hal ini disebabkan karena sifat dari serat itu sendiri yaitu mudah menyerap air. Dari hasil pengujian lentur didapat peningkatan maksimum kuat lentur hingga 61,5602 % dari beton normal serta peningkatan sangat signifikan terjadi pada beton serat buah Pinang variasi 0,75%.

5.3.2 Hasil Pengujian Beban Lendutan Kuat Lentur Beton

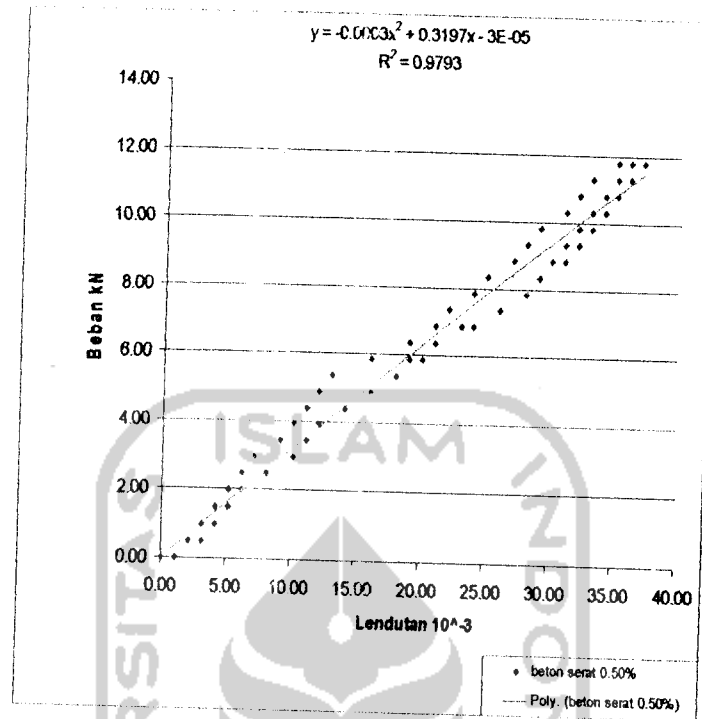
Pengujian beban lendutan dilakukan pada benda uji balok ukuran 10 x 10 x 50 cm pada beton berumur 28 hari, dimana untuk masing-masing variasi sebanyak 1 sampel dan disajikan dalam gambar berikut:



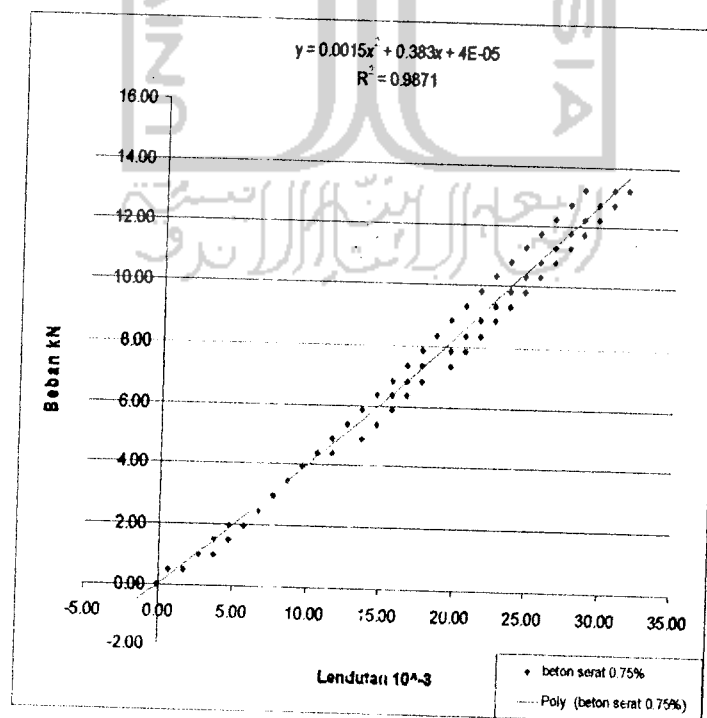
Gambar 5.14 Grafik Beban Lendutan Beton Normal 28 hari.



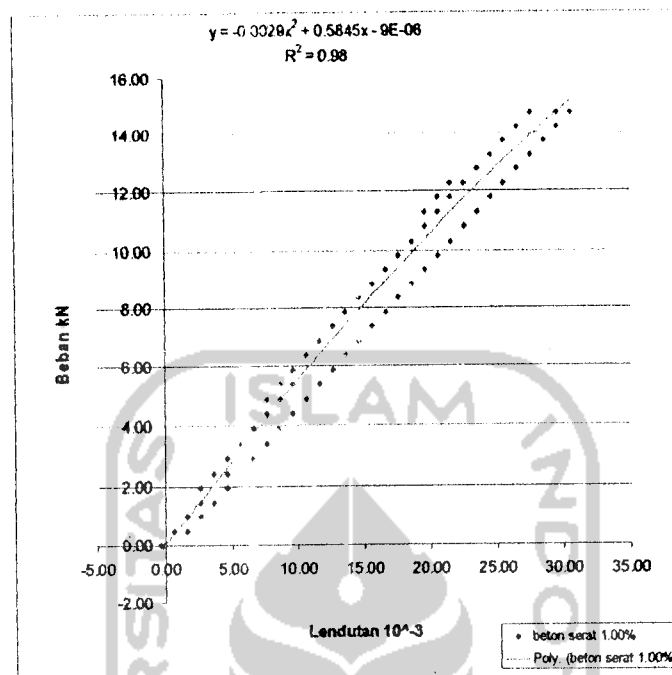
Gambar 5.15 Grafik Beban Lendutan Beton Serat Pinang 0,25% pada umur 28- hari.



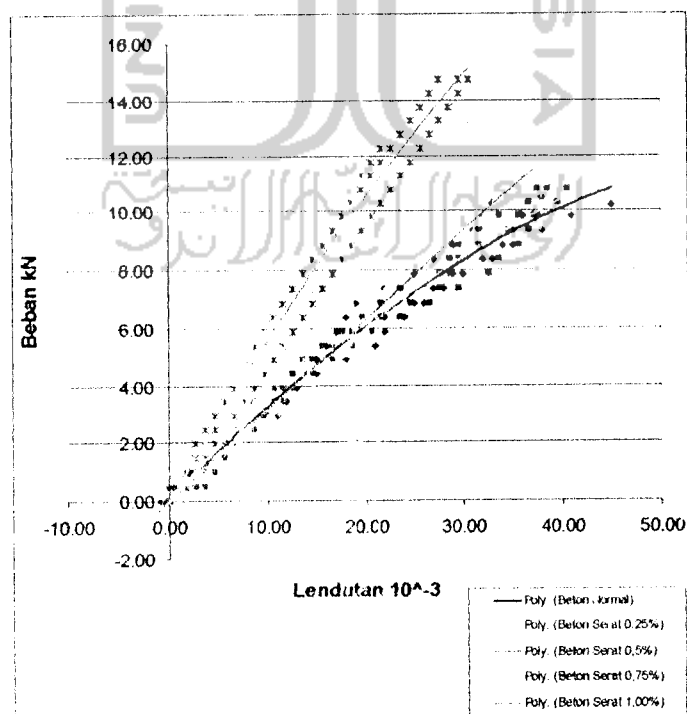
Gambar 5.16 Grafik Beban Lendutan Beton Serat Pinang 0,50% pada umur 28- hari.



Gambar 5.17 Grafik Beban Lendutan Beton Serat Pinang 0,75% pada umur 28- hari.



Gambar 5.18 Grafik Beban Lendutan Beton Serat Puing 1,00% pada umur 28- hari.



Gambar 5.19 Grafik Beban Lendutan Beton pada umur 28- hari.

Berdasarkan gambar 5.19 hubungan perbandingan antara beton normal dengan beton serat 0,25%, 0,50%, 0,75% sampai dengan 1,0% maka dapat dinyatakan bahwa beton mengalami peningkatan kuat lentur. Pada pengujian ini beton normal mengalami patah pada daerah lapangan sedangkan beton serat hanya mengalami retak dan ada yang mengalami patah yaitu pada beton serat 0,25%, hal ini disebabkan karena jumlah serat Pinang pada campuran 0,25% kurang mampu memberikan pengaruh yang berarti. Untuk kondisi serat Pinang didalam campuran beton pada saat pengujian, serat tercabut dari beton dan ada sebagian dari serat yang mengalami putus.

Pada pengujian kuat lentur ini menggunakan balok beton dengan ukuran 10cm x 10cm x 50cm yang patah/retak tegak lurus terhadap panjang balok. Pada pengujian kuat lentur non-serat, patah benda uji terjadi secara tiba-tiba tanpa suatu tanda awal dengan diiringi bunyi letusan. Benda uji terbelah sempurna dan tiap bagian akan rebah kebawah ditahan oleh balok kayu sehingga tidak mengganggu alat pembacaan lendutan yang dipasang dibawahnya. Pengamatan yang dilakukan pada daerah patah menunjukkan bahwa tidak terjadi pecah pada agregat, melainkan patah terjadi pada daerah luar dari agregat tersebut. Hasil berbeda ditunjukkan oleh beton serat buah Pinang, yaitu benda uji balok akan retak secara perlahan karena energi lentur akan ditahan oleh serat yang ada didalam beton, sehingga retak benda uji terjadi tidak diiringi bunyi letusan. Karena adanya campuran serat Pinang maka akan mampu menahan lenturan sehingga tidak diperoleh belah sempurna pada saat pengujian dan patah pada sampel masih tetap dalam posisi bergandengan karena ditahan oleh serat buah Pinang yang ada.

Tabel 5.12 Perbandingan Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur dan Modulus Rupture

No	Benda Uji	f_c .rata2	f_c .trk.rata2	f_c .litr.rata2	Modulus Rupture f_r
1	Beton Normal (BN)	28,2035	2,9272	3,7542	3,6845
2	Beton Serat 0,25% (BS-0,25%)	30,195	3,6106	4,0692	3,7365
3	Beton Serat 0,50% (BS-0,50%)	33,0973	4,2498	4,5543	3,8562
4	Beton Serat 0,75% (BS-0,75%)	35,1239	4,4162	5,2389	3,9327
5	Beton Serat 1,00% (BS-1,00%)	34,2224	4,6367	5,7558	4,0526

Dari hasil pengujian tabel 5.12 menunjukkan bahwa Modulus Rupture yang dihasilkan hampir mendekati hasil dari Kuat Tarik beton, dengan kata lain Modulus Rupture dapat digunakan sebagai acuan dalam mencari Kuat Tarik beton tanpa harus melakukan uji Kuat Tarik beton. Pengujian kuat tarik beton dilakukan hanya untuk memperoleh hasil kuat tarik yang lebih sempurna kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan Modulus Rupture dengan menggunakan rumus $f_r = 0,7\sqrt{f_c}$.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Penambahan serat dalam adukan akan menurunkan nilai *workability*.
2. Hasil maksimum pengujian uji Kuat Desak Beton terjadi pada BS-1% sebesar 33,5185 MPa dengan kenaikan 20,9780% terhadap beton normal, Kuat Tarik Beton terjadi pada BS-1% sebesar 4,3107 Mpa dengan kenaikan 73,9939% terhadap beton normal dan Kuat Lentur Beton terjadi pada BS-1% sebesar 5,2688 MPa dengan kenaikan 61,5602% terhadap beton normal.
3. Dari grafik terlihat bahwa kuat tekan masih terjadi peningkatan hingga pada BS-1%, peningkatan sangat signifikan terjadi pada kuat tarik dan kuat lentur terjadi pada BS-0,5% dan BS-0,75% serta .masih mengalami peningkatan sampai BS-1,00% tetapi kenaikannya semakin mendatar.
4. Penurunan Modulus Elastisitas terjadi pada BS-0,25% dan BS-0,50% dan mengalami peningkatan pada BS-0,75% dan BS-1,00% terhadap beton normal. Modulus elastisitas maksimum dicapai sebesar 26,8880 kg/cm² yaitu pada penambahan konsentrasi serat BS-1,00%.
5. Dari hasil pengamatan, penambahan serat buah Pinang pada beton, retak terjadi secara perlahan-lahan tanpa adanya bunyi ledakan. Hal ini terjadi karena energi tarikan ditahan oleh serat-serat yang ada di dalam benda uji, ini membuktikan bahwa adanya penambahan serat dapat mengurangi sifat getas beton.

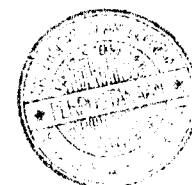
6. Serat buah Pinang termasuk jenis serat alami (*natural fiber*), yang mudah rapuh tidak dapat untuk dipergunakan dalam jangka waktu panjang disebabkan akan mengalami penyusutan dan menjadi rapuh.
7. Modulus Rupture yang dihasilkan dengan rumus $f_r = 0,7\sqrt{f_c}$ mempunyai nilai yang hampir sama dengan hasil kuat tarik beton sehingga dapat dijadikan acuan untuk mencari kuat tarik beton tanpa melakukan pengujian kuat tarik beton dilaboraturium.

6.2 Saran

1. Dilakukan penelitian lanjutan oleh karena penambahan serat buah Pinang masih mengalami peningkatan sampai BS-1,00% sehingga belum tercapai kekuatan yang optimum.
2. Dengan semakin banyak penambahan serat buah Pinang akan mengurangi *workability*, maka perlu adanya penambahan bahan *addictive* yang dapat mempermudah pengerjaan.
3. Dilakukan penelitian lanjutan dengan pengujian yang berbeda untuk menambah referensi tentang pengaruh serat buah Pinang terhadap beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Tjokrodimulyo Kardiyono, 1992**, "Teknologi Beton", Buku acuan pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Ryan dan Widjanarko, 1998**, "Pengaruh", FTSP-UII, Yogyakarta
- Angsawan dan Bobby, 1998**, "Pengaruh", FTSP-UII, Yogyakarta
- Triono Budi Astanto, 1999**, "Konstruksi Beton Bertulang", Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Edy Nuredy dan Fertanto, 1999**, "Nilai Konversi Mutu Beton untuk Variasi Dimensi Benda Uji Kubus", Yogyakarta
- Souroslian, dkk, 1987**, "Teori Pendekatan mekanisme kinerja Fiber", Jepang
- Yefta Luthfi Zamroni, 2004**, "Pengaruh Penambahan Fiber Kawat Bendrat dan Superplasticizer Pada Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat Lentur Beton", Yogyakarta
- Balaguru dan Shah, 1992**, "Perbandingan Kuat Tarik-Belah Maksimum Beton Serat Kelapa Terhadap Beton Normal", Purbalingga, Jawa Tengah.
- Murdock, L.J., dan Brook, KM., (terjemahan Ir. Stefanus Hendarko), 1986**, Bahan dan Praktik Beton, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Heru Dwi Hantara dan Arif Faidlur Rahman, 1999**, "Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi terhadap Kuat Desak Beton", Yogyakarta.
- www.yahoo.com, 15 – September – 2005**, "Beton Serat", Trial@net, Yogyakarta.
- www.yahoo.com, 12 – Juni – 2006**, "Buah Pinang", Cyber@net, Yogyakarta.



ALMA MATER

1





جامعة اسلام اِنْدُونِيسِيَا

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@fsta.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 520 /Kajur.TS.20/ Bg.Pr./ XII /2005
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : II (Des 05 - Mei 06)

Jogjakarta, 7-Des-05

Kepada .
Yth.Bapak / Ibu : A Kadir Aboe,Ir,H,MS
di -
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- 1 Nama : MUHAMMAD JUNAEDI
No. Mhs. : 00 511 258
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2005 - 2006
- 2 Nama : ABDI SETIAWAN
No. Mhs. : 00 511 329
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2005 - 2006

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

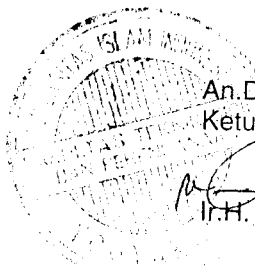
Dosen Pembimbing II : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Analisis Nilai Optimasi Dari Konsentrasi Beton Serat Buah Pinang Dengan Mutu Beton 25 Mpa

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



An.Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan

- 1). Dosen Pembimbing ybs
- 2). Mahasiswa ybs
- 3). Arsip. 12/12/2005 8:20:46 AM
- 4). Berlaku Sampai Akhir Mei 2006

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 520 /Kajur.TS.20/ Bg.Fn./ XII /2005
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : II (Des 05 - Mei 06)

Jogyakarta, 7-Des-05

Kepada .

Yth. Bapak / Ibu : A Kadir Aboe,Ir,H,MS
di -

Jogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- | | | | |
|---|---------------|---|------------------|
| 1 | Na m a | : | MUHAMMAD JUNAEDI |
| | No. Mhs. | : | 00 511 258 |
| | Bidang Studi | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2005 - 2006 |
| 2 | Na m a | : | ABDI SETIAWAN |
| | No. Mhs. | : | 00 511 329 |
| | Bidang Studi | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2005 - 2006 |

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Dosen Pembimbing II : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Analisis Nilai Optimasi Dari Konsentrasi Beton Serat Buah Pinang Dengan Mutu Beton 25 Mpa

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 12/7/2005 8:20:46 AM
- 4) Berlaku Sampai Akhir Mei 2006

FM-UII-AA-FPU-09

Jogjakarta, 7-Des-05

Nomor : : 520 /Kajur.TS.20/ Bg.Pr./ XII /2005
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : II (Des 05 - Mei 06)

isi
Kepada .
Yth.Bapak / Ibu : A Kadir Aboe,Ir,H,MS
di -
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

1	Na m a	:	MUHAMMAD JUNAEDI
	No. Mhs.	:	00 511 258
	Bidang Studi	:	Teknik Sipil
	Tahun Akademi	:	2005 - 2006
2	Na m a	:	ABDI SETIAWAN
	No. Mhs.	:	00 511 329
	Bidang Studi	:	Teknik Sipil
	Tahun Akademi	:	2005 - 2006

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	A Kadir Aboe,Ir,H,MS
Dosen Pembimbing II	:	A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Analisis Nilai Optimalisasi Dari Konsentrasi Beton Serat Buah Pinang Dengan Mutu Beton 25 Mpa

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan

- 1). Dosen Pembimbing ybs
- 2). Mahasiswa ybs
- 3). Arsip. 12/7/2005 8:20:46 AM
- 4). Berlaku Sampai Akhir Mei 2006

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : II (Des 05 - Mei 06)
Berlaku Sampai Akhir Mei 2006

N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
MUHAMMAD JUNAEDI	00 511 258	Teknik Sipil
ABDI SETIAWAN	00 511 329	Teknik Sipil

JUL TUGAS AKHIR

Analisis Nilai Optimasi Dari Konsentrasi Beton Serat Buah Pinang Dengan Mutu Beton 25 Mpa

Pembimbing I : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Pembimbing II : A Kadir Aboe,Ir,H,MS



Jogyakarta , 7-Dec-05
 a.n. Dekan

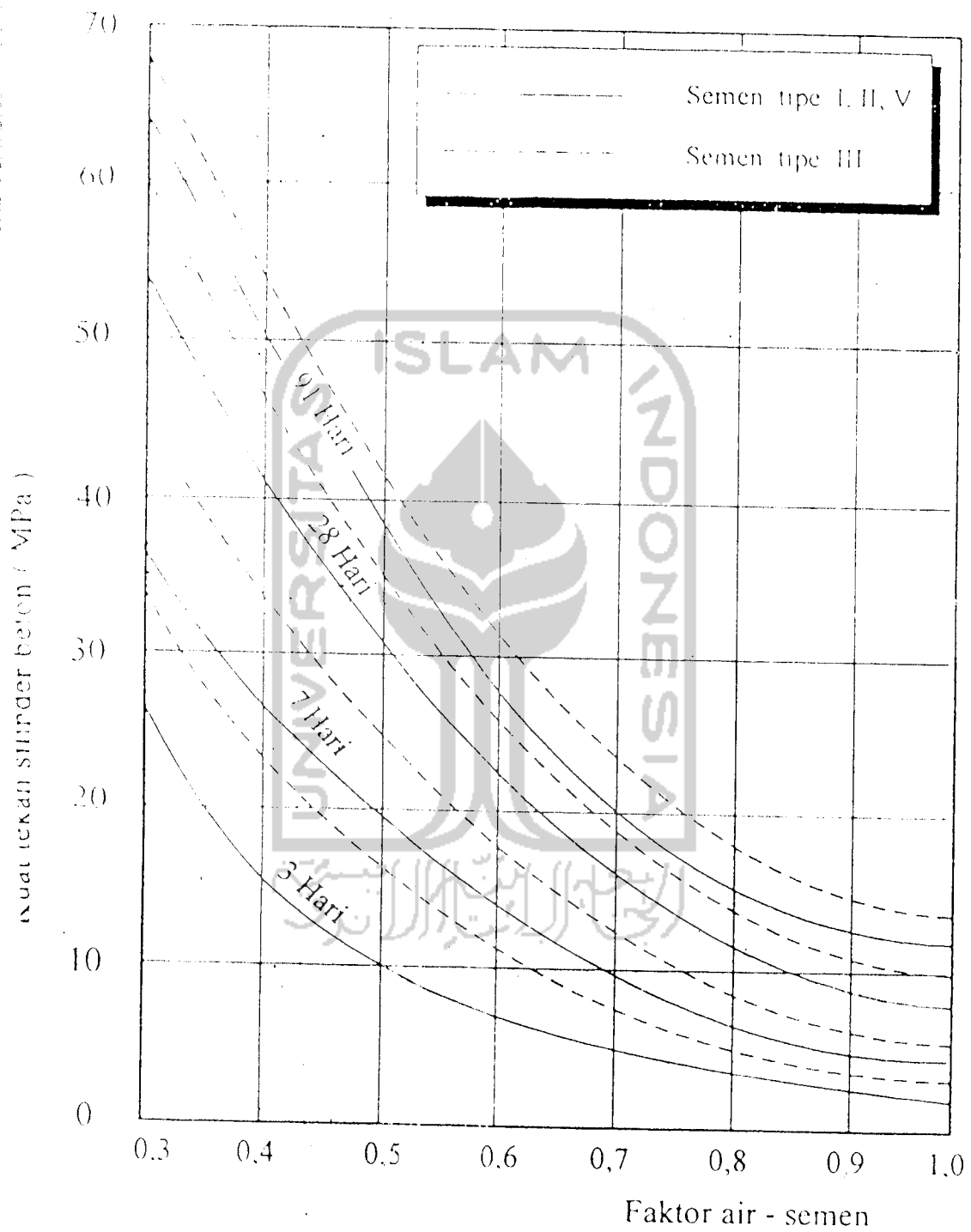
Ir.H.Munadhir, MS

catatan :
 seminar : _____
 dang : _____
 pendadaran : _____

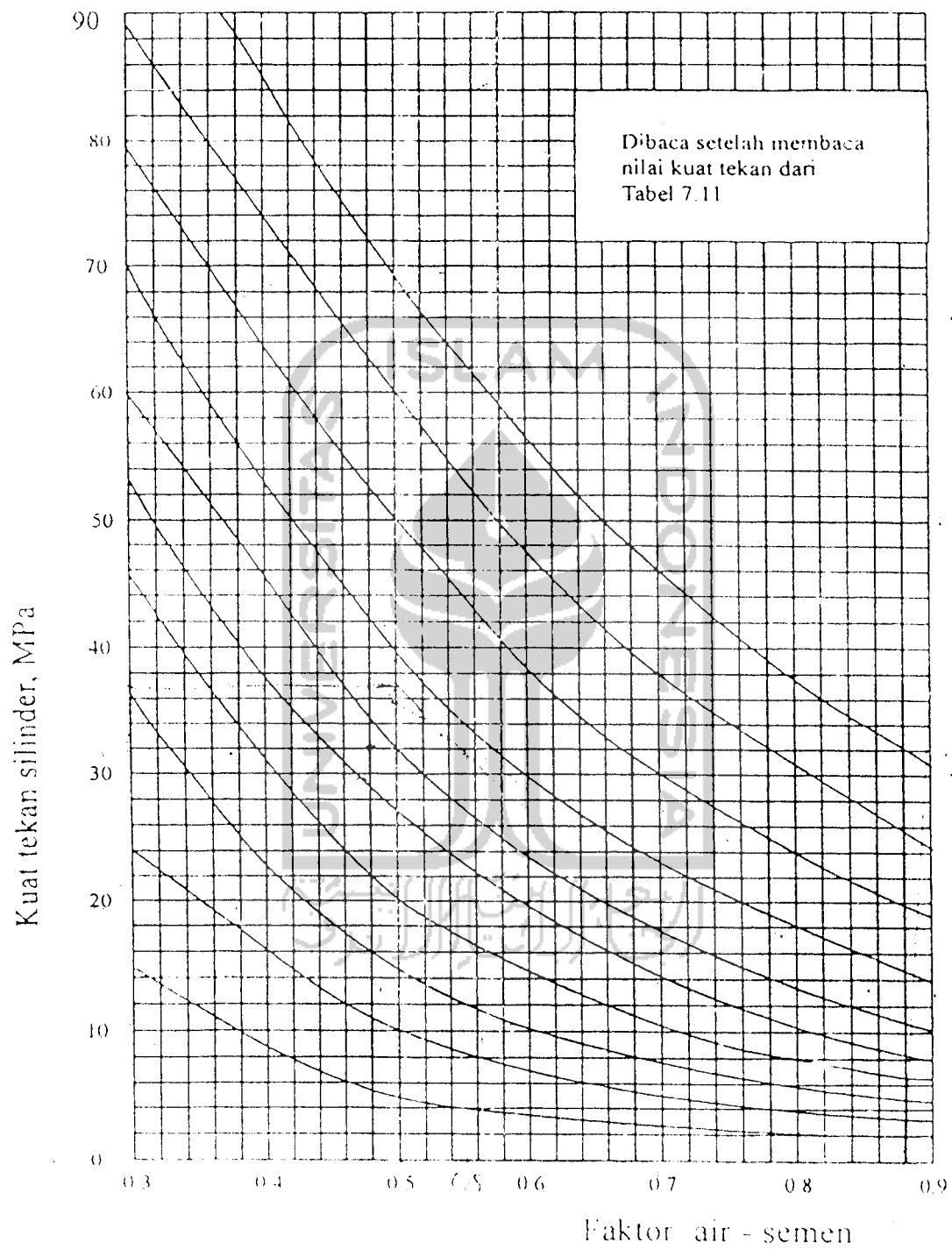
ILAH DAN IRAN

21





Gambar 7.8 Hubungan faktor air-semen dan kuat tekan rata-rata silinder beton (sebagai perkiraan nilai fas)



Gambar.7.9. Grafik mencari faktor air-semen.

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 520 /Kajur.TS.20/ Bg.Pr./ XII /2005
Lamp. : -
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : II (Des 05 - Mei 06)

Jogjakarta, 7-Des-05

Kepada .
Yth.Bapak / Ibu : A Kadir Aboe,Ir,H,MS
di --
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- | | | | |
|---|---------------|---|------------------|
| 1 | Na m a | : | MUHAMMAD JUNAEDI |
| | No. Mhs. | : | 00 511 258 |
| | Bidang Studi | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2005 - 2006 |
| 2 | Na m a | : | ABDI SETIAWAN |
| | No. Mhs. | : | 00 511 329 |
| | Bidang Studi | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2005 - 2006 |

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	A Kadir Aboe,Ir,H,MS
Dosen Pembimbing II	:	A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Analisis Nilai Optimasi Dari Konsentrasi Beton Serat Buah Pinang Dengan Mutu Beton 25 Mpa

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan

- 1). Dosen Pembimbing ybs
- 2). Mahasiswa ybs
- 3). Arsip. 12/7/2005 8:20:46 AM
- 4). Ber'laku Sampai Akhir Mei 2006

Tabel 7.11. Perkiraan Kuat tekan Beton (MPa)
dengan Faktor Air Semen 0,50

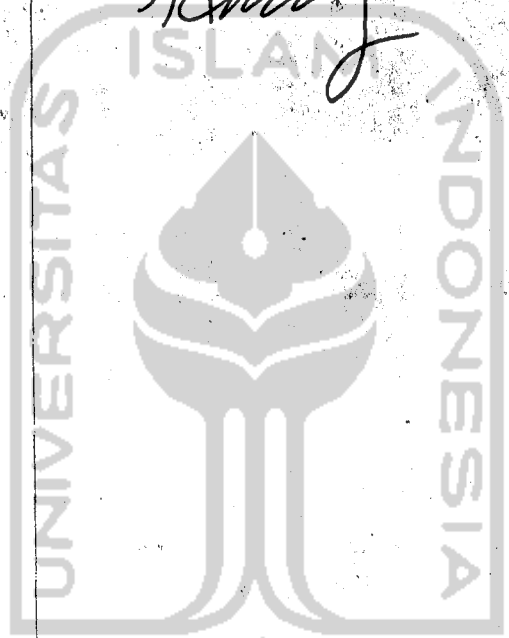
Jenis semen	Jenis agregat kasar	Umur (hari)			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
III	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Tabel 7.12. Persyaratan faktor air-semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis pembetonan	Fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan	
a. keadaan keliling non-korosif	0,60
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton di luar ruang bangunan	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 7.12.a.
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut	lihat tabel 7.12.b.

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TA TA
1	28/02-06	- Dana Irfan Firmansyah Ice Lab	
2	14/03-06	- Dana Regi Teguh Prima Lay M	
3	12/04-06	- perbadi - Sidney M	



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Tabel 7.11. Perkiraan Kuat tekan Beton (MPa)
dengan Faktor Air Semen 0,50

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Umur (hari)			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu pecah	19	27	37	45
III	Alami	21	28	38	44
	Batu pecah	25	33	44	48

Tabel 7.12. Persyaratan faktor air-semen maksimum untuk
berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis pembetonan	Fas maksimum
Beton di dalam ruang bangunan	
a. keadaan keliling non-korosif	0,60
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0,52
Beton di luar ruang bangunan	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 7.12.a.
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut	lihat tabel 7.12.b.

Tabel 7.12.a. Faktor air-semen maksimum untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat

Konsentrasi sulfat (SO ₃)		SO ₃ dalam air tanah (gr/ltr)	Jenis semen	fas maks
Dalam tanah				
Total SO ₃ %	SO ₃ dalam campuran air : tanah = 2 : 1 (gr/ltr)			
< 0,2	< 1,0	< 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15 - 40 %)	0,50
0,2 - 0,5	1,0 - 1,9	0,3 - 1,2	Tipe I tanpa Pozolan	0,50
			Tipe I dengan Pozolan (15 - 40 %) atau Semen portland pozolan	0,55
0,5 - 1,0	1,9 - 3,1	1,2 - 2,5	Tipe II atau V	0,55
			Tipe I dengan Pozolan (15 - 40%) atau Semen portland pozolon	0,45
1,0 - 2,0	3,1 - 5,6	2,5 - 5,0	Tipe II atau V	0,45
> 2,0	> 5,6	> 5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	0,45

Tabel 7.12 b Faktor air-semen untuk beton bertulang dalam air

Berhubungan dengan	Tipe semen	Faktor air-semen
air tawar	Semua tipe I - V	0,50
air payau	Tipe I + Pozolan (15 - 40 %) atau S P Pozolan	0,45
air laut	Tipe II atau V	0,50
	Tipe II atau V	0,45

Tabel 7.13. Penetapan nilai s1am (cm)

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Tabel 7.14. Perkiraan Kebutuhan Air Per Meter Kubik Beton (liter)

Besarnya ukuran maks. kerikil (mm)	Jenis batuan	Slam (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Alami Batu pecah	150	180	205	225
		180	205	230	250
20	Alami Batu pecah	135	160	180	195
		170	190	210	225
40	Alami Batu pecah	115	140	160	175
		155	175	190	205

Tabel 7.15. Kebutuhan semen minimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan khusus

Jenis pembetonan	Semen minimum (kg/m ³ beton)
Beton di dalam ruang bangunan	275
a. keadaan keliling non-korosif	325
b. keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	
Beton di luar ruang bangunan	325
a. tidak terlindung dari hujandan terik matahari langsung	275
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	
Beton yang masuk ke dalam tanah :	325
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	lihat tabel 7.15.a.
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 7.15.b
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut	



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR PASIR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Abdi Setiawan Ditest tanggal : 29 November 2005
Muhammad Juaedi

Pasir asal : Lereng Gunung Merapi

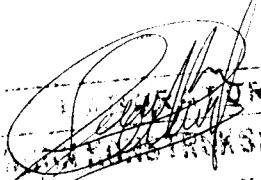
Keperluan : Tugas Akhir

Berat pasir kering mutlak (Bk)	=	483 gram
Berat pasir kondisi jenuh kering muka	=	500 gram
Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt)	=	970 gram
Berat piknometer berisi air (B)	=	658 gram
Berat jenis curah Bk / (B + 500 - Bt)	=	2.57 gr/cm ³
Berat jenis jenuh kering muka 500 / (B + 500 - Bt)	=	2.66 gr/cm ³
Berat jenis semu Bk / (B + Bk - Bt)	=	2.82 gr/cm ³
Penyerapan air (500 - Bk) / Bk x 100%	=	3,52 %

Jogjakarta, 29 November 2005

Dikerjakan oleh

Disahkan


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

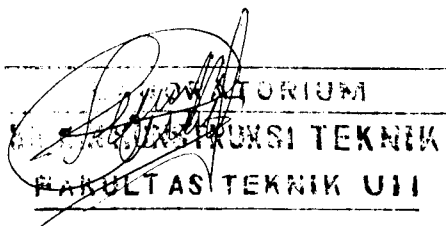
Penguji : Abdi Setiawan Diuji tanggal : 29 November 2005
Muhammad Junaedi
Pasir asal : Lereng Gunung Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1) = 12800 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2) = 21300 gram
Berat agregat bersih (W2-W1) = 8500 gram
Volume tabung (V) = 5298.75 cm³
Berat isi padat (W2-W1) / V = 1,61 gram/cm³

Jogjakarta, 29 November 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh





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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

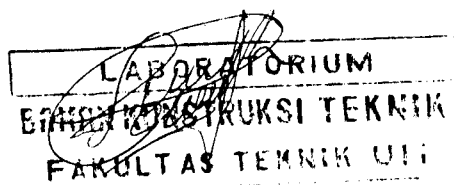
No. /Ka.Ops. /LBKT / / 2005

Penguji : Abdi Setiawan Diuji tanggal : 29 November 2005
Muhammad Junaedi
Pasir asal : Lereng Gunung Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif (%)	Persen lolos komulatif (%)
40,00				
20,00				
10,00				
4,80	0	0	0	100
2,40	83,1	5,57	5,57	94,43
1,20	286,3	19,19	24,76	75,24
0,60	575,2	38,55	63,32	36,68
0,30	412,6	27,66	90,97	9,03
0,15	110,3	7,39	98,36	1,64
Sisa	24,4	1,64	-	-
Jumlah	1491,9	100	282,98	-

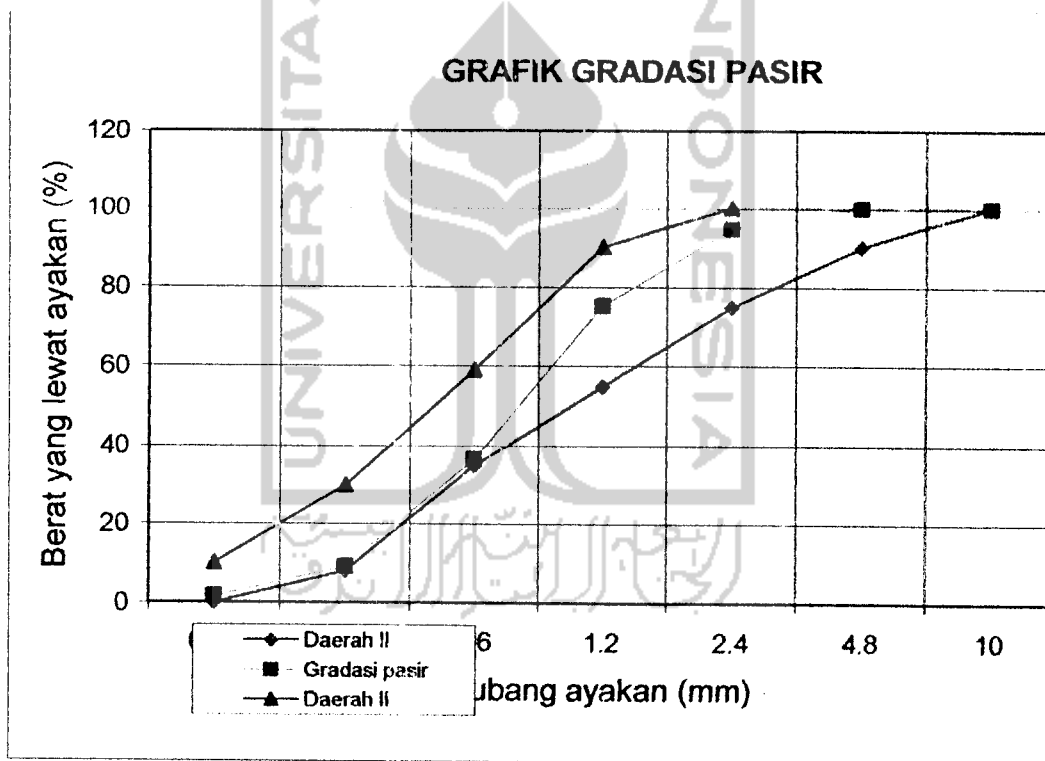
$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{282,98}{100} = 2,83$$

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar
Daerah II : Pasir agak kasar
Daerah III : Pasir agak halus
Daerah IV : Pasir halus



GRADASI PASIR

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15



Jogjakarta, 29 November 2005

Dikerjakan oleh

Disahkan


LABORATORIUM
TEKNIK KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR KERIKIL

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Abdi Setiawan Diuji tanggal : 29 November 2005

Muhainmad Junaedi

Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo

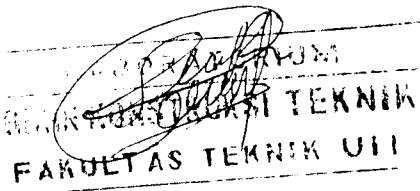
Keperluan : Tugas Akhir

Berta kerikil kering mutlak (Bk)	=	4928 gram
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (Bj)	=	5000 gram
Berat kerikil dalam air (Ba)	=	3137 gram
Berat jenis curah Bk / (Bj - Ba)	=	2,65 gram
Berat jenis jenuh kering muka Bj / (Bj - Ba)	=	2,68 gr/cm ³
Berat jenis semu Bk / (Bk - Ba)	=	2,75 gr/cm ³
Penyerapan air (Bj - Bk) / Bk x 100%	=	1,46 %

Jogjakarta, 29 November 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh





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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Abdi Setiawan Diuji tanggal : 29 November 2005
Muhammad Junaedi

Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo

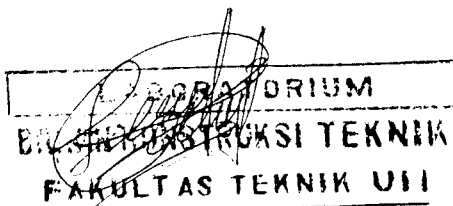
Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1)	=	12800 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2)	=	20500 gram
Berat agregat bersih (W2-W1)	=	7700 gram
Volume tabung (V)	=	5298.75 cm ³
Berat isi padat (W2-W1) / V	=	1,45 gram/cm ³

Jogjakarta, 29 November 2005

Dikerjakan oleh

Disahkan





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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Abdi Setiawan Diuji tanggal : 29 November 2005

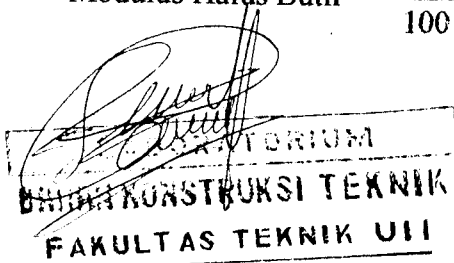
Muhammad Junaedi

Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo

Keperluan : Tugas Akhir

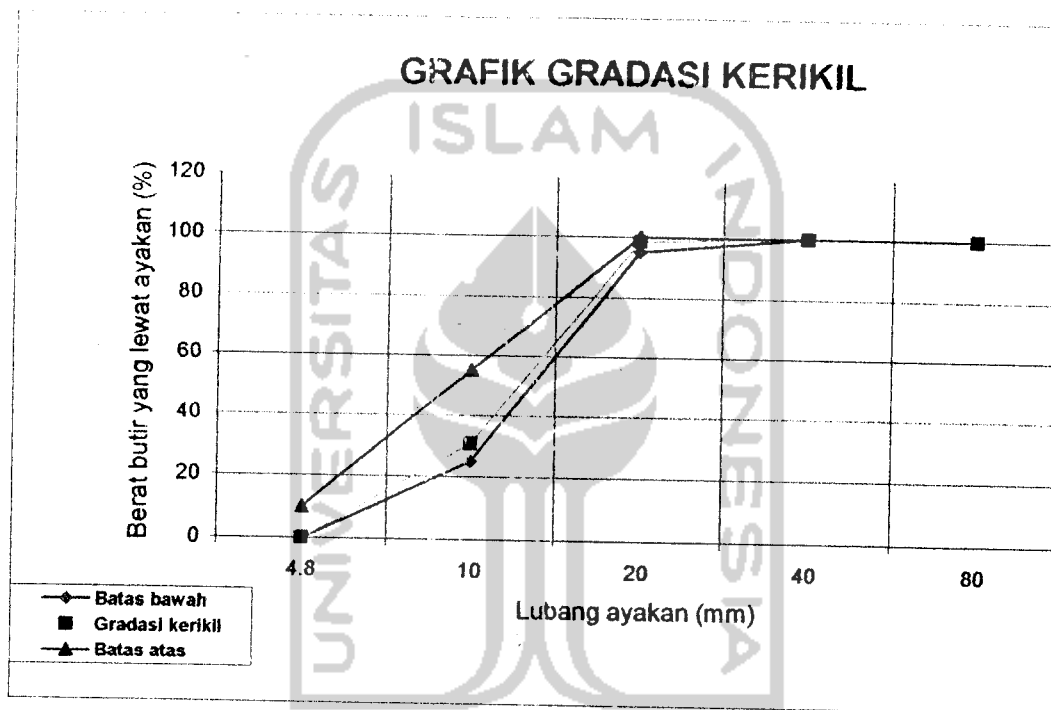
Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal komulatif (%)	Persen lolos komulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	75,4	1,51	1,51	98,49
10,00	3378,7	67,87	69,38	30,62
4,80	1524,1	30,62	100	0
2,40			100	
1,20			100	
0,60			100	
0,30			100	
0,15			100	
Sisa				
Jumlah	4978,2	100	670,89	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{670,89}{100} = 6,71$$



GRADASI KERIKIL

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir agregat yang lewat ayakan	
	Besarnya butir maksimum	
	40 mm	20 mm
40,00	90-100	100
20,00	30-70	95-100
10,00	10-35	25-55
4,80	0-5	0-10



Jogjakarta, 29 November 2005

Disahkan

Dikerjakan oleh

LABORATORIUM
REKONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Perhitungan Campuran Beton (mix design)

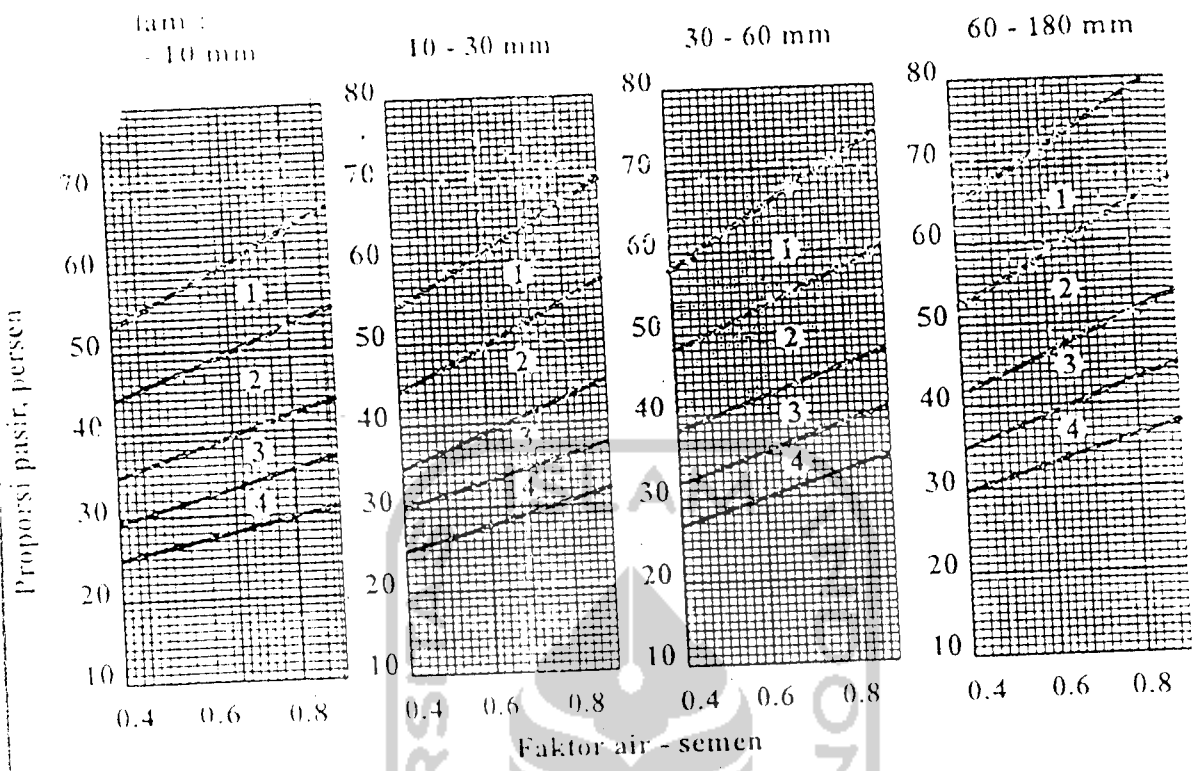
Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*), yaitu :

$f'c$	= 25 MPa
Jenis semen	= biasa
Jenis kerikil	= batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	= 20 mm
Berat jenis kerikil	= 2,68 t/m ³
Nilai slump	= 100 mm (10 ± 2 cm)
Jenis pasir	= agak kasar (golongan 2)
Berat jenis pasir	= 2,66 t/m ³
Jenis serat alami	= Serat buah Pinang
Berat jenis serat	= 1,14 t/m ²

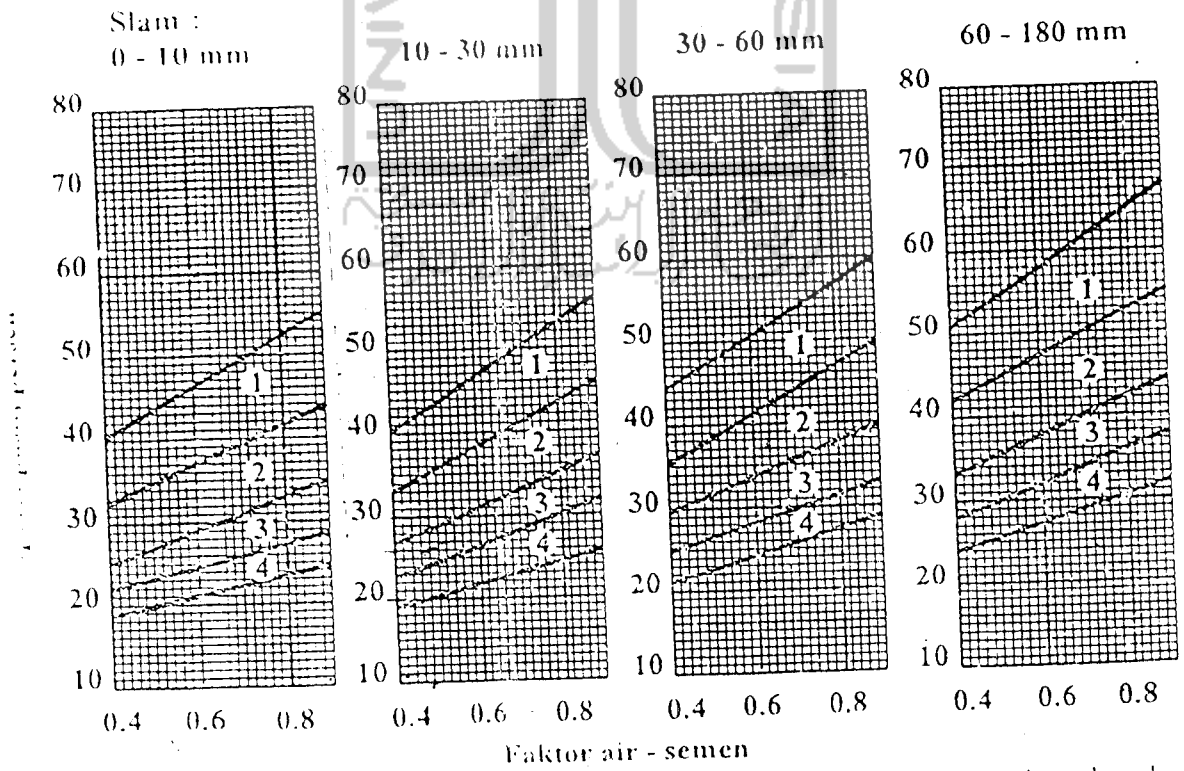
1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada 28 hari yaitu $f'c = 25$ MPa
2. Penetapan nilai deviasi standar (S) = 4,2 MPa
3. Perhitungan nilai tambah (M) = $1.64 \times 4.2 = 6.888 \approx 7$ MPa 7,85 ≈ 8
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$\begin{aligned}f'_{cr} &= f'c + M \\ &= 25 + 7 \\ &= 32 \text{ Mpa} \quad \text{32,8} \approx 33 \text{ MPa}\end{aligned}$$

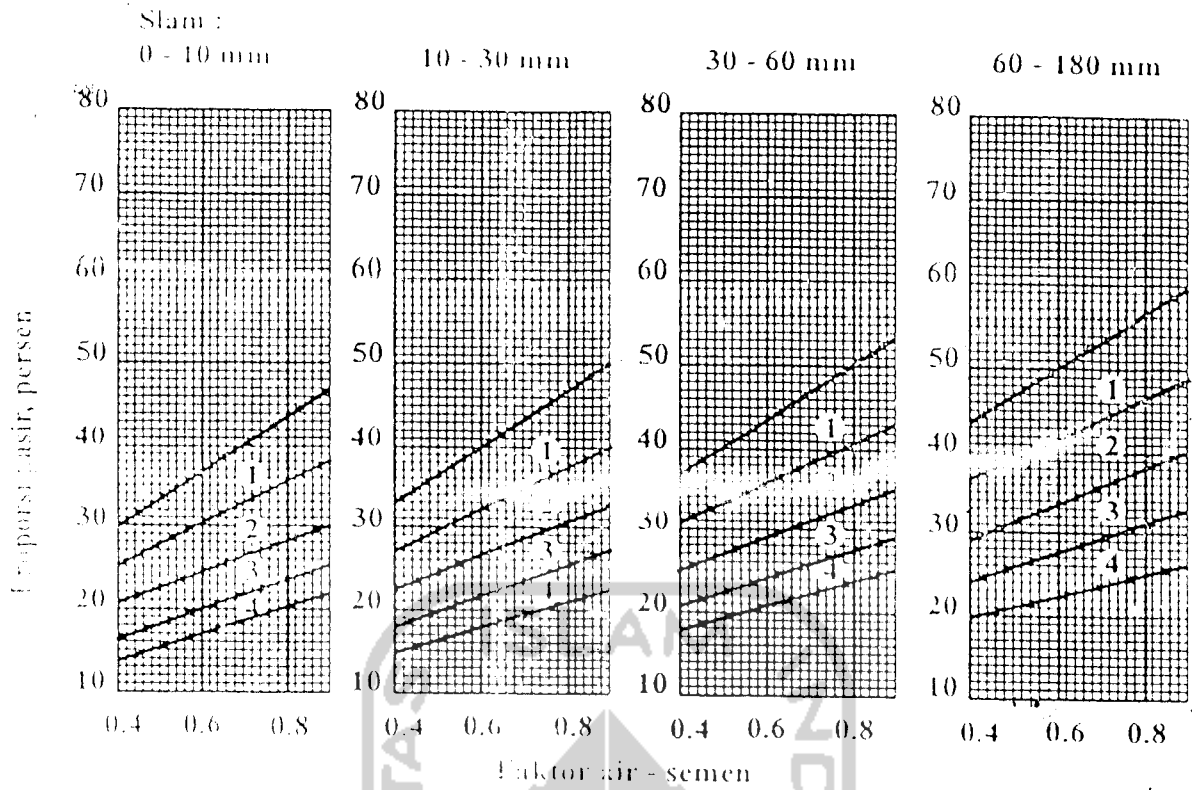
5. Menetapkan jenis semen = tipe I
6. Menetapkan jenis agregat



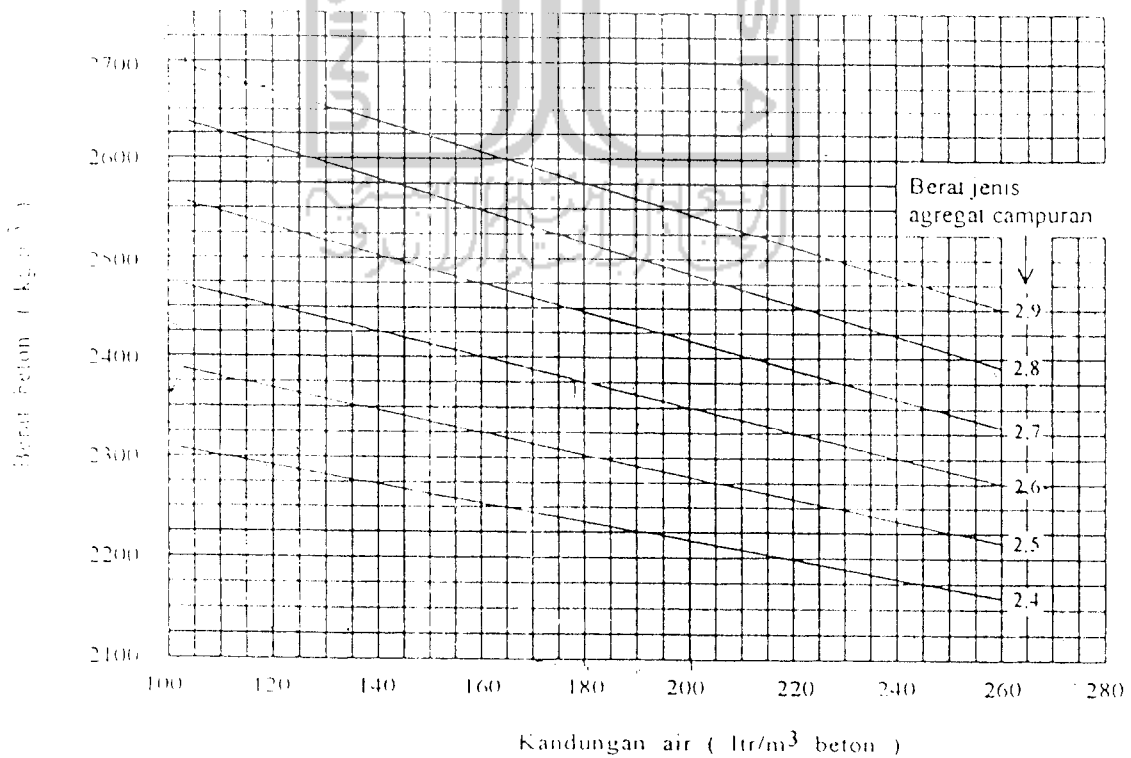
Gambar 7 10.a Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 10 mm



Gambar 7 10.b Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm



Gambar 7.10.c Grafik persentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 40 mm



Gambar 7.11. Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton.



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT SERAT PINANG

No. /Ka.Ops./LBKT/ / 2005

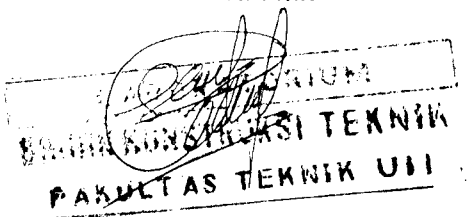
Penguji : Abdi Setiawan Diuji tanggal : 29 November 2005
Muhammad Junaedi
Pasir asal : Lereng Gunung Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1) = 576,5 gram
Berat tabung + Serat kering tungku (W2) = 668,5 gram
Berat Serat bersih (W2-W1) = 92 gram
Volume tabung (V) = 785 cm³
Berat isi padat (W2-W1) / V = 0,1172 gram/cm³

Jogyakarta, 29 November 2005

Dikerjakan oleh

Disahkan





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

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200
No. / K.a.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Abdi Setiawan Diuji tanggal : 29 November 2005
Muhammad Juaedi

Pasir asal : Lereng Gunung Merapi

Keperluan : Tugas Akhir

Ukuran maks. agregat (kering tungku)	=	4.8 mm
Berat agregat awal sebelum dicuci (W1)	=	500 gram
Berat setelah dicuci (W2)	=	492,6 gram
Berat yang lewat ayakan no.200 (W1-W2)	=	7,4 gram
Berat yang lewat ayakan no.200 (W1-W2)/W1 x 100%	=	1,48 %

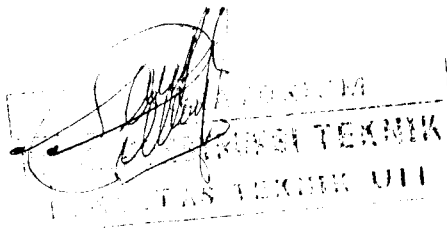
Menurut Persyaratan Umum Bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI) 1982
berat bagian yang lewat ayakan No.200 :

- Untuk pasir maksimum 5 %
- Untuk kerikil maksimum 1 %

Jogjakarta, 29 November 2005

Dikerjakan oleh

Disahkan



Digunakan jenis kerikil batu pecah

7. Menetapkan faktor air semen (dari Gb.7.8.) = 0,48

8. Faktor air semen maksimum (Tabel.7.12.) = 0,60

→ Dipakai f.a.s yang rendah = 0,48

9. Menetapkan nilai slump (Tabel.7.13.) = 100 mm (sudah ditentukan)

10. Menetapkan kebutuhan air (Tabel.7.14)

$$= 0,67 \times 225 + 0,33 \times 225 = 225 \text{ liter}$$

11. Menentukan kebutuhan semen

$$= \text{air/faktor air semen}$$

$$= \frac{225}{0,48} = 468,75 \text{ kg dipakai } 469 \text{ kg}$$

12. Kebutuhan semen minimum (Tabel.7.15.) = 275

→ Dipakai semen (diambil yang terbesar) = 469 kg

13. Perbandingan campuran pasir dan kerikil (Gb.7.10.b) = 42% dan 58%

14. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

$$= \frac{42}{100} \times 2,66 + \frac{58}{100} \times 2,68 = 2,672$$

15. Menentukan berat jenis beton (Gb.7.11.) = 2360 kg/m³

16. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$= 2360 - 225 - 469 = 1666 \text{ kg}$$

17. Menentukan kebutuhan pasir

$$= 42\% \times 1666 = 699,72 \text{ kg dibulatkan } 700 \text{ kg}$$

18. Menentukan kebutuhan kerikil

$$= 1666 - 700 = 966 \text{ kg}$$

ILAM IRAN

۳





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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR SERAT PINANG

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2005

Penguji : Abdi Setiawan Ditest tanggal : 29 November 2005
Muhammad Junaedi

Pasir asal : Lereng Gunung Merapi

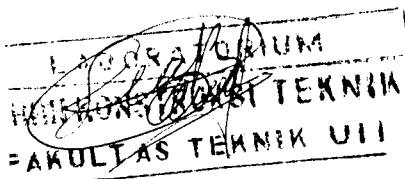
Keperluan : Tugas Akhir

Berat serat kering mutlak (Bk)	=	48 gram
Berat serat kondisi jenuh kering muka	=	50 gram
Berat piknometer berisi serat dan air (Bt)	=	664 gram
Berat piknometer berisi air (B)	=	658 gram
Berat jenis curah Bk / (B + 50 - Bt)	=	1,09 gr/cm ³
Berat jenis jenuh kering muka 500 / (B + 50 - Bt)	=	1.14 gr/cm ³
Berat jenis semu Bk / (B + Bk - Bt)	=	1,14 gr/cm ³
Penyerapan air (50 - Bk) / Bk x 100%	=	4,17 %

Jogjakarta, 29 November 2005

Dikerjakan oleh

Disahkan



Kesimpulan :

Untuk 1 m³ beton dibutuhkan :

- a. air = 225 liter
- b. semen = 469 kg (9,38 zak ukuran 50 kg)
- c. pasir = 700 kg
- d. kerikil = 966 kg

$$\text{Volume 30 selinder} = 30 \times 0,25 \times 3,14 \times (0,10)^2 \times 0,20 = 0,047 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume 15 balok} = 15 \times 0,10 \times 0,10 \times 0,50 = 0,075 \text{ m}^3 +$$

$$\text{Volume Total} = 0,122 \text{ m}^3$$

$$\text{Angka keamanan} = 20 \%$$

Untuk 0.122 m³ beton dibutuhkan:

$$\text{Air} = 1,20 \times 0,122 \times 225 = 32,9 \text{ liter}$$

$$\text{Semen} = 1,20 \times 0,122 \times 469 = 68,7 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 1,20 \times 0,122 \times 700 = 102,5 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 1,20 \times 0,122 \times 966 = 141,4 \text{ kg}$$

$$\text{Serat} = \left[\frac{0,25 + 0,50 + 0,75 + 1,0}{100} \right] \times 0,122 = 0,003 \text{ m}^3 \approx 3052,5 \text{ cm}^3$$

ILAM PERAN 4



**DATA BENDA UJI SILINDER
UNTUK PENGUJIAN KUAT DESAK BETON**

No	Kode Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (Ac) cm ²	Volume (V) cm ³	W kg	W rata-rata kg	Keterangan
1	BN - 1	10,200	19,900	81,671	1625,261	4,000		Beton Normal
2	BN - 2	10,200	20,000	81,671	1633,428	4,000		
3	BN - 3	10,200	20,000	81,671	1633,428	4,000	12,000	
4	BS 0,25% - 1	10,200	19,940	81,671	1628,528	3,960	4,000	Beton Serat Pinang 0,25%
5	BS 0,25% - 2	10,200	19,980	81,671	1631,795	4,000		
6	BS 0,25% - 3	10,200	19,955	81,671	1629,753	3,970	11,930	
7	BS 0,50% - 1	10,200	20,000	81,671	1633,428	3,985	3,977	Beton Serat Pinang 0,50%
8	BS 0,50% - 2	10,200	20,000	81,671	1633,428	3,980		
9	BS 0,50% - 3	10,200	19,950	81,671	1629,344	3,955	11,920	
10	BS 0,75% - 1	10,200	19,920	81,671	1626,894	3,930	3,973	Beton Serat Pinang 0,75%
11	BS 0,75% - 2	10,200	19,960	81,671	1630,161	3,980		
12	BS 0,75% - 3	10,200	19,988	81,671	1632,448	3,985	11,895	
13	BS 1,00% - 1	10,200	19,980	81,671	1631,795	3,950	3,965	Beton Serat Pinang 1,00%
14	BS 1,00% - 2	10,200	20,000	81,671	1633,428	3,960		
15	BS 1,00% - 3	10,200	19,900	81,671	1625,261	3,945	11,855	
							3,952	

**DATA BENDA UJI SILINDER
UNTUK PENGUJIAN KUAT TARIK BETON**

No	Kode Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (Ao) cm ²	Volume (V) cm ³	W kg	W rata-rata kg	Keterangan
1	BN - 1	10,200	19,900	81,671	1625,261	4,000		Beton Normal
2	BN - 2	10,200	20,000	81,671	1633,428	4,000		
3	BN - 3	10,200	20,000	81,671	1633,428	4,000	4,000	
4	BS 0,25% - 1	10,200	19,940	81,671	1628,528	3,970		Beton Serat Pinang 0,25%
5	BS 0,25% - 2	10,200	19,980	81,671	1631,795	3,985		
6	BS 0,25% - 3	10,200	19,955	81,671	1629,753	3,975	3,977	
7	BS 0,50% - 1	10,200	20,000	81,671	1633,428	3,970		Beton Serat Pinang 0,50%
8	BS 0,50% - 2	10,200	20,000	81,671	1633,428	3,970		
9	BS 0,50% - 3	10,200	19,950	81,671	1629,344	3,965	3,968	
10	BS 0,75% - 1	10,200	19,920	81,671	1626,894	3,940		Beton Serat Pinang 0,75%
11	BS 0,75% - 2	10,200	19,960	81,671	1630,161	3,975		
12	BS 0,75% - 3	10,200	19,988	81,671	1632,448	3,980	3,965	
13	BS 1,00% - 1	10,200	19,980	81,671	1631,795	3,960		Beton Serat Pinang 1,00%
14	BS 1,00% - 2	10,200	20,000	81,671	1633,428	3,965		
15	BS 1,00% - 3	10,200	19,900	81,671	1625,261	3,950	3,958	

**DATA BENDA UJI BALOK
UNTUK PENGUJIAN KUAT LENTUR**

No	Kode Slinder	b cm	h cm	L cm	Volume (V) cm ³	W kg	W rata-rata kg	Keterangan
1	BN - 1	10,300	10,500	50,000	5407,500	11,800		Beton Normal
2	BN - 2	10,200	10,400	50,500	5357,040	11,700		
3	BN - 3	10,300	10,650	49,500	5429,903	12,100	11,867	
4	BS 0,25% - 1	10,260	10,250	50,000	5258,250	11,700		Beton Serat Pinang 0,25%
5	BS 0,25% - 2	10,400	10,400	50,000	5408,000	12,200		
6	BS 0,25% - 3	10,350	10,350	50,000	5356,125	11,800	11,900	
7	BS 0,50% - 1	10,150	10,500	49,700	521,850	11,600		Beton Serat Pinang 0,50%
8	BS 0,50% - 2	10,280	10,100	50,200	507,020	11,200		
9	BS 0,50% - 3	10,200	10,300	50,300	518,090	11,500	11,433	
10	BS 0,75% - 1	10,100	10,100	50,000	505,000	11,100		Beton Serat Pinang 0,75%
11	BS 0,75% - 2	10,300	10,150	50,000	507,500	11,300		
12	BS 0,75% - 3	10,250	10,200	50,100	511,020	11,400	11,267	
13	BS 1,00% - 1	10,280	10,400	50,000	520,000	11,600		Beton Serat Pinang 1,00%
14	BS 1,00% - 2	10,150	10,320	49,800	513,936	11,400		
15	BS 1,00% - 3	10,200	10,050	50,300	505,515	11,200	11,400	

ALAM PERAN

5





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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Normal

Pengujian Kuat Tekan

BN - 01

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 14,9 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10 ⁻³ mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10 ⁻³	Regangan Terkoreksi 10 ⁻³
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	5	1,2244	0,0336	0,0768
20	2039	10	2,4488	0,0671	0,1104
30	3058	14	3,6733	0,0940	0,1372
40	4078	23	4,8977	0,1544	0,1976
50	5097	33	6,1221	0,2215	0,2647
60	6117	39	7,3465	0,2617	0,3050
70	7136	46	8,5709	0,3087	0,3520
80	8155	55	9,7954	0,3691	0,4124
90	9175	70	11,0198	0,4698	0,5130
100	10194	81	12,2442	0,5436	0,5869
110	11214	94	13,4686	0,6309	0,6741
120	12233	101	14,6930	0,6779	0,7211
130	13252	115	15,9174	0,7718	0,8151
140	14272	130	17,1419	0,8725	0,9157
150	15291	141	18,3663	0,9463	0,9895
160	16311	152	19,5907	1,0201	1,0634
170	17330	169	20,8151	1,1342	1,1775
180	18350	184	22,0395	1,2349	1,2781
190	19369	203	23,2640	1,3624	1,4057
200	20388	205	24,4884	1,3758	1,4191
210	21408	346	25,7128	2,3221	2,3654
220	22427	354	26,9372	2,3758	2,4191
223,7	22804	381	27,3902	2,5570	2,6003



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax: (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Normal

Pengujian Kuat Tekan

BN - 02

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 15 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	6	1,2244	0,0400	0,0766
20	2039	11	2,4488	0,0733	0,1099
30	3058	18	3,6733	0,1200	0,1566
40	4078	27	4,8977	0,1800	0,2166
50	5097	35	6,1221	0,2333	0,2699
60	6117	46	7,3465	0,3067	0,3432
70	7136	57	8,5709	0,3800	0,4166
80	8155	66	9,7954	0,4400	0,4766
90	9175	76	11,0198	0,5067	0,5432
100	10194	85	12,2442	0,5667	0,6032
110	11214	96	13,4686	0,6400	0,6766
120	12233	101	14,6930	0,6733	0,7099
130	13252	121	15,9174	0,8067	0,8432
140	14272	135	17,1419	0,9000	0,9366
150	15291	153	18,3663	1,0200	1,0566
160	16311	172	19,5907	1,1467	1,1832
170	17330	195	20,8151	1,3000	1,3366
180	18350	229	22,0395	1,5267	1,5632
190	19369	264	23,2640	1,7600	1,7966
200	20388	303	24,4884	2,0200	2,0566
210	21408	338	25,7128	2,2533	2,2899
220	22427	354	26,9372	2,3600	2,3966
221,2	22549	369	27,0841	2,4600	2,4966



Tabel Tegangan Regangan Beton Normal

engujian Kuat Tekan

N - 03

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

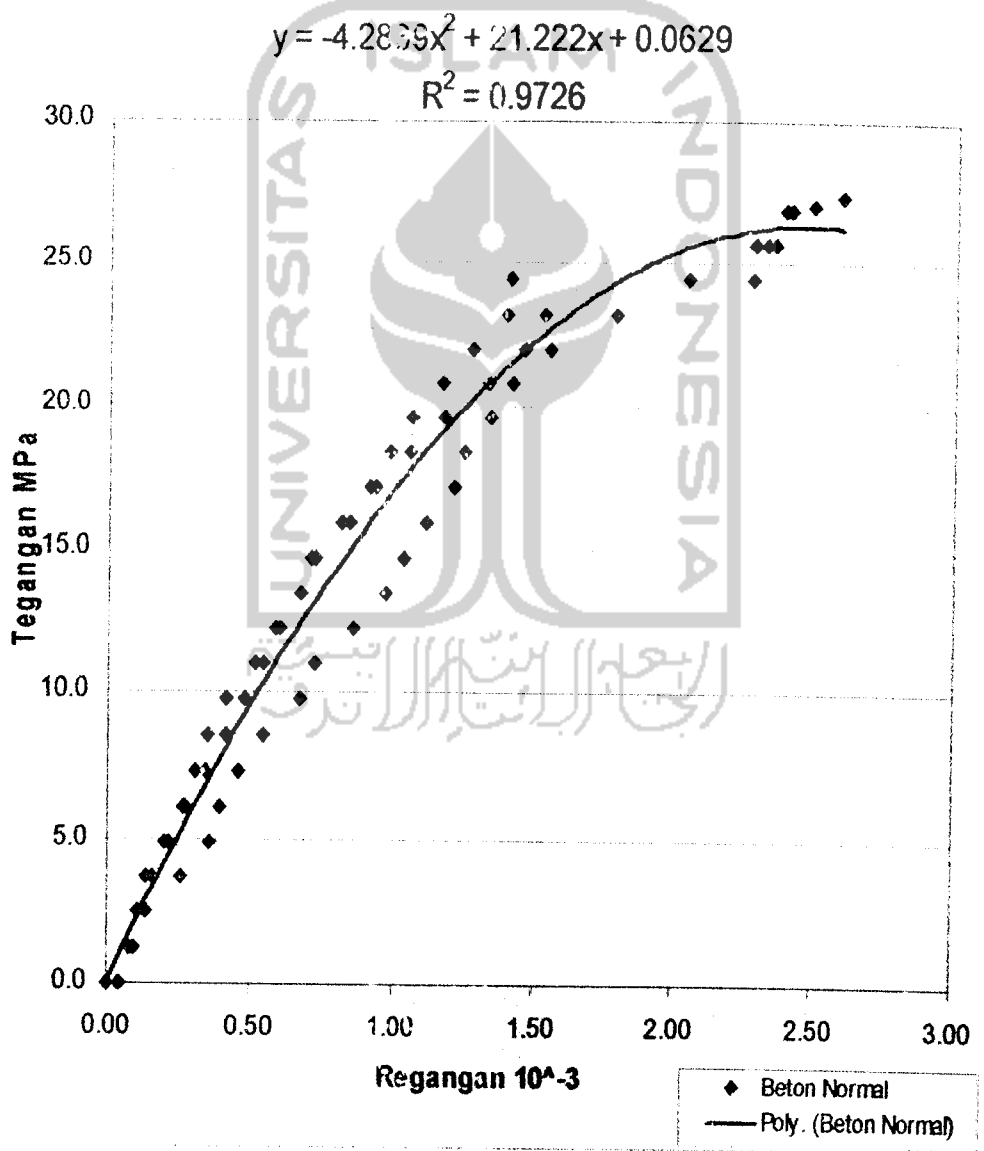
$$d_o = 15 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	6	1,2244	0,0400	0,0899
20	2039	13	2,4488	0,0867	0,1366
30	3058	31	3,6733	0,2067	0,2566
40	4078	46	4,8977	0,3067	0,3566
50	5097	52	6,1221	0,3467	0,3966
60	6117	61	7,3465	0,4067	0,4566
70	7136	74	8,5709	0,4933	0,5432
80	8155	94	9,7954	0,6267	0,6766
90	9175	101	11,0198	0,6733	0,7232
100	10194	121	12,2442	0,8067	0,8566
110	11214	139	13,4686	0,9267	0,9766
120	12233	148	14,6930	0,9867	1,0366
130	13252	160	15,9174	1,0667	1,1166
140	14272	175	17,1419	1,1667	1,2166
150	15291	180	18,3663	1,2000	1,2499
160	16311	194	19,5907	1,2933	1,3432
170	17330	206	20,8151	1,3733	1,4232
180	18350	213	22,0395	1,4200	1,4699
190	19369	223	23,2640	1,4867	1,5366
200	20388	335	24,4884	2,2333	2,2832
210	21408	343	25,7128	2,2867	2,3366
219,6	22386	355	26,8882	2,3667	2,4166



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584



Grafik Tegangan Regangan Kuat Desak Beton Normal



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

Jln. Kalurang Km. 14.4 Hp: (0274) 895707, 895042 fax: (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,25 %- 01

$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$

$L_0 = 14,940 \text{ cm}$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	3	1,2244	0,0201	0,1164
20	2039	5	2,4488	0,0335	0,1298
30	3058	9	3,6733	0,0602	0,1565
40	4078	12	4,8977	0,0803	0,1766
50	5097	20	6,1221	0,1339	0,2302
60	6117	29	7,3465	0,1941	0,2904
70	7136	37	8,5709	0,2477	0,3440
80	8155	44	9,7954	0,2945	0,3908
90	9175	60	11,0198	0,4016	0,4979
100	10194	68	12,2442	0,4552	0,5514
110	11214	74	13,4686	0,4953	0,5916
120	12233	82	14,6930	0,5489	0,6452
130	13252	89	15,9174	0,5957	0,6920
140	14272	98	17,1419	0,6560	0,7523
150	15291	104	18,3663	0,6961	0,7924
160	16311	127	19,5907	0,8501	0,9464
170	17330	137	20,8151	0,9170	1,0133
180	18350	162	22,0395	1,0843	1,1806
190	19369	186	23,2640	1,2450	1,3413
200	20388	214	24,4884	1,4324	1,5287
210	21408	252	25,7128	1,6867	1,7830
220	22427	297	26,9372	1,9880	2,0842
230	23447	342	28,1616	2,2892	2,3855
230,8	23528	349	28,2596	2,3360	2,4323



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,25 %- 02

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 14,980 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	3	1,2244	0,0200	0,1964
20	2039	17	2,4488	0,1135	0,2899
30	3058	24	3,6733	0,1602	0,3366
40	4078	34	4,8977	0,2270	0,4034
50	5097	49	6,1221	0,3271	0,5035
60	6117	61	7,3465	0,4072	0,5836
70	7136	74	8,5709	0,4940	0,6704
80	8155	82	9,7954	0,5474	0,7238
90	9175	101	11,0198	0,6742	0,8507
100	10194	113	12,2442	0,7543	0,9308
110	11214	128	13,4686	0,8545	1,0309
120	12233	134	14,6930	0,8945	1,0709
130	13252	148	15,9174	0,9880	1,1644
140	14272	171	17,1419	1,1415	1,3179
150	15291	194	18,3663	1,2951	1,4715
160	16311	221	19,5907	1,4753	1,6517
170	17330	249	20,8151	1,6622	1,8386
180	18350	271	22,0395	1,8091	1,9855
190	19369	298	23,2640	1,9893	2,1657
200	20388	306	24,4884	2,0427	2,2191
210	21408	319	25,7128	2,1295	2,3059
220	22427	324	26,9372	2,1629	2,3393
230	23447	332	28,1616	2,2163	2,3927
240	24466	341	29,3861	2,2764	2,4528
244,7	24945	358	29,9615	2,3899	2,5663



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,25 %- 02

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 14,980 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	3	1,2244	0,0200	0,1964
20	2039	17	2,4488	0,1135	0,2899
30	3058	24	3,6733	0,1602	0,3366
40	4078	34	4,8977	0,2270	0,4034
50	5097	49	6,1221	0,3271	0,5035
60	6117	61	7,3465	0,4072	0,5836
70	7136	74	8,5709	0,4940	0,6704
80	8155	82	9,7954	0,5474	0,7238
90	9175	101	11,0198	0,6742	0,8507
100	10194	113	12,2442	0,7543	0,9308
110	11214	128	13,4686	0,8545	1,0309
120	12233	134	14,6930	0,8945	1,0709
130	13252	148	15,9174	0,9880	1,1644
140	14272	171	17,1419	1,1415	1,3179
150	15291	194	18,3663	1,2951	1,4715
160	16311	221	19,5907	1,4753	1,6517
170	17330	249	20,8151	1,6622	1,8386
180	18350	271	22,0395	1,8091	1,9855
190	19369	298	23,2640	1,9893	2,1657
200	20388	306	24,4884	2,0427	2,2191
210	21408	319	25,7128	2,1295	2,3059
220	22427	324	26,9372	2,1629	2,3393
230	23447	332	28,1616	2,2163	2,3927
240	24466	341	29,3861	2,2764	2,4528
244,7	24945	358	29,9615	2,3899	2,5663



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

Jln. Kahurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,25 %- 03

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 14,955 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	4	1,2244	0,0267	0,1230
20	2039	7	2,4488	0,0468	0,1498
30	3058	18	3,6733	0,1204	0,2233
40	4078	25	4,8977	0,1672	0,2702
50	5097	37	6,1221	0,2474	0,3504
60	6117	51	7,3465	0,3410	0,4440
70	7136	64	8,5709	0,4280	0,5309
80	8155	73	9,7954	0,4881	0,5911
90	9175	89	11,0198	0,5951	0,6981
100	10194	94	12,2442	0,6286	0,7315
110	11214	98	13,4686	0,6553	0,7583
120	12233	131	14,6930	0,8760	0,9789
130	13252	152	15,9174	1,0164	1,1194
140	14272	164	17,1419	1,0966	1,1996
150	15291	189	18,3663	1,2638	1,3668
160	16311	194	19,5907	1,2972	1,4002
170	17330	219	20,8151	1,4644	1,5674
180	18350	233	22,0395	1,5580	1,6610
190	19369	257	23,2640	1,7185	1,8215
200	20388	301	24,4884	2,0127	2,1157
210	21408	335	25,7128	2,2401	2,3430
220	22427	342	26,9372	2,2869	2,3898
230	23447	355	28,1616	2,3738	2,4768
235,9	24048	362	28,8840	2,4206	2,5236



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,50 %- 01

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 15 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	5	1,2244	0,0333	0,2374
20	2039	12	2,4488	0,0800	0,2841
30	3058	19	3,6733	0,1267	0,3307
40	4078	28	4,8977	0,1867	0,3907
50	5097	43	6,1221	0,2867	0,4907
60	6117	57	7,3465	0,3800	0,5841
70	7136	92	8,5709	0,6133	0,8174
80	8155	101	9,7954	0,6733	0,8774
90	9175	137	11,0198	0,9133	1,1174
100	10194	143	12,2442	0,9533	1,1574
110	11214	152	13,4686	1,0133	1,2174
120	12233	169	14,6930	1,1267	1,3307
130	13252	181	15,9174	1,2067	1,4107
140	14272	197	17,1419	1,3133	1,5174
150	15291	210	18,3663	1,4000	1,6041
160	16311	213	19,5907	1,4200	1,6241
170	17330	229	20,8151	1,5267	1,7307
180	18350	274	22,0395	1,8267	2,0307
190	19369	280	23,2640	1,8667	2,0707
200	20388	292	24,4884	1,9467	2,1507
210	21408	313	25,7128	2,0867	2,2907
220	22427	324	26,9372	2,1600	2,3641
230	23447	332	28,1616	2,2133	2,4174
240	24466	341	29,3861	2,2733	2,4774
250	25485	347	30,6105	2,3133	2,5174
260	26505	350	31,8349	2,3333	2,5374
263,5	26862	355	32,2634	2,3667	2,5707



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

Jln, Kaliurang Km, 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,50 %- 02

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

Lo = 15 cm

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3}mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	6	1,2244	0,0400	0,2174
20	2039	10	2,4488	0,0667	0,2441
30	3058	14	3,6733	0,0933	0,2707
40	4078	21	4,8977	0,1400	0,3174
50	5097	33	6,1221	0,2200	0,3974
60	6117	44	7,3465	0,2933	0,4707
70	7136	56	8,5709	0,3733	0,5507
80	8155	60	9,7954	0,4000	0,5774
90	9175	75	11,0198	0,5000	0,6774
100	10194	94	12,2442	0,6267	0,8041
110	11214	98	13,4686	0,6533	0,8307
120	12233	131	14,6930	0,8733	1,0507
130	13252	152	15,9174	1,0133	1,1907
140	14272	164	17,1419	1,0933	1,2707
150	15291	189	18,3663	1,2600	1,4374
160	16311	194	19,5907	1,2933	1,4707
170	17330	219	20,8151	1,4600	1,6374
180	18350	233	22,0395	1,5533	1,7307
190	19369	257	23,2640	1,7133	1,8907
200	20388	301	24,4884	2,0067	2,1841
210	21408	312	25,7128	2,0800	2,2574
220	22427	324	26,9372	2,1600	2,3374
230	23447	331	28,1616	2,2067	2,3841
240	24466	337	29,3861	2,2467	2,4241
247,2	25200	342	30,2676	2,2800	2,4574



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,50 %- 03

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

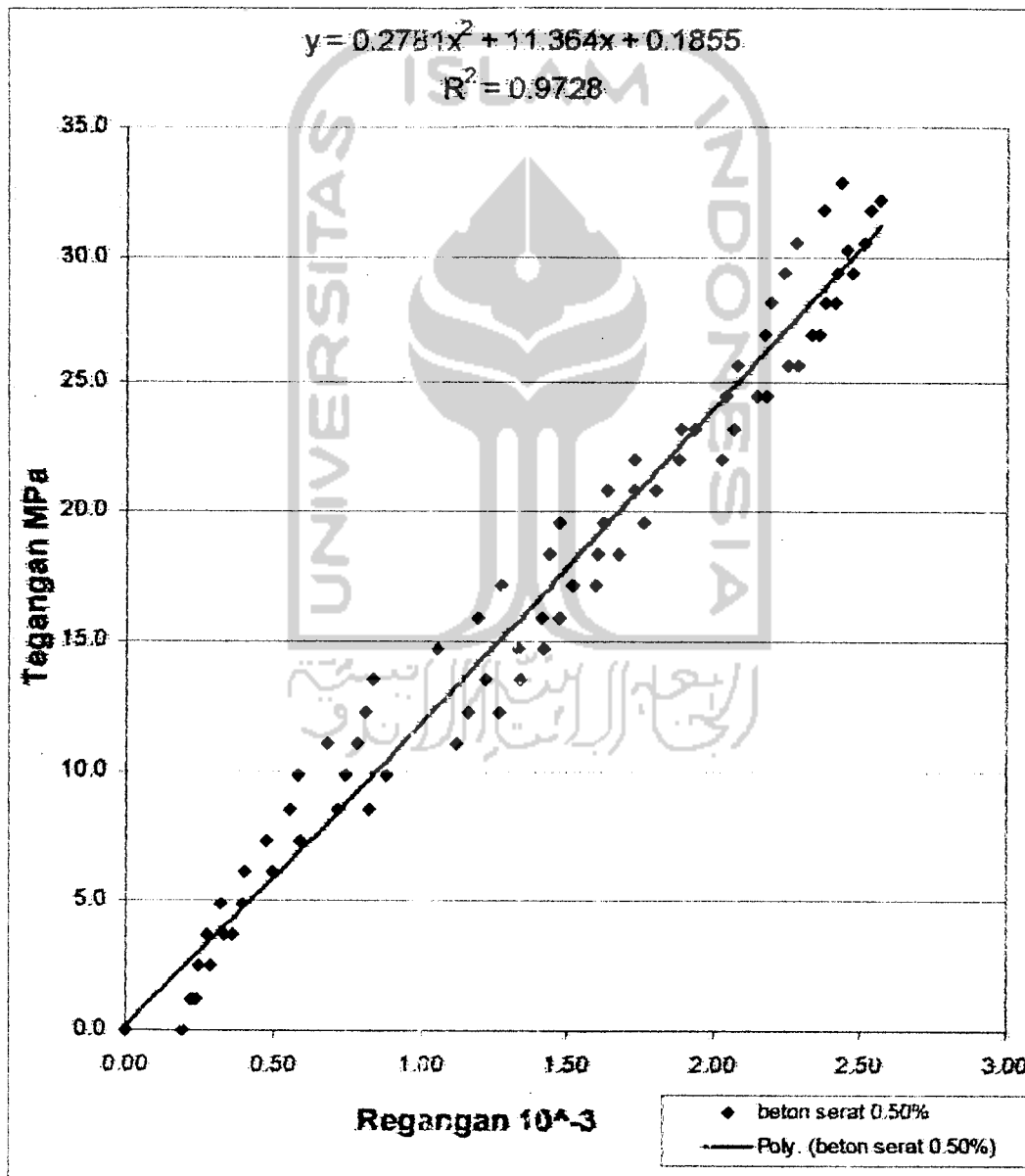
$$L_o = 14,950 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	9	1,2244	0,0602	0,2242
20	2039	14	2,4488	0,0936	0,2844
30	3058	25	3,6733	0,1672	0,3579
40	4078	30	4,8977	0,2007	0,3914
50	5097	45	6,1221	0,3010	0,4917
60	6117	59	7,3465	0,3946	0,5854
70	7136	78	8,5709	0,5217	0,7125
80	8155	82	9,7954	0,5485	0,7392
90	9175	88	11,0198	0,5886	0,7794
100	10194	160	12,2442	1,0702	1,2610
110	11214	171	13,4686	1,1438	1,3345
120	12233	183	14,6930	1,2241	1,4148
130	13252	191	15,9174	1,2776	1,4683
140	14272	210	17,1419	1,4047	1,5954
150	15291	222	18,3663	1,4849	1,6757
160	16311	235	19,5907	1,5719	1,7626
170	17330	241	20,8151	1,6120	1,8028
180	18350	253	22,0395	1,6923	1,8830
190	19369	261	23,2640	1,7458	1,9365
200	20388	277	24,4884	1,8528	2,0436
210	21408	283	25,7128	1,8930	2,0837
220	22427	297	26,9372	1,9866	2,1773
230	23447	300	28,1616	2,0067	2,1974
240	24466	307	29,3861	2,0535	2,2442
250	25485	313	30,6105	2,0936	2,2844
260	26505	327	31,8349	2,1873	2,3780
269	27422	335	32,9369	2,2408	2,4315



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584



Grafik Tegangan Regangan Kuat Desak Beton Serat Pinang (BS-0,50%)



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,75 - 01

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 14,920 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	5	1,2244	0,0335	0,1068
20	2039	10	2,4488	0,0670	0,1403
30	3058	16	3,6733	0,1072	0,1805
40	4078	22	4,8977	0,1475	0,2208
50	5097	35	6,1221	0,2346	0,3079
60	6117	41	7,3465	0,2748	0,3481
70	7136	57	8,5709	0,3820	0,4553
80	8155	66	9,7954	0,4424	0,5157
90	9175	74	11,0198	0,4960	0,5693
100	10194	85	12,2442	0,5697	0,6430
110	11214	96	13,4686	0,6434	0,7167
120	12233	110	14,6930	0,7373	0,8106
130	13252	121	15,9174	0,8110	0,8843
140	14272	135	17,1419	0,9048	0,9781
150	15291	153	18,3663	1,0255	1,0988
160	16311	172	19,5907	1,1528	1,2261
170	17330	195	20,8151	1,3070	1,3803
180	18350	229	22,0395	1,5349	1,6082
190	19369	231	23,2640	1,5483	1,6216
200	20388	238	24,4884	1,5952	1,6685
210	21408	240	25,7128	1,6086	1,6819
220	22427	251	26,9372	1,6823	1,7556
230	23447	264	28,1616	1,7694	1,8427
240	24466	275	29,3861	1,8432	1,9165
250	25485	288	30,6105	1,9303	2,0036
260	26505	290	31,8349	1,9437	2,0170
260,5	26556	295	31,8961	1,9772	2,0505



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,75 %- 02

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 14,960 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	6	1,2244	0,0401	0,1022
20	2039	11	2,4488	0,0735	0,1356
30	3058	17	3,6733	0,1136	0,1757
40	4078	25	4,8977	0,1671	0,2292
50	5097	31	6,1221	0,2072	0,2693
60	6117	43	7,3465	0,2874	0,3495
70	7136	57	8,5709	0,3810	0,4431
80	8155	60	9,7954	0,4011	0,4631
90	9175	73	11,0198	0,4880	0,5500
100	10194	86	12,2442	0,5749	0,6369
110	11214	91	13,4686	0,6083	0,6703
120	12233	103	14,6930	0,6885	0,7506
130	13252	110	15,9174	0,7353	0,7973
140	14272	123	17,1419	0,8222	0,8842
150	15291	150	18,3663	1,0027	1,0647
160	16311	161	19,5907	1,0762	1,1383
170	17330	169	20,8151	1,1297	1,1917
180	18350	189	22,0395	1,2634	1,3254
190	19369	199	23,2640	1,3302	1,3923
200	20388	203	24,4884	1,3570	1,4190
210	21408	213	25,7128	1,4238	1,4859
220	22427	219	26,9372	1,4639	1,5260
230	23447	225	28,1616	1,5040	1,5661
240	24466	233	29,3861	1,5575	1,6195
250	25485	241	30,6105	1,6110	1,6730
260	26505	255	31,8349	1,7045	1,7666
270	27524	263	33,0593	1,7580	1,8201
277,3	28268	276	33,9531	1,8449	1,9070



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

Jl. Kaliurang Km. 14.4 Tl. (0274) 905707-905042 Fax: (0274) 905730 E-mail: info@iaindonesia.com

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 0,75 %- 03

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

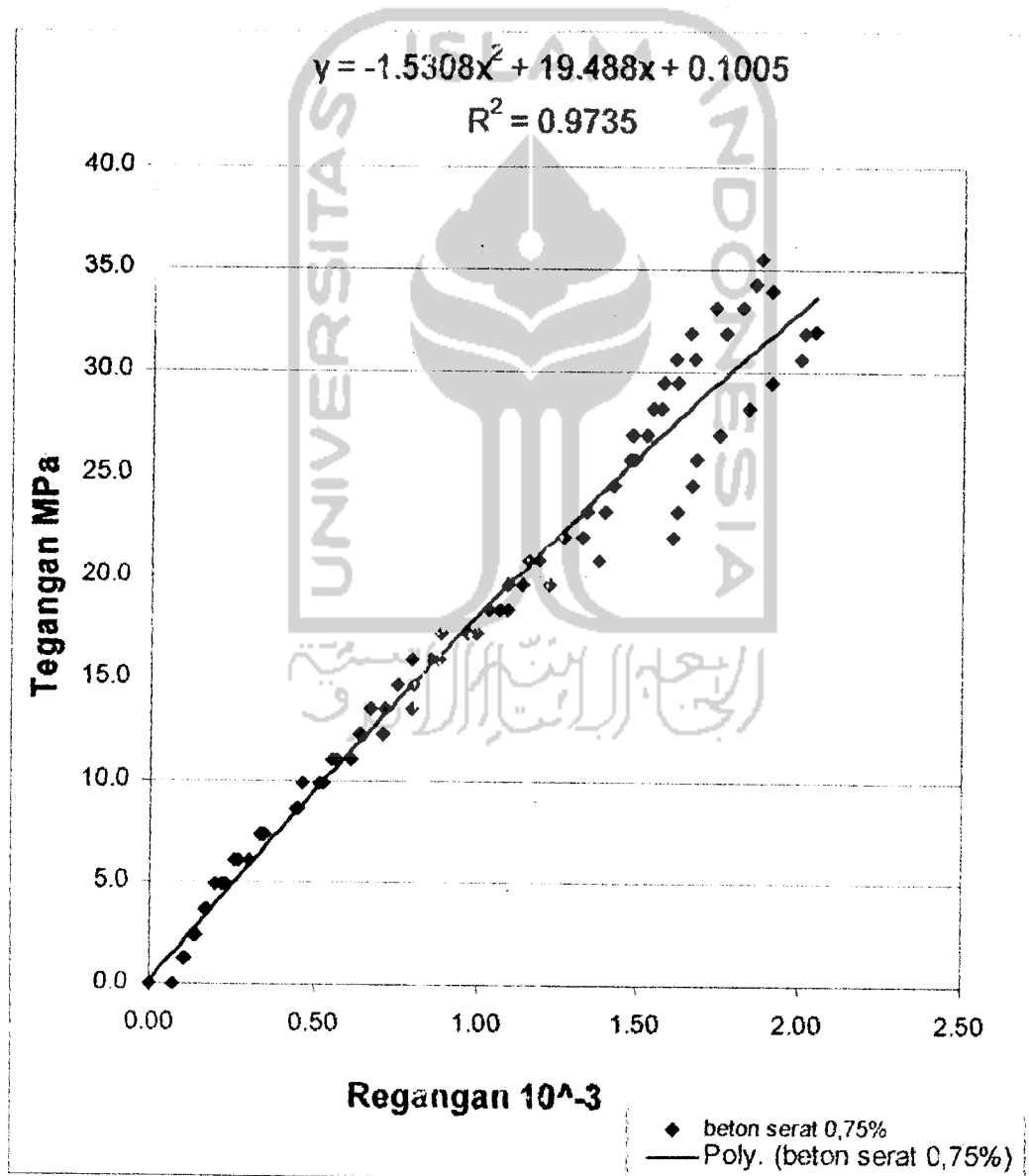
$$L_o = 14,988 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	5	1,2244	0,0334	0,1088
20	2039	11	2,4488	0,0734	0,1421
30	3058	15	3,6733	0,1001	0,1688
40	4078	20	4,8977	0,1334	0,2022
50	5097	28	6,1221	0,1868	0,2556
60	6117	40	7,3465	0,2669	0,3356
70	7136	57	8,5709	0,3803	0,4490
80	8155	69	9,7954	0,4604	0,5291
90	9175	81	11,0198	0,5404	0,6092
100	10194	96	12,2442	0,6405	0,7093
110	11214	109	13,4686	0,7272	0,7960
120	12233	110	14,6930	0,7339	0,8027
130	13252	118	15,9174	0,7873	0,8560
140	14272	139	17,1419	0,9274	0,9961
150	15291	145	18,3663	0,9674	1,0362
160	16311	153	19,5907	1,0208	1,0896
170	17330	163	20,8151	1,0875	1,1563
180	18350	179	22,0395	1,1943	1,2630
190	19369	190	23,2640	1,2677	1,3364
200	20388	203	24,4884	1,3544	1,4232
210	21408	210	25,7128	1,4011	1,4699
220	22427	211	26,9372	1,4078	1,4765
230	23447	221	28,1616	1,4745	1,5433
240	24466	226	29,3861	1,5079	1,5766
250	25485	231	30,6105	1,5412	1,6100
260	26505	238	31,8349	1,5879	1,6567
270	27524	250	33,0593	1,6680	1,7367
280	28544	268	34,2837	1,7881	1,8568
289,7	29533	271	35,4714	1,8081	1,8769



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584



Grafik Tegangan Regangan Kuat Desak Beton Serat Pinang (BS-0,75%)



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 1,00 %- 01

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 14,98 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Koreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	7	1,2244	0,0467	0,1125
20	2039	13	2,4488	0,0868	0,1526
30	3058	18	3,6733	0,1202	0,1860
40	4078	28	4,8977	0,1869	0,2527
50	5097	35	6,1221	0,2336	0,2994
60	6117	45	7,3465	0,3004	0,3662
70	7136	51	8,5709	0,3405	0,4062
80	8155	62	9,7954	0,4139	0,4797
90	9175	74	11,0198	0,4940	0,5598
100	10194	89	12,2442	0,5941	0,6599
110	11214	95	13,4686	0,6342	0,7000
120	12233	107	14,6930	0,7143	0,7801
130	13252	115	15,9174	0,7677	0,8335
140	14272	121	17,1419	0,8077	0,8735
150	15291	130	18,3663	0,8678	0,9336
160	16311	142	19,5907	0,9479	1,0137
170	17330	153	20,8151	1,0214	1,0872
180	18350	160	22,0395	1,0681	1,1339
190	19369	177	23,2640	1,1816	1,2474
200	20388	189	24,4884	1,2617	1,3275
210	21408	191	25,7128	1,2750	1,3408
220	22427	200	26,9372	1,3351	1,4009
230	23447	203	28,1616	1,3551	1,4209
240	24466	210	29,3861	1,4019	1,4677
250	25485	218	30,6105	1,4553	1,5211
260	26505	222	31,8349	1,4820	1,5478
265,9	27106	250	32,5573	1,6689	1,7347



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 1,00 %- 02

$$A_o = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

$$L_o = 305 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_o$ 10^{-3}	Regangan Koreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	5	1,2244	0,0333	0,0858
20	2039	7	2,4488	0,0467	0,0991
30	3058	11	3,6733	0,0733	0,1258
40	4078	17	4,8977	0,1133	0,1658
50	5097	22	6,1221	0,1467	0,1991
60	6117	31	7,3465	0,2067	0,2591
70	7136	40	8,5709	0,2667	0,3191
80	8155	53	9,7954	0,3533	0,4058
90	9175	64	11,0198	0,4267	0,4791
100	10194	72	12,2442	0,4800	0,5325
110	11214	88	13,4686	0,5867	0,6391
120	12233	95	14,6930	0,6333	0,6858
130	13252	105	15,9174	0,7000	0,7525
140	14272	115	17,1419	0,7667	0,8191
150	15291	122	18,3663	0,8133	0,8658
160	16311	128	19,5907	0,8533	0,9058
170	17330	135	20,8151	0,9000	0,9525
180	18350	151	22,0395	1,0067	1,0591
190	19369	160	23,2640	1,0667	1,1191
200	20388	173	24,4884	1,1533	1,2058
210	21408	180	25,7128	1,2000	1,2525
220	22427	198	26,9372	1,3200	1,3725
230	23447	210	28,1616	1,4000	1,4525
240	24466	213	29,3861	1,4200	1,4725
250	25485	220	30,6105	1,4667	1,5191
260	26505	222	31,8349	1,4800	1,5325
270	27524	227	33,0593	1,5133	1,5658
271,7	27698	231	33,2675	1,5400	1,5925



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Tekan

BS 1,00 %- 03

$$A_0 = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 10,2^2 = 81,6714 \text{ cm}^2$$

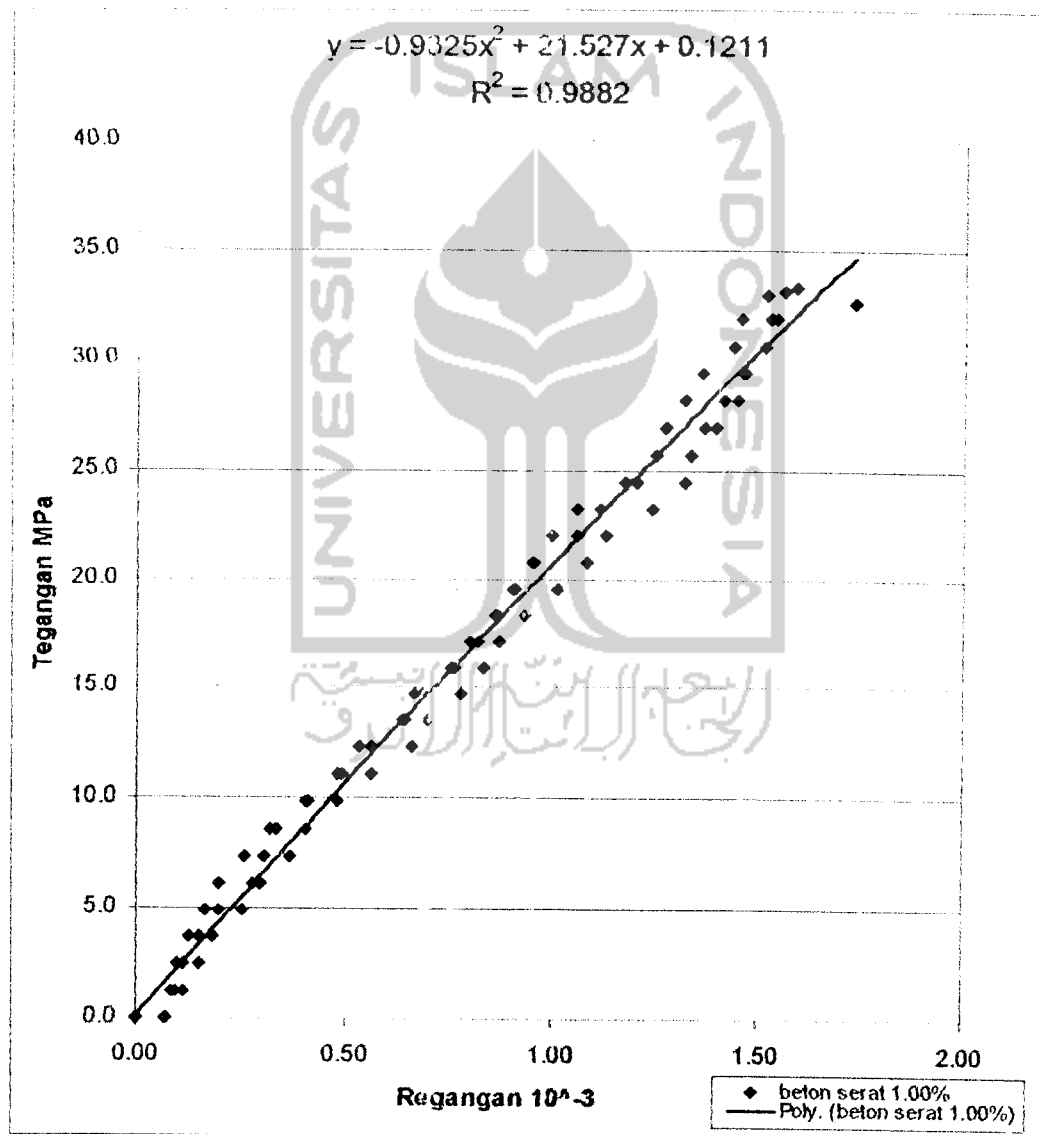
$$L_0 = 4,9 \text{ cm}$$

Beban kN	Beban kg	ΔL 10^{-3} mm	Tegangan σ MPa	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ 10^{-3}	Regangan Terkoreksi 10^{-3}
1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019	6	1,2244	0,0403	0,0926
20	2039	9	2,4488	0,0604	0,1127
30	3058	15	3,6733	0,1007	0,1530
40	4078	22	4,8977	0,1477	0,2000
50	5097	34	6,1221	0,2282	0,2805
60	6117	38	7,3465	0,2550	0,3074
70	7136	42	8,5709	0,2819	0,3342
80	8155	53	9,7954	0,3557	0,4080
90	9175	65	11,0198	0,4362	0,4886
100	10194	76	12,2442	0,5101	0,5624
110	11214	88	13,4686	0,5906	0,6429
120	12233	91	14,6930	0,6107	0,6631
130	13252	106	15,9174	0,7114	0,7637
140	14272	112	17,1419	0,7517	0,8040
150	15291	121	18,3663	0,8121	0,8644
160	16311	128	19,5907	0,8591	0,9114
170	17330	135	20,8151	0,9060	0,9584
180	18350	141	22,0395	0,9463	0,9986
190	19369	150	23,2640	1,0067	1,0590
200	20388	168	24,4884	1,1275	1,1798
210	21408	179	25,7128	1,2013	1,2537
220	22427	183	26,9372	1,2282	1,2805
230	23447	190	28,1616	1,2752	1,3275
240	24466	196	29,3861	1,3154	1,3678
250	25485	207	30,6105	1,3893	1,4416
260	26505	210	31,8349	1,4094	1,4617
268,7	27392	219	32,9001	1,4698	1,5221



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

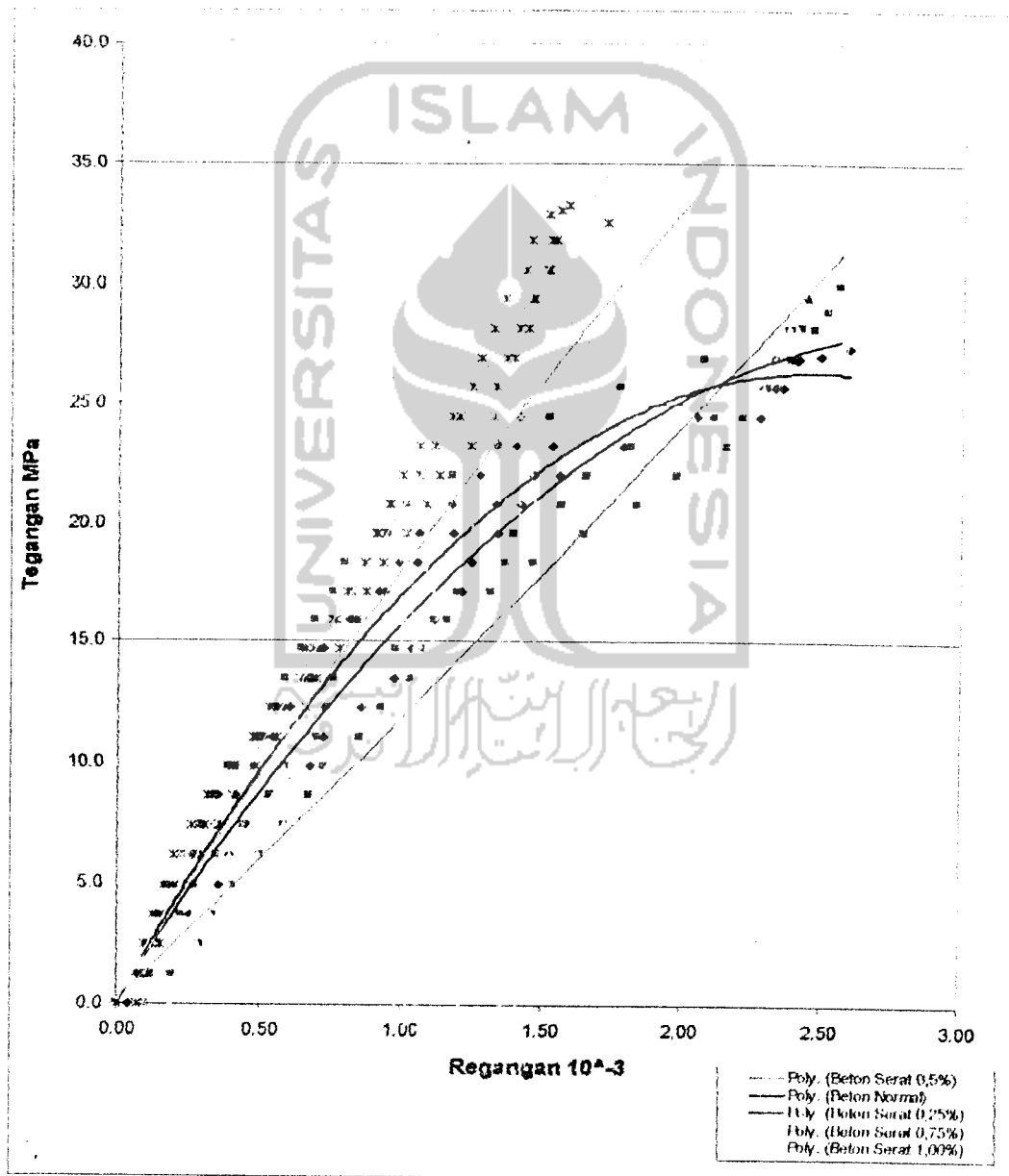


Grafik Tegangan Regangan Kuat Desak Beton Serat Pinang (BS-1,00%)



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

Jl. Kalirejo Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax . (0274) 895330 Yogyakarta 55384



Grafik Gabungan Tegangan Regangan Kuat Desak Beton

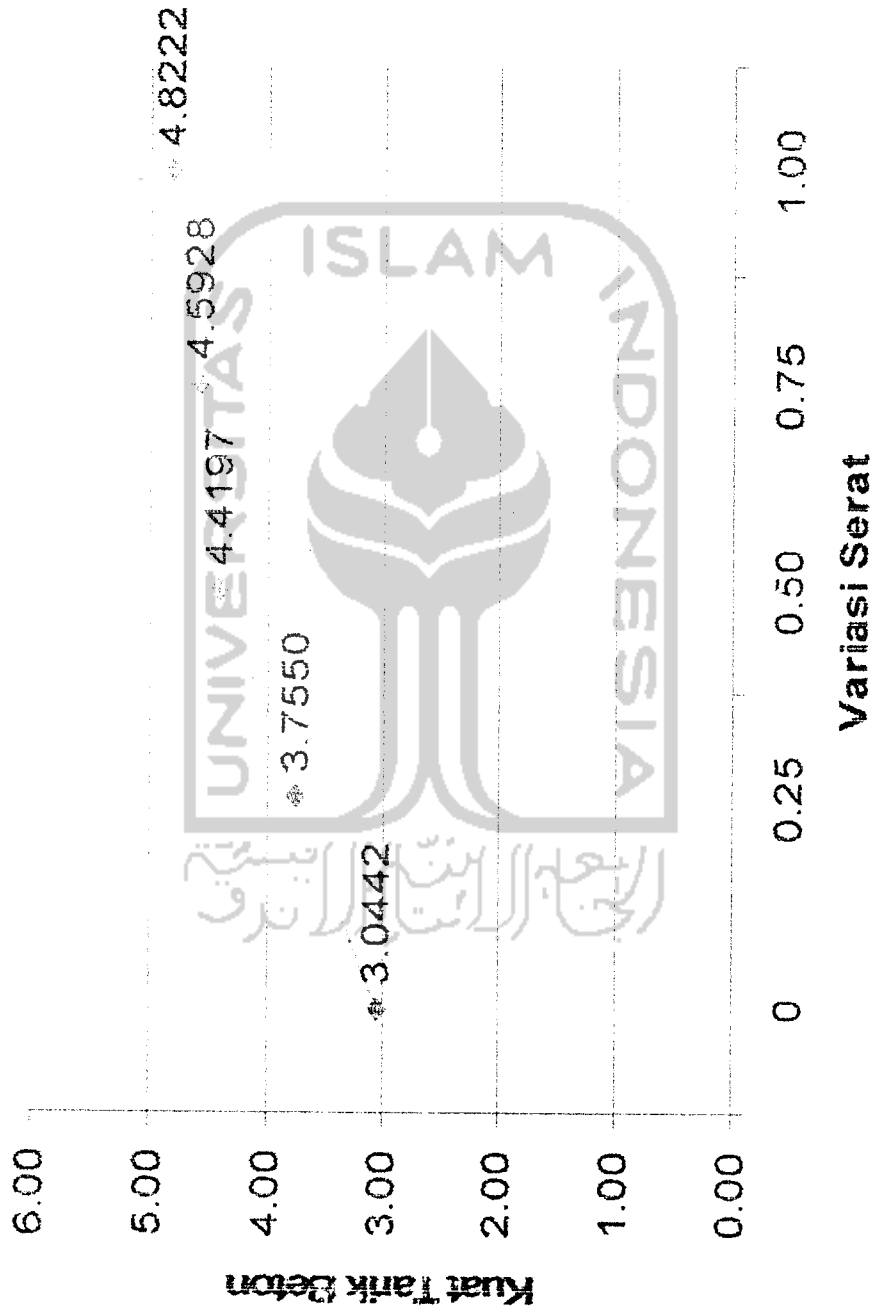
ILAMPERAN 6



HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK

No.	KODE BENDA UJI	DIMENSI		BEBAN MAKSIMAL KN	BEBAN MAKSIMAL KG	KUAT TARIK (kg/cm ²)
		d (cm)	t (cm)			
1	BN - 1	10,200	19,900	83	8463,5930	2,6558
2	BN - 2	10,200	20,000	97	9891,1870	3,0883
3	BN - 3	10,200	20,000	95,4	9728,0334	3,0374
Kuat Tarik Rata-Rata						
4	BS 0,25% - 1	10,200	19,940	113	11522,7230	3,6085
5	BS 0,25% - 2	10,200	19,980	106,5	10859,9115	3,3941
6	BS 0,25% - 3	10,200	19,955	120	12236,5200	3,8292
Kuat Tarik Rata-Rata						
7	BS 0,50% - 1	10,200	20,000	133,3	13592,7343	4,2440
8	BS 0,50% - 2	10,200	20,000	130,9	13348,0039	4,1676
9	BS 0,50% - 3	10,200	19,950	135,9	13857,8589	4,3376
Kuat Tarik Rata-Rata						
10	BS 0,75% - 1	10,200	19,920	140,9	14367,7139	4,5040
11	BS 0,75% - 2	10,200	19,960	135,4	13806,8734	4,3195
12	BS 0,75% - 3	10,200	19,988	138,9	14163,7719	4,4250
Kuat Tarik Rata-Rata						
13	BS 1,00% - 1	10,200	19,980	143,8	14663,4298	4,5829
14	BS 1,00% - 2	10,200	20,000	141,3	14408,5023	4,4987
15	BS 1,00% - 3	10,200	19,900	150,9	15387,4239	4,8285
Kuat Tarik Rata-Rata						
					4,6367	

GRAFIK PERBANDINGAN KUAT TARIK DAN VARIASI SERAT



Variasi campuran

ILHAM JERAN 7





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

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Beban Lendutan Beton Normal

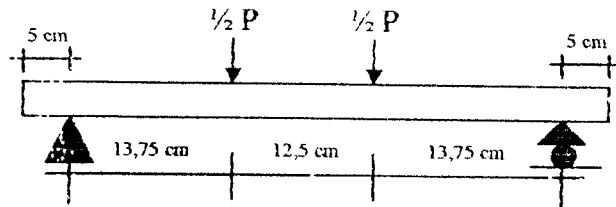
Pengujian Kuat Lentur

BN - 01

L = 40 cm

b = 10,30 cm

h = 10,50 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0337	0,1816	1
100	0,9807	0,0674	0,3633	3
150	1,4710	0,1011	0,5449	5
200	1,9613	0,1348	0,7265	7
250	2,4517	0,1686	0,9081	9
300	2,9420	0,2023	1,0898	11
350	3,4323	0,2360	1,2714	12
400	3,9227	0,2697	1,4530	14
450	4,4130	0,3034	1,6346	16
500	4,9034	0,3371	1,8163	19
550	5,3937	0,3708	1,9979	22
600	5,8840	0,4045	2,1795	23
650	6,3744	0,4382	2,3611	25
700	6,8647	0,4719	2,5428	26
750	7,3550	0,5057	2,7244	29
800	7,8454	0,5394	2,9060	31
850	8,3357	0,5731	3,0876	34
900	8,8260	0,6068	3,2693	36
950	9,3164	0,6405	3,4509	39
1000	9,8067	0,6742	3,6325	42
1040	10,1990	0,7012	3,7778	46



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

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Tlp. (0274) 895767, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Beban Lendutan Beton Normal

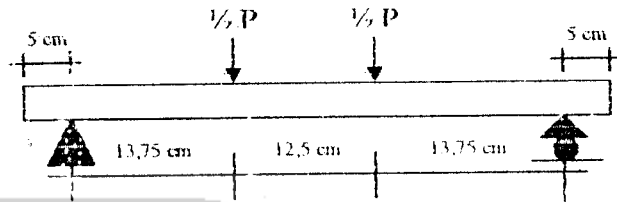
Pengujian Kuat Lentur

BN - 02

L = 40,5 cm

b = 10,20 cm

h = 10,40 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ $10^{-3}mm$
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0337	0,1870	3
100	0,9807	0,0674	0,3739	4
150	1,4710	0,1011	0,5609	5
200	1,9613	0,1348	0,7478	7
250	2,4517	0,1686	0,9348	9
300	2,9420	0,2023	1,1217	12
350	3,4323	0,2360	1,3087	13
400	3,9227	0,2697	1,4956	14
450	4,4130	0,3034	1,6826	15
500	4,9034	0,3371	1,8695	16
550	5,3937	0,3708	2,0565	17
600	5,8840	0,4045	2,2434	18
650	6,3744	0,4382	2,4304	19
700	6,8647	0,4719	2,6173	20
750	7,3550	0,5057	2,8043	23
800	7,8454	0,5394	2,9912	26
850	8,3357	0,5731	3,1782	28
900	8,8260	0,6068	3,3651	30
950	9,3164	0,6405	3,5521	32
1000	9,8067	0,6742	3,7390	33
1050	10,2970	0,7079	3,9260	34
1070	10,4932	0,7214	4,0007	39



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Normal

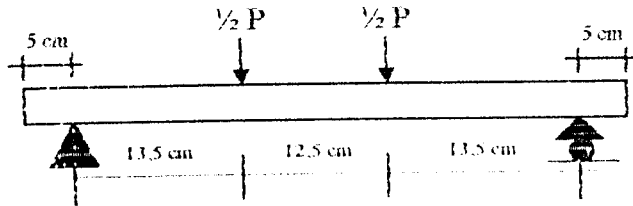
Pengujian Kuat Lentur

BN - 03

L = 39,5 cm

b = 10,30 cm

h = 10,65 cm

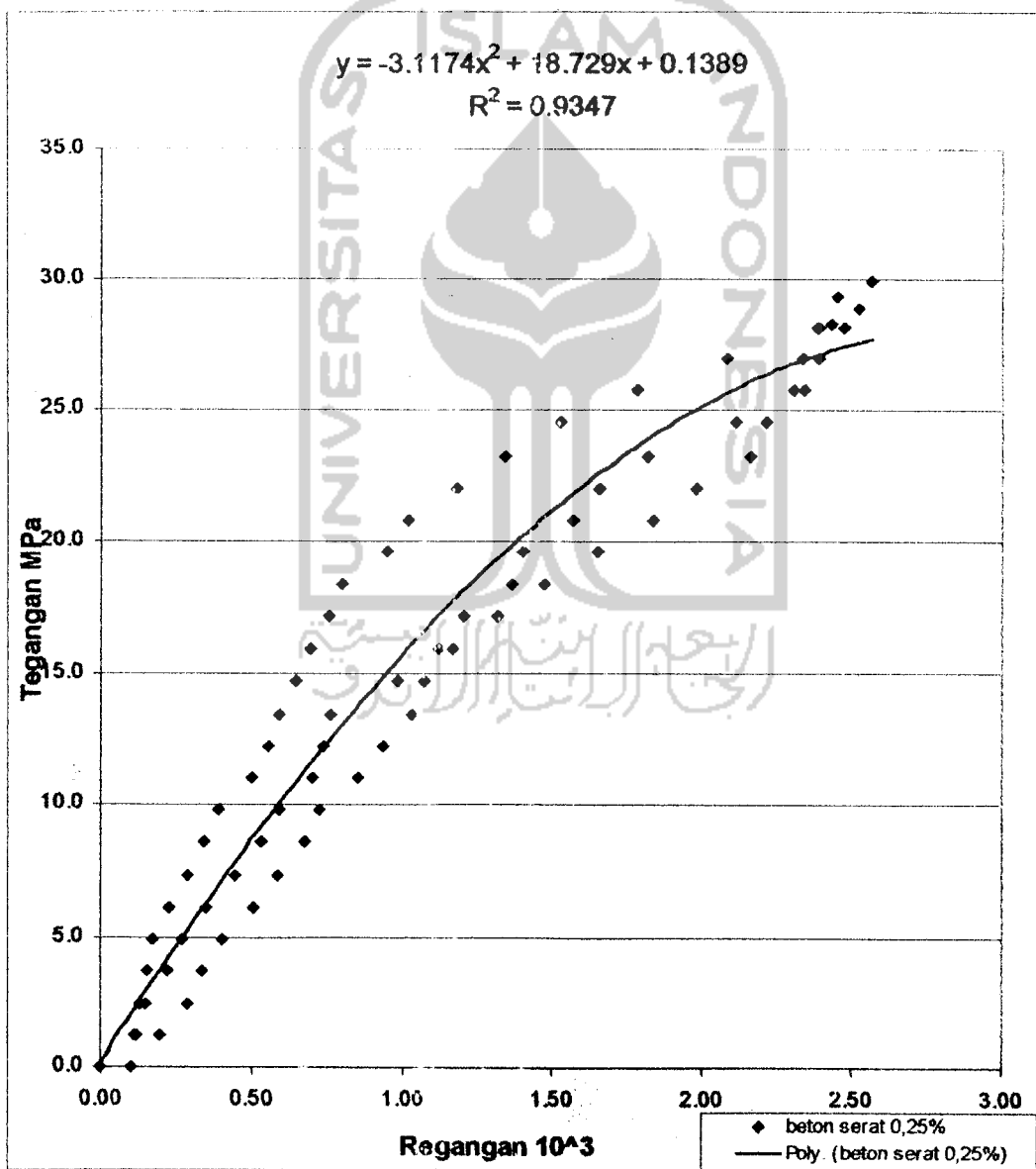


Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10^{-3} mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0331	0,1733	3
100	0,9807	0,0662	0,3467	4
150	1,4710	0,0993	0,5200	5
200	1,9613	0,1324	0,6933	7
250	2,4517	0,1655	0,8667	9
300	2,9420	0,1986	1,0400	12
350	3,4323	0,2317	1,2134	13
400	3,9227	0,2648	1,3867	14
450	4,4130	0,2979	1,5600	15
500	4,9034	0,3310	1,7334	16
550	5,3937	0,3641	1,9067	17
600	5,8840	0,3972	2,0800	18
650	6,3744	0,4303	2,2534	23
700	6,8647	0,4634	2,4267	27
750	7,3550	0,4965	2,6000	28
800	7,8454	0,5296	2,7734	30
850	8,3357	0,5627	2,9467	33
900	8,8260	0,5958	3,1200	35
950	9,3164	0,6289	3,2934	36
1000	9,8067	0,6620	3,4667	37
1005	9,8557	0,6653	3,4841	38



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584



Grafik Tegangan Regangan Kuat Desak Beton Serat Pinang (BS-0,25%)



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

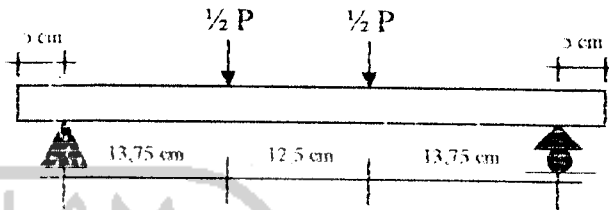
Pengujian Kuat Lentur

BS 0,25% - 01

L = 40 cm

b = 10,26 cm

h = 10,25 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ $10^{-3}mm$
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0637	0,1913	4
100	0,9807	0,0674	0,3827	5
150	1,4710	0,1011	0,5740	6
200	1,9613	0,1348	0,7653	7
250	2,4517	0,1686	0,9567	8
300	2,9420	0,2023	1,1480	10
350	3,4323	0,2360	1,3394	11
400	3,9227	0,2697	1,5307	12
450	4,4130	0,3034	1,7220	13
500	4,9034	0,3371	1,9134	15
550	5,3937	0,3708	2,1047	17
600	5,8840	0,4045	2,2960	19
650	6,3744	0,4382	2,4874	22
700	6,8647	0,4719	2,6787	25
750	7,3550	0,5057	2,8701	28
800	7,8454	0,5394	3,0614	29
850	8,3357	0,5731	3,2527	30
900	8,8260	0,6068	3,4441	32
950	9,3164	0,6405	3,6354	34
1000	9,8067	0,6742	3,8267	35
1050	10,2970	0,7079	4,0181	36
1100	10,7874	0,7416	4,2094	37
1120	10,9835	0,7551	4,2859	38



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

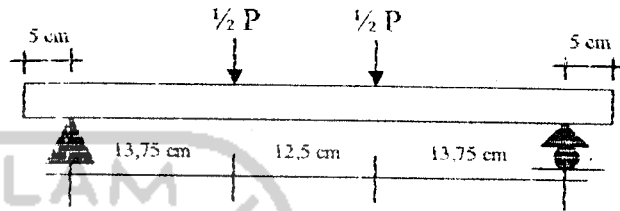
Pengujian Kuat Lentur

BS 0,25% - 02

L = 40 cm

b = 10,40 cm

h = 10,40 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0337	0,1834	3
100	0,9807	0,0674	0,3667	4
150	1,4710	0,1011	0,5501	5
200	1,9613	0,1348	0,7334	6
250	2,4517	0,1686	0,9168	7
300	2,9420	0,2023	1,1001	8
350	3,4323	0,2360	1,2835	9
400	3,9227	0,2697	1,4668	11
450	4,4130	0,3034	1,6502	13
500	4,9034	0,3371	1,8336	14
550	5,3937	0,3708	2,0169	16
600	5,8840	0,4045	2,2003	18
650	6,3744	0,4382	2,3836	20
700	6,8647	0,4719	2,5670	22
750	7,3550	0,5057	2,7503	24
800	7,8454	0,5394	2,9337	28
850	8,3357	0,5731	3,1170	29
900	8,8260	0,6068	3,3004	30
950	9,3164	0,6405	3,4838	32
1000	9,8067	0,6742	3,6671	34
1050	10,2970	0,7079	3,8505	37
1100	10,7874	0,7416	4,0338	39



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

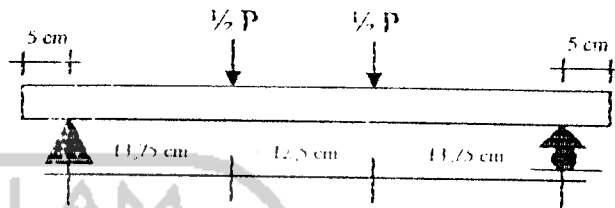
Pengujian Kuat Lentur

BS 0,25% - 03

L = 40 cm

b = 10,35 cm

h = 10,35 cm

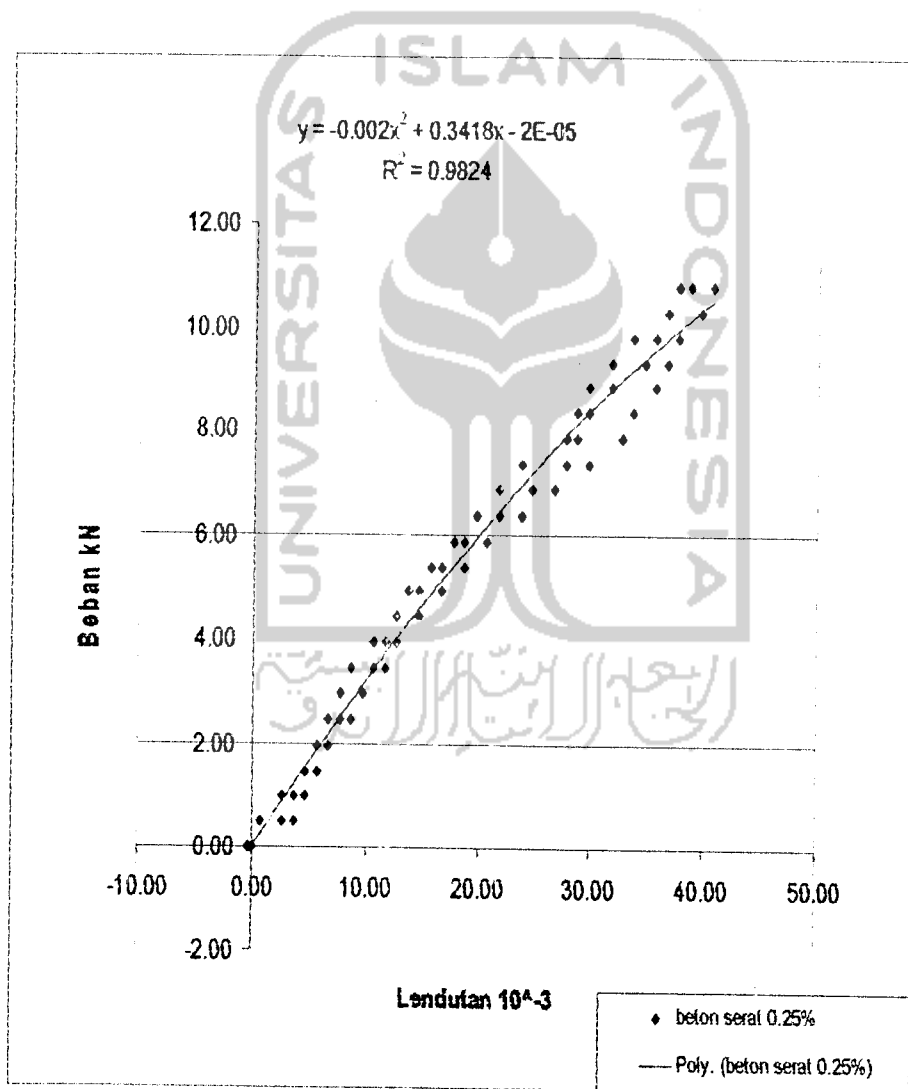


Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10^{-3} mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0337	0,1860	1
100	0,9807	0,0674	0,3721	3
150	1,4710	0,1011	0,5581	5
200	1,9613	0,1348	0,7441	6
250	2,4517	0,1686	0,9301	9
300	2,9420	0,2023	1,1162	10
350	3,4323	0,2360	1,3022	12
400	3,9227	0,2697	1,4882	13
450	4,4130	0,3034	1,6742	15
500	4,9034	0,3371	1,8603	17
550	5,3937	0,3708	2,0463	19
600	5,8840	0,4045	2,2323	21
650	6,3744	0,4382	2,4183	24
700	6,8647	0,4719	2,6044	27
750	7,3550	0,5057	2,7904	30
800	7,8454	0,5394	2,9764	33
850	8,3357	0,5731	3,1624	34
900	8,8260	0,6068	3,3485	36
950	9,3164	0,6405	3,5345	37
1000	9,8067	0,6742	3,7205	38
1050	10,2970	0,7079	3,9065	39
1100	10,7874	0,7416	4,0926	40
1045	10,2480	0,7046	3,8879	41



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584



Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton Serat Buah Pinang (BS-0,25%)



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0271) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

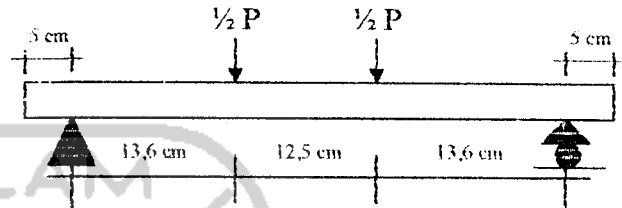
Pengujian Kuat Lentur

BS 0,50 - 01

L = 39,7 cm

b = 10,15 cm

h = 10,50 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10^{-3} mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0333	0,1823	2
100	0,9807	0,0667	0,3646	3
150	1,4710	0,1000	0,5469	4
200	1,9613	0,1334	0,7292	5
250	2,4517	0,1667	0,9115	7
300	2,9420	0,2001	1,0938	9
350	3,4323	0,2334	1,2761	10
400	3,9227	0,2667	1,4584	11
450	4,4130	0,3001	1,6407	13
500	4,9034	0,3334	1,8230	15
550	5,3937	0,3668	2,0053	17
600	5,8840	0,4001	2,1876	18
650	6,3744	0,4335	2,3699	20
700	6,8647	0,4668	2,5522	23
750	7,3550	0,5001	2,7345	25
800	7,8454	0,5335	2,9168	27
850	8,3357	0,5668	3,0991	28
900	8,8260	0,6002	3,2814	29
950	9,3164	0,6335	3,4637	30
1000	9,8067	0,6669	3,6460	31
1050	10,2970	0,7002	3,8283	32
1100	10,7874	0,7335	4,0106	33
1150	11,2777	0,7669	4,1929	35



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

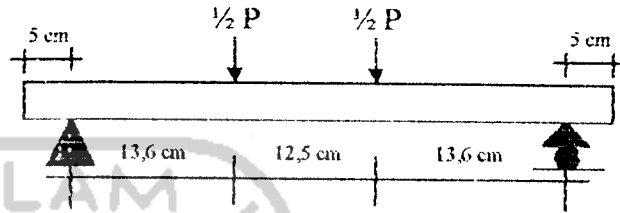
Pengujian Kuat Lentur

BS 0,50 - 02

L = 40,2 cm

b = 10,26 cm

h = 10,10 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10^{-3} mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0333	0,1985	2
100	0,9807	0,0667	0,3970	3
150	1,4710	0,1000	0,5955	4
200	1,9613	0,1334	0,7940	5
250	2,4517	0,1667	0,9925	7
300	2,9420	0,2001	1,1910	9
350	3,4323	0,2334	1,3895	10
400	3,9227	0,2667	1,5880	11
450	4,4130	0,3001	1,7865	13
500	4,9034	0,3334	1,9850	15
550	5,3937	0,3668	2,1835	17
600	5,8840	0,4001	2,3819	19
650	6,3744	0,4335	2,5804	20
700	6,8647	0,4668	2,7789	22
750	7,3550	0,5001	2,9774	25
800	7,8454	0,5335	3,1759	27
850	8,3357	0,5668	3,3744	28
900	8,8260	0,6002	3,5729	29
950	9,3164	0,6335	3,7714	30
1000	9,8067	0,6669	3,9699	31
1050	10,2970	0,7002	4,1684	32
1100	10,7874	0,7335	4,3669	33
1150	11,2777	0,7669	4,5654	34
1200	11,7681	0,8002	4,7639	35
1240	12,1603	0,8269	4,9227	36



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

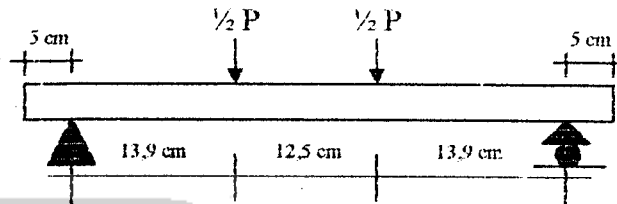
Pengujian Kuat Lentur

BS 0,50 - 03

L = 40,30 cm

b = 10,20 cm

h = 10,30 cm

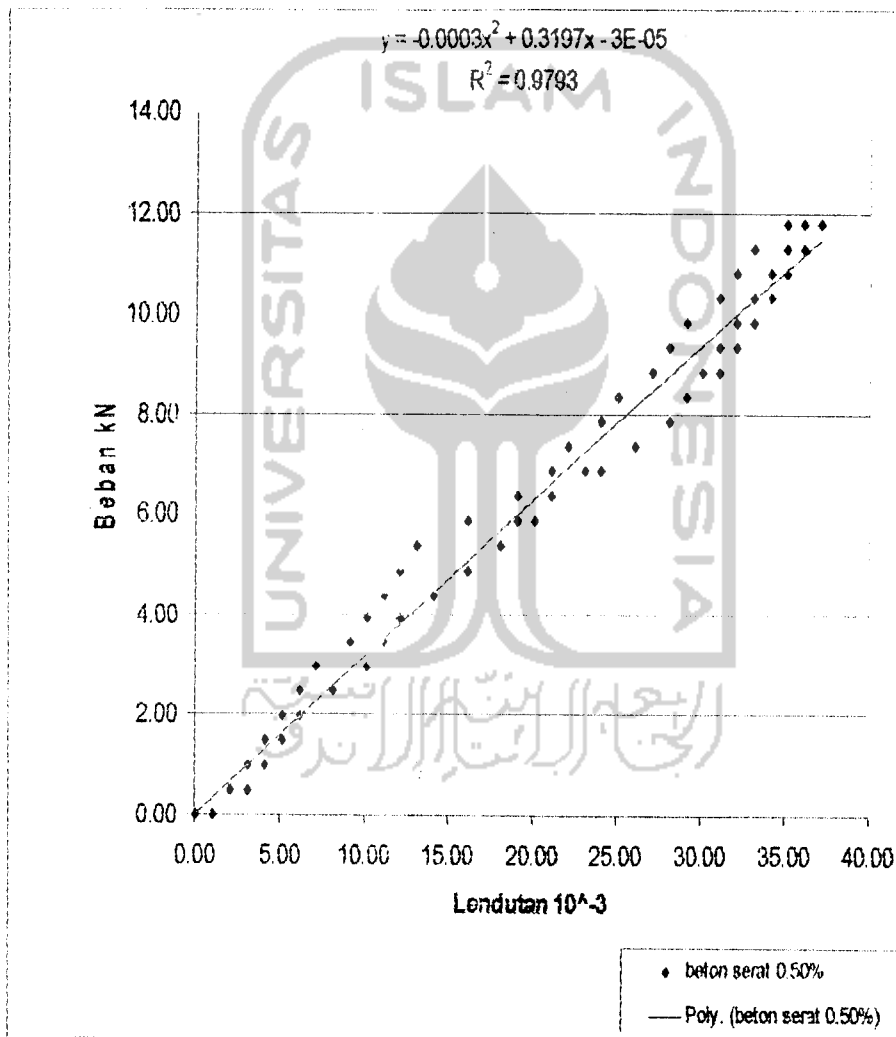


Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10^{-3} mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0682	0,1927	1
100	0,9807	0,1363	0,3854	2
150	1,4710	0,2045	0,5780	3
200	1,9613	0,2726	0,7707	4
250	2,4517	0,3408	0,9634	5
300	2,9420	0,4089	1,1561	6
350	3,4323	0,4771	1,3487	8
400	3,9227	0,5453	1,5414	9
450	4,4130	0,6134	1,7341	10
500	4,9034	0,6816	1,9268	11
550	5,3937	0,7497	2,1195	12
600	5,8840	0,8179	2,3121	15
650	6,3744	0,8860	2,5048	18
700	6,8647	0,9542	2,6975	20
750	7,3550	1,0223	2,8902	21
800	7,8454	1,0905	3,0828	23
850	8,3357	1,1587	3,2755	24
900	8,8260	1,2268	3,4682	26
950	9,3164	1,2950	3,6609	27
1000	9,8067	1,3631	3,8536	28
1050	10,2970	1,4313	4,0462	30
1100	10,7874	1,4994	4,2389	31
1150	11,2777	1,5676	4,4316	32
1180	11,5719	1,6085	4,5472	34



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584



Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton Serat Buah Pinang (BS-0,50%)



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

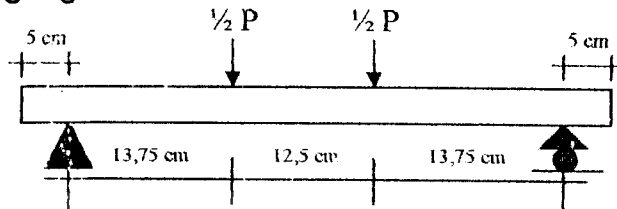
Pengujian Kuat Lentur

BS 0,75 - 01

L = 40 cm

b = 10,10 cm

h = 10,10 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ $10^{-3}mm$
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0337	0,2002	2
100	0,9807	0,0674	0,4004	4
150	1,4710	0,1011	0,6006	6
200	1,9613	0,1348	0,8007	7
250	2,4517	0,1686	1,0009	8
300	2,9420	0,2023	1,2011	9
350	3,4323	0,2360	1,4013	10
400	3,9227	0,2697	1,6015	11
450	4,4130	0,3034	1,8017	12
500	4,9034	0,3371	2,0018	13
550	5,3937	0,3708	2,2020	14
600	5,8840	0,4045	2,4022	15
650	6,3744	0,4382	2,6024	17
700	6,8647	0,4719	2,8026	18
750	7,3550	0,5057	3,0028	19
800	7,8454	0,5394	3,2029	21
850	8,3357	0,5731	3,4031	22
900	8,8260	0,6068	3,6033	23
950	9,3164	0,6405	3,8035	24
1000	9,8067	0,6742	4,0037	25
1050	10,2970	0,7079	4,2039	26
1100	10,7874	0,7416	4,4041	27
1150	11,2777	0,7753	4,6042	28
1200	11,7681	0,8091	4,8044	29
1250	12,2584	0,8428	5,0046	30
1300	12,7487	0,8765	5,2048	31
1330	13,0429	0,8967	5,3249	32



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

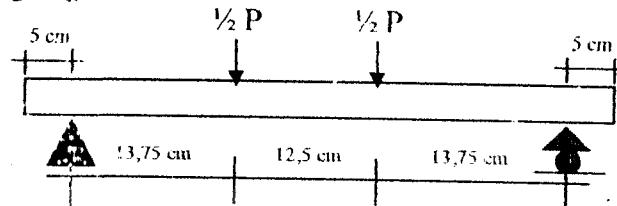
Pengujian Kuat Lentur

BS 0,75 - 02

L = 40 cm

b = 10,30 cm

h = 10,15 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0337	0,1944	3
100	0,9807	0,0674	0,3887	4
150	1,4710	0,1011	0,5831	5
200	1,9613	0,1348	0,7775	6
250	2,4517	0,1686	0,9718	8
300	2,9420	0,2023	1,1662	9
350	3,4323	0,2360	1,3606	10
400	3,9227	0,2697	1,5549	11
450	4,4130	0,3034	1,7493	13
500	4,9034	0,3371	1,9437	15
550	5,3937	0,3708	2,1380	16
600	5,8840	0,4045	2,3324	17
650	6,3744	0,4382	2,5268	18
700	6,8647	0,4719	2,7212	19
750	7,3550	0,5057	2,9155	21
800	7,8454	0,5394	3,1099	22
850	8,3357	0,5731	3,3043	23
900	8,8260	0,6068	3,4986	24
950	9,3164	0,6405	3,6930	25
1000	9,8067	0,6742	3,8874	26
1050	10,2970	0,7079	4,0817	27
1100	10,7874	0,7416	4,2761	28
1150	11,2777	0,7753	4,4705	29
1200	11,7681	0,8091	4,6648	30
1250	12,2584	0,8428	4,8592	31
1300	12,7487	0,8765	5,0536	32
1325	12,9939	0,8933	5,1508	33



Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

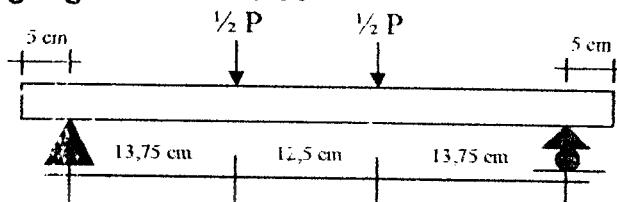
Pengujian Kuat Lentur

BS 0,75 - 03

L = 40,10 cm

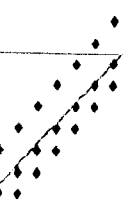
b = 10,25 cm

h = 10,20 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0337	0,1941	2
100	0,9807	0,0674	0,3882	5
150	1,4710	0,1011	0,5823	6
200	1,9613	0,1348	0,7764	7
250	2,4517	0,1686	0,9705	8
300	2,9420	0,2023	1,1647	9
350	3,4323	0,2360	1,3588	10
400	3,9227	0,2697	1,5529	11
450	4,4130	0,3034	1,7470	12
500	4,9034	0,3371	1,9411	13
550	5,3937	0,3708	2,1352	14
600	5,8840	0,4045	2,3293	15
650	6,3744	0,4382	2,5234	16
700	6,8647	0,4719	2,7175	17
750	7,3550	0,5057	2,9116	18
800	7,8454	0,5394	3,1057	19
850	8,3357	0,5731	3,2999	20
900	8,8260	0,6068	3,4940	21
950	9,3164	0,6405	3,6881	22
1000	9,8067	0,6742	3,8822	23
1050	10,2970	0,7079	4,0763	24
1100	10,7874	0,7416	4,2704	25
1150	11,2777	0,7753	4,4645	26
1200	11,7681	0,8091	4,6586	27
1250	12,2584	0,8428	4,8527	28
1300	12,7487	0,8765	5,0468	29
1350	13,2391	0,9102	5,2409	30

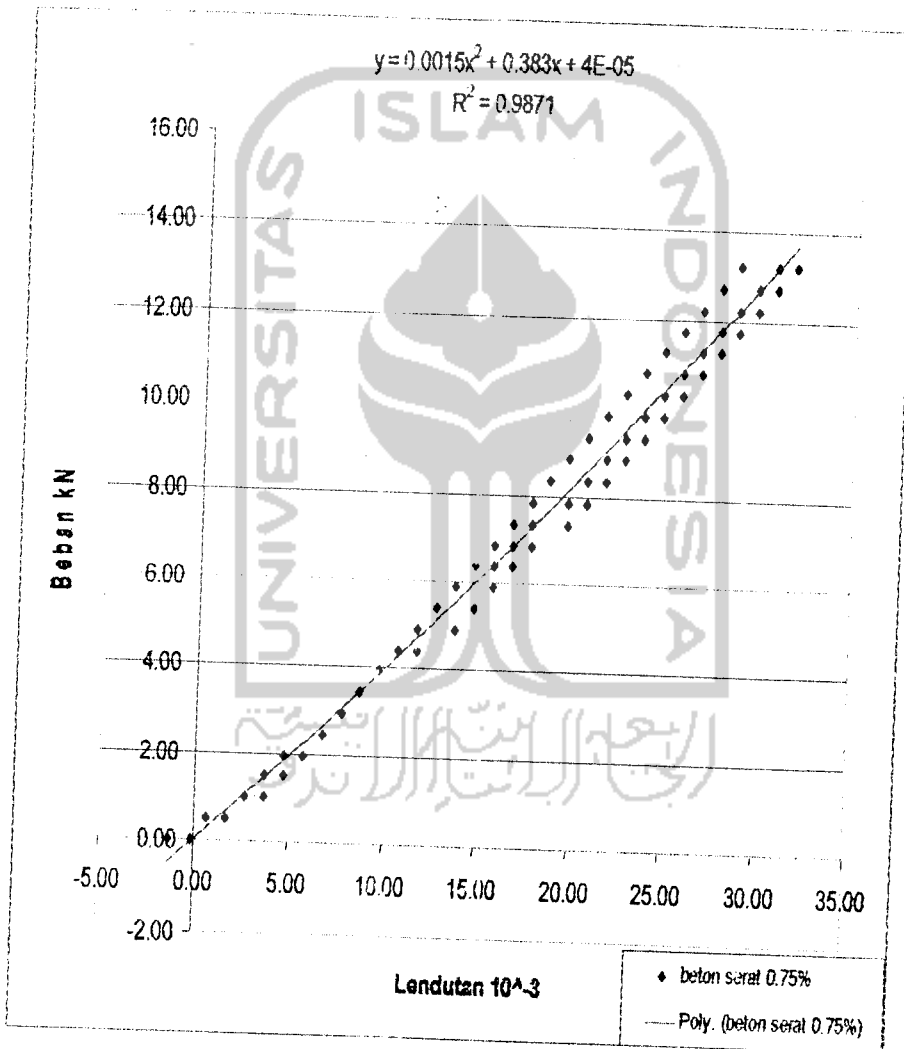
05



25.00

• beton
— Poly.

erat Bual

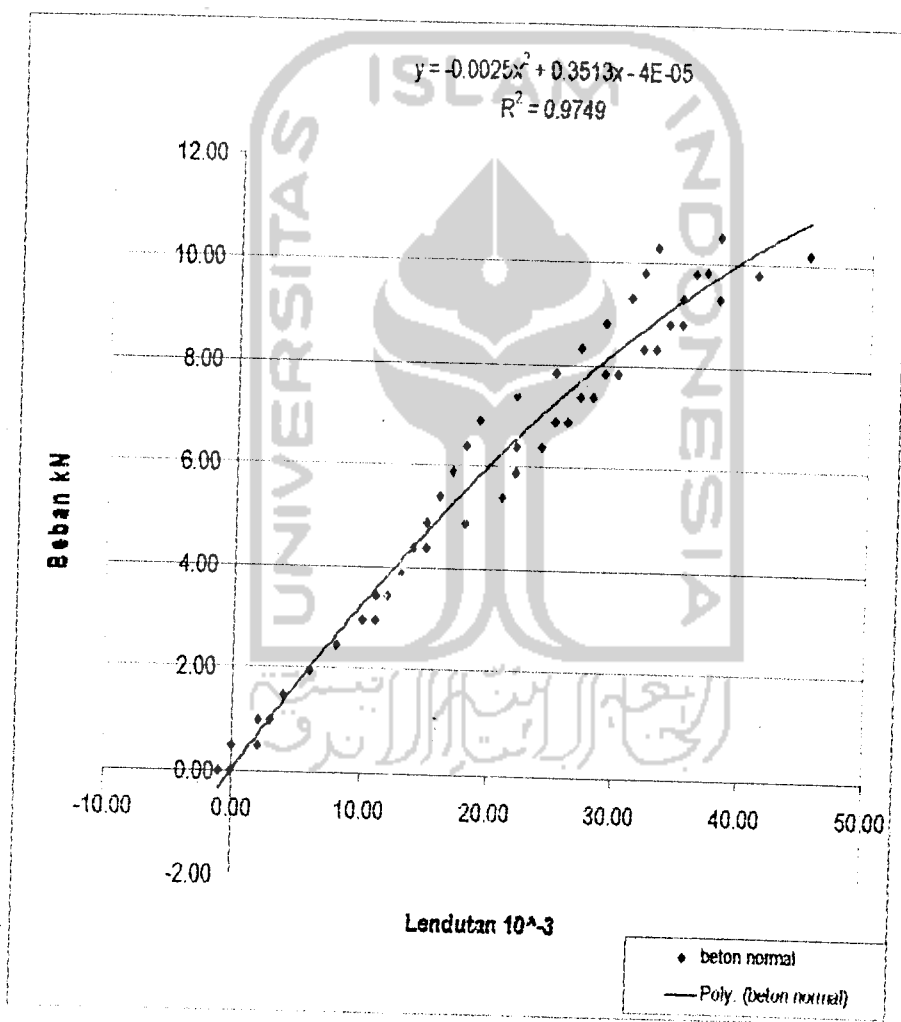


Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton Serat Buah Pinang (BS-0.75%)



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

Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584



Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton Normal

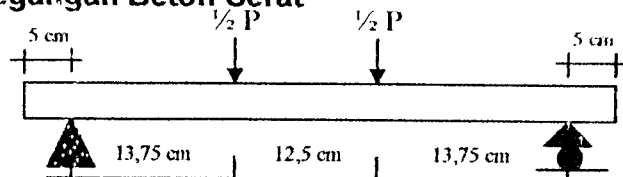
Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Lentur

BS 1,00 - 01

L = 40 cm

b = 10,28 cm h = 10,40 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10^{-3} mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0337	0,1855	2
100	0,9807	0,0674	0,3710	3
150	1,4710	0,1011	0,5565	4
200	1,9613	0,1348	0,7420	5
250	2,4517	0,1686	0,9275	5
300	2,9420	0,2023	1,1130	7
350	3,4323	0,2360	1,2985	8
400	3,9227	0,2697	1,4840	9
450	4,4130	0,3034	1,6695	10
500	4,9034	0,3371	1,8550	11
550	5,3937	0,3708	2,0405	12
600	5,8840	0,4045	2,2260	13
650	6,3744	0,4382	2,4114	14
700	6,8647	0,4719	2,5969	15
750	7,3550	0,5057	2,7824	16
800	7,8454	0,5394	2,9679	17
850	8,3357	0,5731	3,1534	18
900	8,8260	0,6068	3,3389	19
950	9,3164	0,6405	3,5244	20
1000	9,8067	0,6742	3,7099	21
1050	10,2970	0,7079	3,8954	22
1100	10,7874	0,7416	4,0809	23
1150	11,2777	0,7753	4,2664	24
1200	11,7681	0,8091	4,4519	25
1250	12,2584	0,8428	4,6374	26
1300	12,7487	0,8765	4,8229	27
1350	13,2391	0,9102	5,0084	27
1400	13,7294	0,9439	5,1939	28
1450	14,2197	0,9776	5,3794	29
1500	14,7101	1,0113	5,5649	30
1510	14,8081	1,0181	5,6020	31

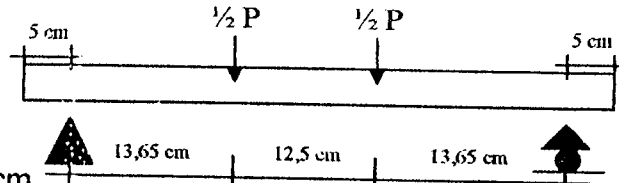
Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

Pengujian Kuat Lentur
BS 1,00 - 02

L = 39,8 cm

b = 10,15 cm

h = 10,32 cm



Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10^{-3} mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0335	0,1894	1
100	0,9807	0,0669	0,3788	2
150	1,4710	0,1004	0,5682	3
200	1,9613	0,1339	0,7576	3
250	2,4517	0,1673	0,9470	4
300	2,9420	0,2008	1,1364	5
350	3,4323	0,2343	1,3259	6
400	3,9227	0,2677	1,5153	7
450	4,4130	0,3012	1,7047	8
500	4,9034	0,3347	1,8941	8
550	5,3937	0,3681	2,0835	9
600	5,8840	0,4016	2,2729	10
650	6,3744	0,4351	2,4623	11
700	6,8647	0,4685	2,6517	12
750	7,3550	0,5020	2,8411	13
800	7,8454	0,5354	3,0305	14
850	8,3357	0,5689	3,2199	15
900	8,8260	0,6024	3,4093	16
950	9,3164	0,6358	3,5988	17
1000	9,8067	0,6693	3,7882	18
1050	10,2970	0,7028	3,9776	19
1100	10,7874	0,7362	4,1670	20
1150	11,2777	0,7697	4,3564	20
1200	11,7681	0,8032	4,5458	21
1250	12,2584	0,8366	4,7352	22
1300	12,7487	0,8701	4,9246	24
1350	13,2391	0,9036	5,1140	25
1400	13,7294	0,9370	5,3034	26
1450	14,2197	0,9705	5,4928	27
1482	14,5335	0,9919	5,6141	28

Tabel Tegangan Regangan Beton Serat

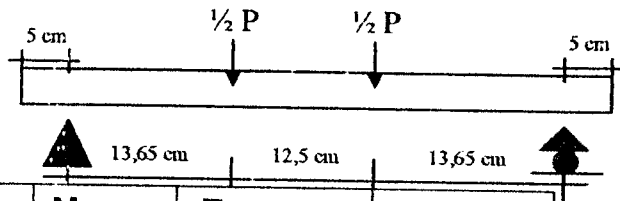
Pengujian Kuat Lentur

BS 1,00 - 03

L = 40,3 cm

b = 10,20 cm

h = 10,05 cm

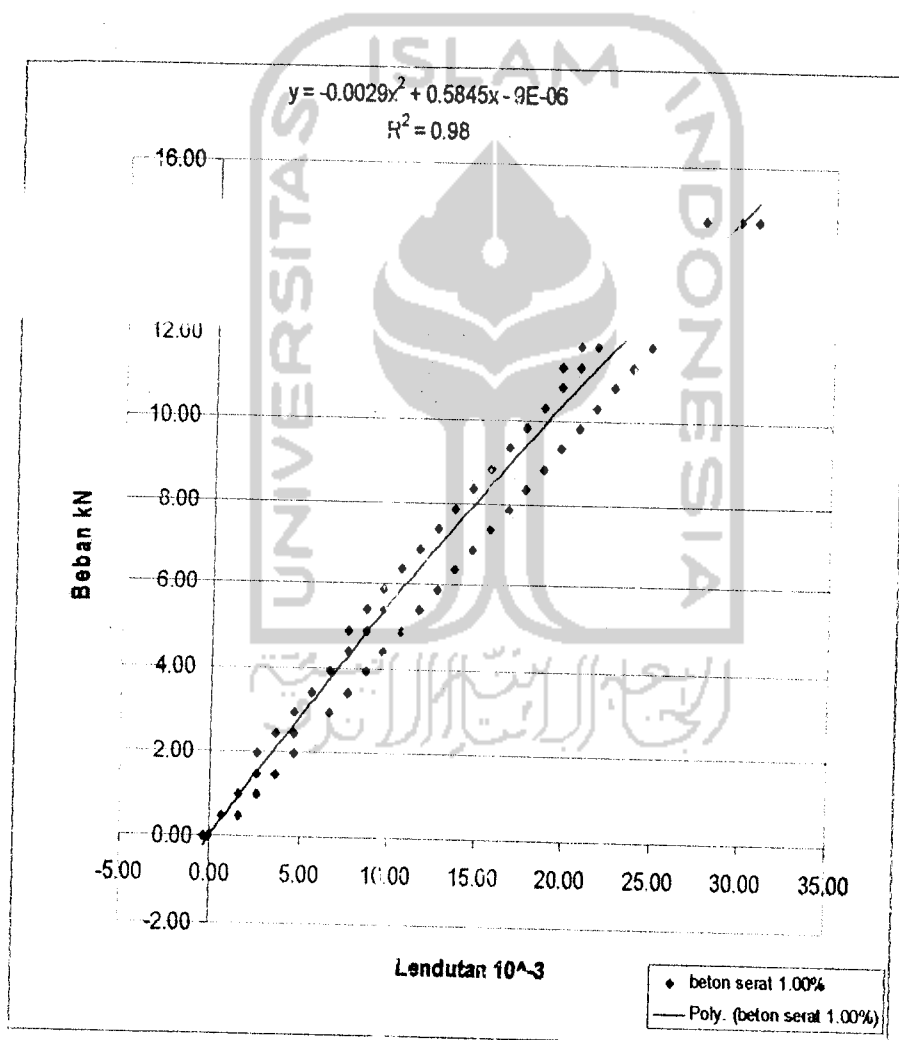


Beban (p) kg	Beban (p) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur MPa	Lendutan δ 10^{-3} mm
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0
50	0,4903	0,0341	0,2024	1
100	0,9807	0,0682	0,4048	2
150	1,4710	0,1022	0,6071	3
200	1,9613	0,1363	0,8095	3
250	2,4517	0,1704	1,0119	4
300	2,9420	0,2045	1,2143	5
350	3,4323	0,2385	1,4167	6
400	3,9227	0,2726	1,6191	7
450	4,4130	0,3067	1,8214	8
500	4,9034	0,3408	2,0238	9
550	5,3937	0,3749	2,2262	10
600	5,8840	0,4089	2,4286	10
650	6,3744	0,4430	2,6310	11
700	6,8647	0,4771	2,8334	12
750	7,3550	0,5112	3,0357	13
800	7,8454	0,5453	3,2381	14
850	8,3357	0,5793	3,4405	15
900	8,8260	0,6134	3,6429	16
950	9,3164	0,6475	3,8453	17
1000	9,8067	0,6816	4,0477	18
1050	10,2970	0,7156	4,2500	19
1100	10,7874	0,7497	4,4524	20
1150	11,2777	0,7838	4,6548	21
1200	11,7681	0,8179	4,8572	22
1250	12,2584	0,8520	5,0596	23
1300	12,7487	0,8860	5,2620	24
1350	13,2391	0,9201	5,4643	25
1400	13,7294	0,9542	5,6667	26
1450	14,2197	0,9883	5,8691	27
1495	14,6610	1,0189	6,0512	30



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

Jln. Kaliurang Km, 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584

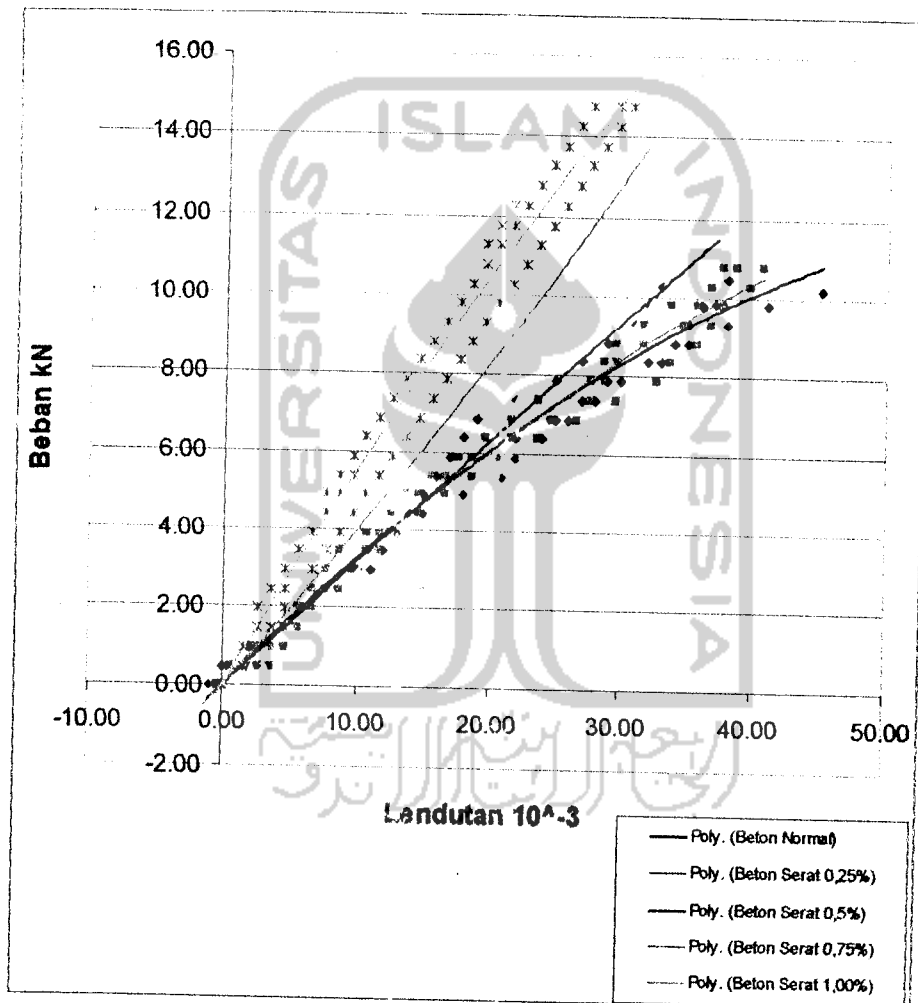


Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton Serat Buah Pinang (BS-1,00%)



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

Jln, Kaliurang Km, 14,4 Tlp, (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Yogyakarta 55584



Grafik Gabungan Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton

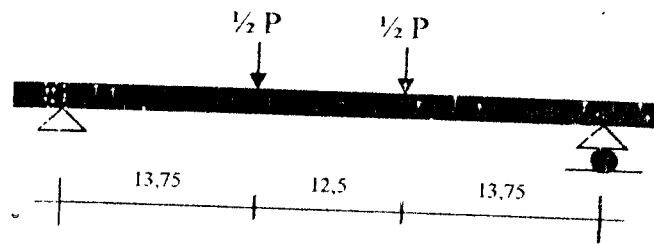
HASIL HITUNGAN PENGUJIAN LENTUR

❖ BN-01

Diketahui: $b = 10,30 \text{ cm}$

$h = 10,50 \text{ cm}$

$L = (50 - 10 - 12,50) / 2 = 13,75 \text{ cm}$



Beban Maksimum = 1040 kg

$\frac{1}{2} P = 520 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lu} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{520 \cdot 13,75}{\frac{1}{6} \cdot 10,30 \cdot 10,50^2} = 37,7782 \text{ kg/cm}^2 = 3,7778 \text{ MPa}$$

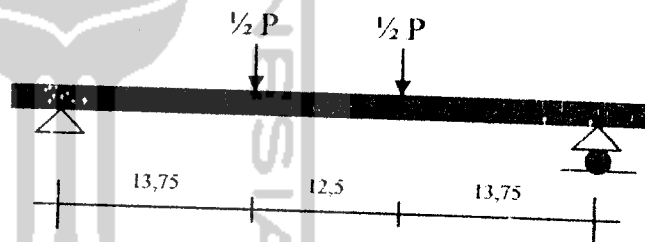
$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{Z} = \frac{520 \cdot 13,75}{10,50 - \left(2 \cdot \frac{5,25}{3}\right)} = 1021,4286 \text{ kg}$$

❖ BN-02

Diketahui: $b = 10,20 \text{ cm}$

$h = 10,40 \text{ cm}$

$L = (50 - 10 - 12,50) / 2 = 13,75 \text{ cm}$



Beban Maksimum = 1070 kg

$\frac{1}{2} P = 535 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lu} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{535 \cdot 13,75}{\frac{1}{6} \cdot 10,20 \cdot 10,40^2} = 40,0074 \text{ kg/cm}^2 = 4,0007 \text{ MPa}$$

$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{Z} = \frac{560 \cdot 13,75}{10,25 - \left(2 \cdot \frac{5,125}{3}\right)} = 1126,8293 \text{ kg}$$

❖ **BS 0,25% - 02**

Diketahui: $b = 10,40 \text{ cm}$

$h = 10,40 \text{ cm}$

$L = (50 - 10 - 12,50) / 2 = 13,75 \text{ cm}$

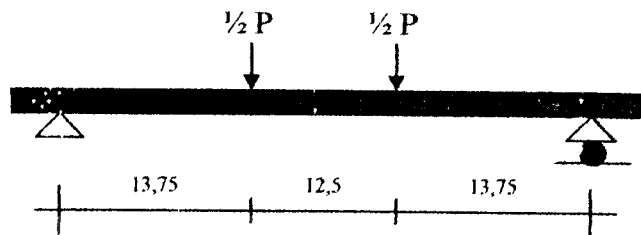
Beban Maksimum = 1100 kg

$\frac{1}{2} P = 550 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{550 \cdot 13,75}{\frac{1}{6} \cdot 10,40 \cdot 10,40^2} = 40,3382 \text{ kg/cm}^2 = 4,0338 \text{ MPa}$$

$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{Z} = \frac{550 \cdot 13,75}{10,40 - \left(2 \cdot \frac{5,2}{3}\right)} = 1090,7452 \text{ kg}$$



❖ **BS 0,25% - 03**

Diketahui: $b = 10,35 \text{ cm}$

$h = 10,35 \text{ cm}$

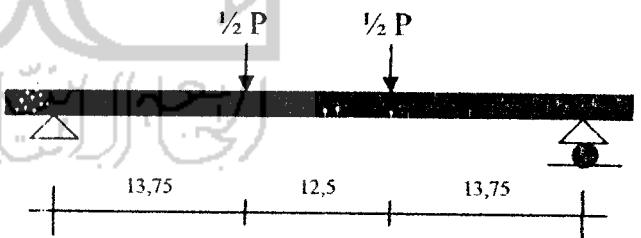
$L = (50 - 10 - 12,50) / 2 = 13,75 \text{ cm}$

Beban Maksimum = 1045 kg

$\frac{1}{2} P = 522,5 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{522,5 \cdot 13,75}{\frac{1}{6} \cdot 10,35 \cdot 10,35^2} = 38,8794 \text{ kg/cm}^2 = 3,8879 \text{ MPa}$$



$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{Z} = \frac{522,5 \cdot 13,75}{10,35 - \left(2 \cdot \frac{5,175}{3}\right)} = 1041,2138 \text{ kg}$$

❖ **BS 0,50% - 01**

Diketahui: $b = 10,15 \text{ cm}$

$h = 10,50 \text{ cm}$

$L = (49,7 - 10 - 12,50) / 2 = 13,6 \text{ cm}$

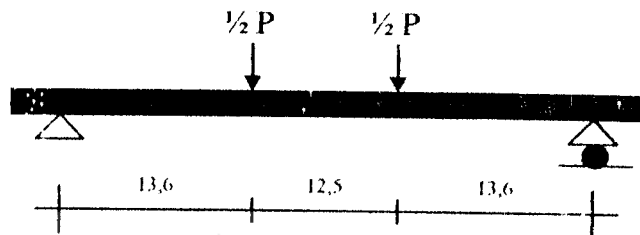
Beban Maksimum = 1150 kg

$\frac{1}{2} P = 575 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{575 \cdot 13,6}{\frac{1}{6} \cdot 10,15 \cdot 10,50^2} = 41,9288 \text{ kg/cm}^2 = 4,1928 \text{ MPa}$$

$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{Z} = \frac{575 \cdot 13,6}{10,5 - \left(2 \cdot \frac{5,25}{3}\right)} = 1117,1429 \text{ kg}$$



❖ **BS 0,50% - 02**

Diketahui: $b = 10,26 \text{ cm}$

$h = 10,10 \text{ cm}$

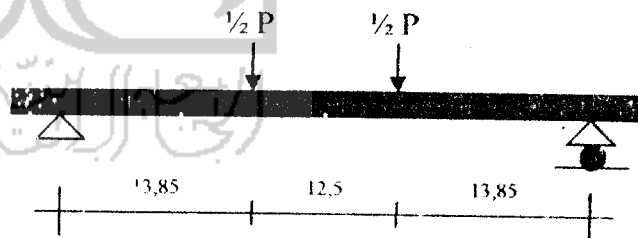
$L = (50,20 - 10 - 12,50) / 2 = 13,85 \text{ cm}$

Beban Maksimum = 1240 kg

$\frac{1}{2} P = 620 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{620 \cdot 13,85}{\frac{1}{6} \cdot 10,26 \cdot 10,10^2} = 49,2269 \text{ kg/cm}^2 = 4,9226 \text{ MPa}$$



$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{Z} = \frac{620 \cdot 13,85}{10,10 - \left(2 \cdot \frac{5,05}{3}\right)} = 1275,2970 \text{ kg}$$

❖ **BS 0,50% - 03**

Diketahui: $b = 10,20 \text{ cm}$

$h = 10,30 \text{ cm}$

$L = (50,3 - 10 - 12,50) / 2 = 13,9 \text{ cm}$

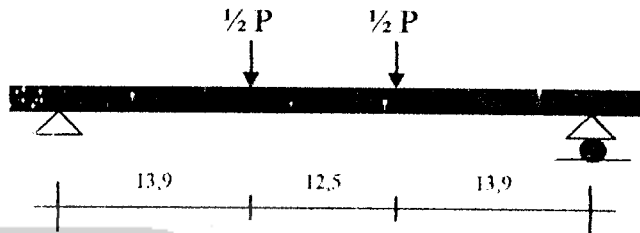
Beban Maksimum = 1180 kg

$\frac{1}{2} P = 590 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{590 \cdot 13,9}{\frac{1}{6} \cdot 10,20 \cdot 10,30^2} = 45,4719 \text{ kg/cm}^2 = 4,5472 \text{ MPa}$$

$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{Z} = \frac{590 \cdot 13,9}{10,30 - \left(2 \cdot \frac{5,15}{3}\right)} = 1194,3204 \text{ kg}$$



❖ **BS 0,75% - 01**

Diketahui: $b = 10,10 \text{ cm}$

$h = 10,10 \text{ cm}$

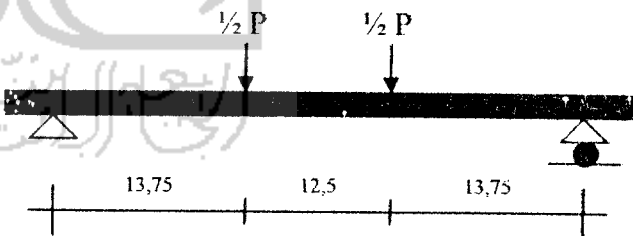
$L = (50 - 10 - 12,50) / 2 = 13,75 \text{ cm}$

Beban Maksimum = 1330 kg

$\frac{1}{2} P = 665 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{665 \cdot 13,75}{\frac{1}{6} \cdot 10,10 \cdot 10,10^2} = 53,249 \text{ kg/cm}^2 = 5,3249 \text{ MPa}$$



$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{Z} = \frac{665.13,75}{10,10 - \left(2 \cdot \frac{5,505}{3}\right)} = 1357,9827 \text{ kg}$$

❖ BS 0,75% - 02

Diketahui: $b = 10,30 \text{ cm}$

$h = 10,15 \text{ cm}$

$L = (50 - 10 - 12,50) / 2 = 13,75 \text{ cm}$

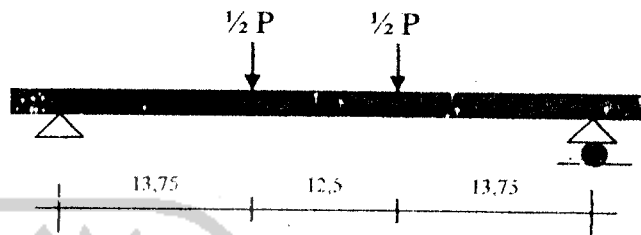
Beban Maksimum = 1325 kg

$\frac{1}{2} P = 662,5 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{662,5 \cdot 13,75}{\frac{1}{6} \cdot 10,30 \cdot 10,15^2} = 51,5075 \text{ kg/cm}^2 = 5,1508 \text{ MPa}$$

$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{Z} = \frac{662,5 \cdot 13,75}{10,15 - \left(2 \cdot \frac{5,075}{3}\right)} = 1346,2131 \text{ kg}$$



❖ BS 0,75% - 03

Diketahui: $b = 10,25 \text{ cm}$

$h = 10,20 \text{ cm}$

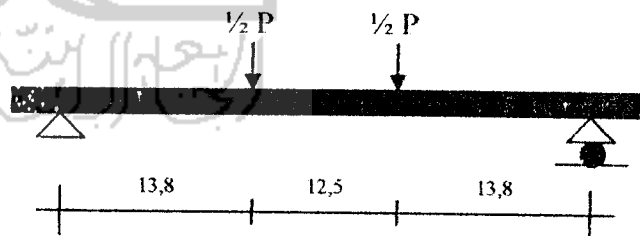
$L = (50,1 - 10 - 12,50) / 2 = 13,8 \text{ cm}$

Beban Maksimum = 1350 kg

$\frac{1}{2} P = 675 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{675 \cdot 13,8}{\frac{1}{6} \cdot 10,25 \cdot 10,20^2} = 52,4095 \text{ kg/cm}^2 = 5,2409 \text{ MPa}$$



$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{Z} = \frac{675 \cdot 13,8}{10,20 - \left(2 \cdot \frac{5,10}{3}\right)} = 1369,8529 \text{ kg}$$

❖ BS 1,00% - 01

Diketahui: $b = 10,28 \text{ cm}$

$h = 10,40 \text{ cm}$

$L = (50 - 10 - 12,50) / 2 = 13,75 \text{ cm}$

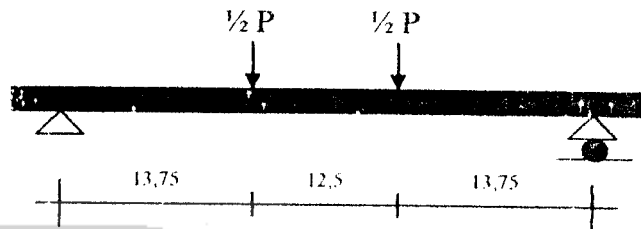
Beban Maksimum = 1510 kg

$\frac{1}{2} P = 755 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{755 \cdot 13,75}{\frac{1}{6} \cdot 10,28 \cdot 10,40^2} = 56,0197 \text{ kg/cm}^2 = 5,6019 \text{ MPa}$$

$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{Z} = \frac{755 \cdot 13,75}{10,40 - \left(2 \cdot \frac{5,20}{3}\right)} = 1495,8573 \text{ kg}$$



❖ BS 1,00% - 02

Diketahui: $b = 10,15 \text{ cm}$

$h = 10,32 \text{ cm}$

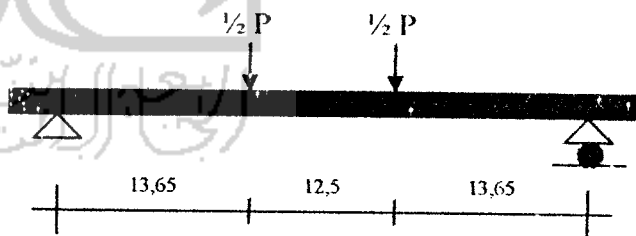
$L = (49,8 - 10 - 12,50) / 2 = 13,65 \text{ cm}$

Beban Maksimum = 1482 kg

$\frac{1}{2} P = 741 \text{ kg}$

Penyelesaian:

$$\sigma_{lr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P.L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{741 \cdot 13,65}{\frac{1}{6} \cdot 10,15 \cdot 10,32^2} = 56,1406 \text{ kg/cm}^2 = 5,6141 \text{ MPa}$$



$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{Z} = \frac{741 \cdot 13,65}{10,32 - \left(2 \cdot \frac{5,16}{3}\right)} = 1470,1526 \text{ kg}$$

❖ **BS 1,00% - 03**

Diketahui: b = 10,20 cm

h = 10,05 cm

L = (50,30 - 10 - 12,50) / 2 = 13,9 cm

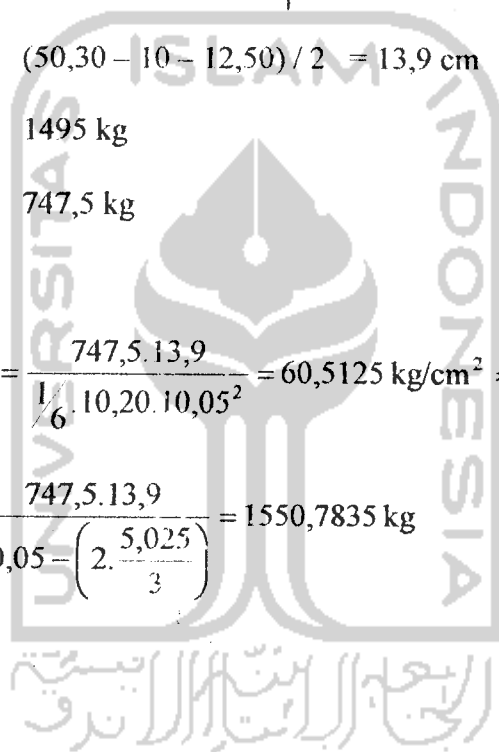
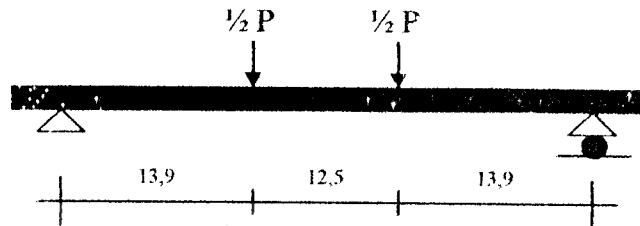
Beban Maksimum = 1495 kg

$\frac{1}{2} P$ = 747,5 kg

Penyelesaian:

$$\sigma_{tr} = \frac{M}{w} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{747,5 \cdot 13,9}{\frac{1}{6} \cdot 10,20 \cdot 10,05^2} = 60,5125 \text{ kg/cm}^2 = 6,0513 \text{ MPa}$$

$$T = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{1}{2} P \cdot L}{Z} = \frac{747,5 \cdot 13,9}{10,05 - \left(2 \cdot \frac{5,025}{3}\right)} = 1550,7835 \text{ kg}$$



Dokumentasi

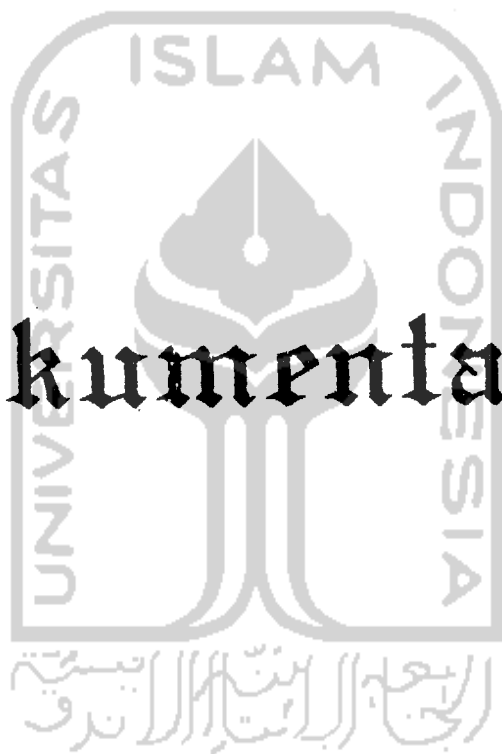




Foto 1 Jumlah Sampel Beton



Foto 2 Perawatan Beton Dengan Cara Direndam

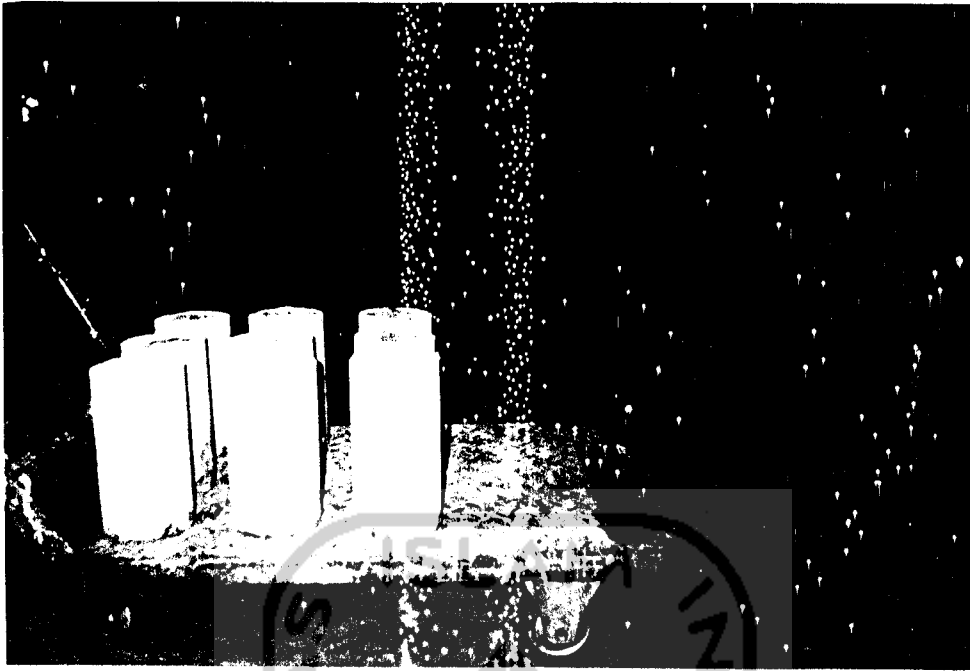


Foto 3 Sampel Silinder Sebelum Diuji



Foto 4 Silinder Setelah Diuji Tekan (BN & BS0,25%)

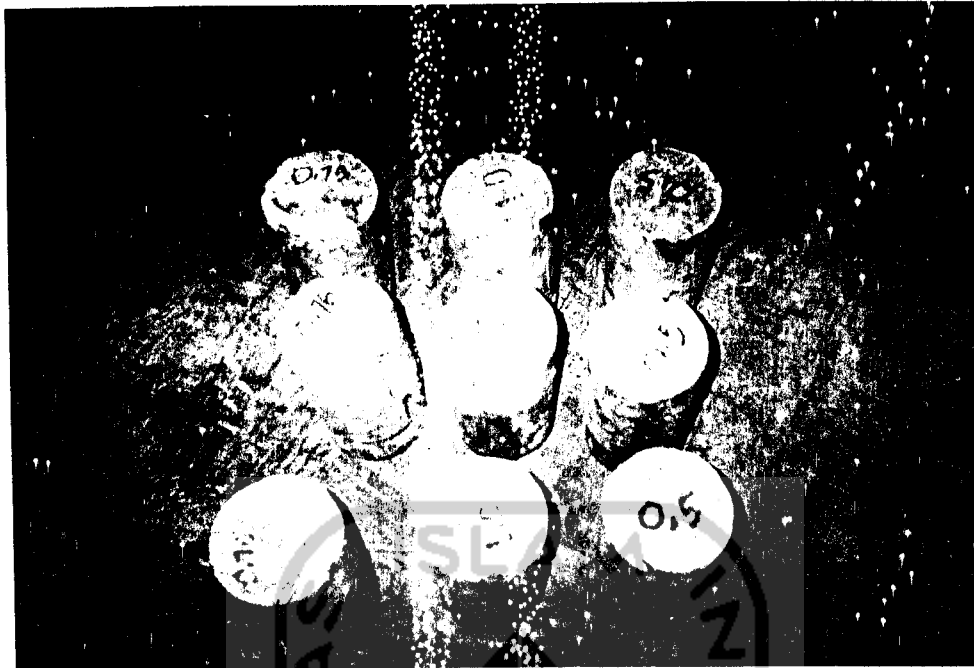


Foto 5 Silinder Setelah Diuji Tekan (BS0,5%; BS0,75 & BS1,0%)



Foto 6 Silinder Setelah Diuji Tarik (BN & BS0,25%)

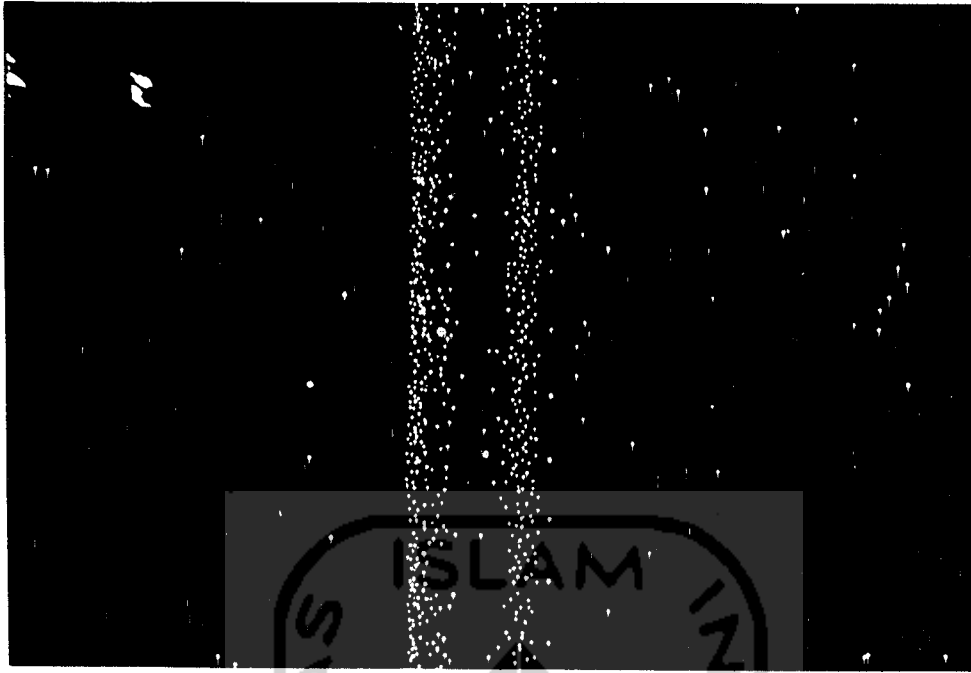


Foto 7 Silinder Setelah Diuji Farik (BS0,5%; BS0,75% & BS1,0%)

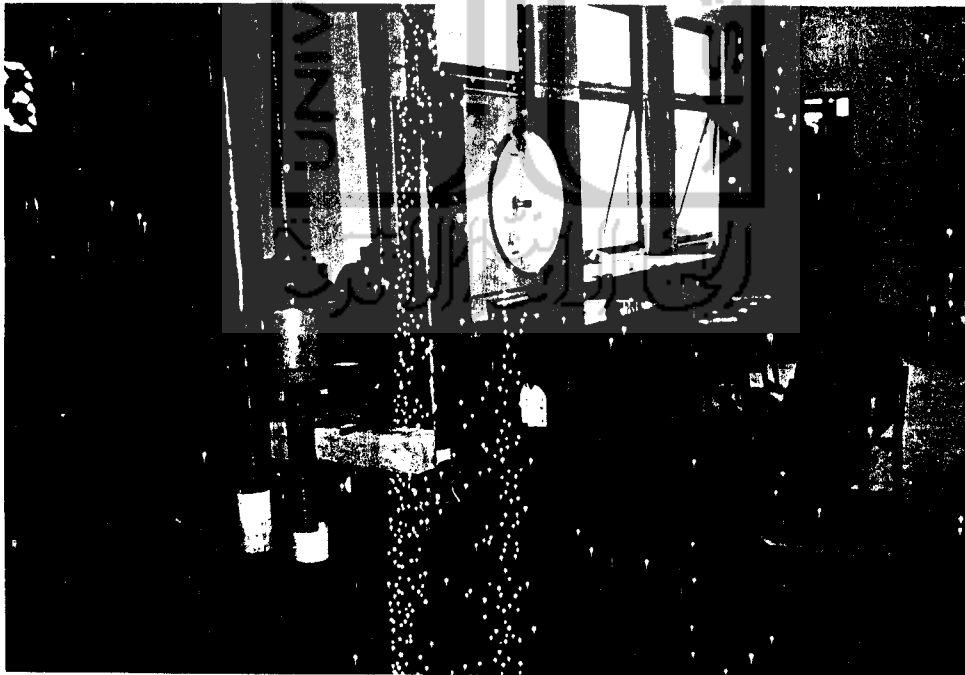


Foto 8 Pengujian Lentur & Alat uji Lentur

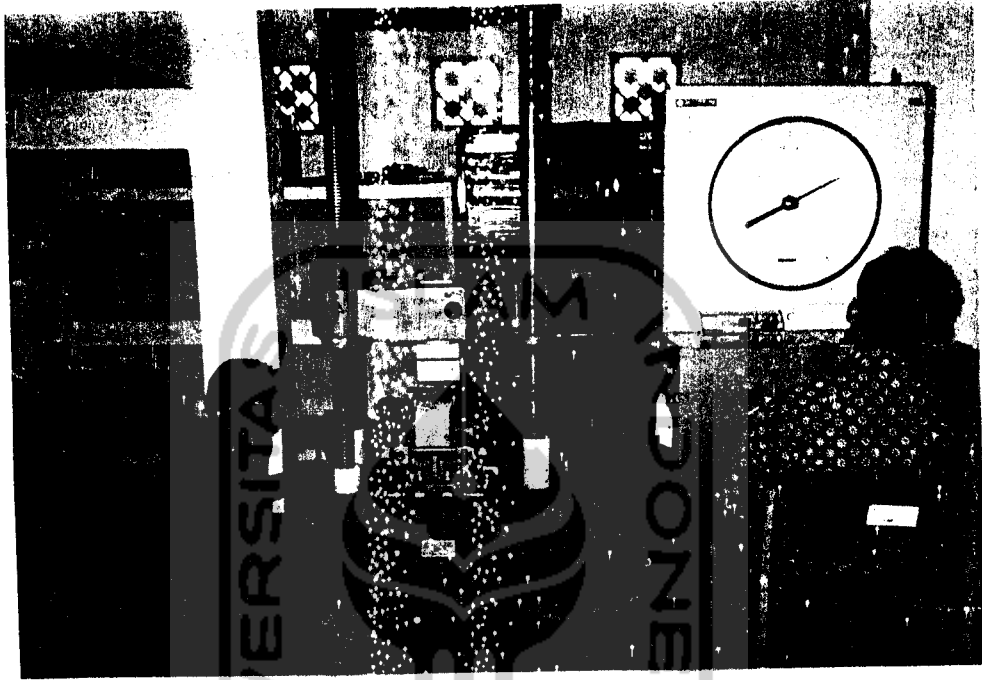


Foto 9 Pembacaan Dial Pada Saat Pengujian Lentur

UNIVERSITAS INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الابن سينا