

PERPUSTAKAAN FTSP UIN
 HARIAN/DEMI
 TGL. TERIMA : 14 Februari 2007
 NO. JUDUL : 002182
 NO. INV. : 512002182001
 NO. INDIK. :

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE
 DENGAN VARIASI PANJANG SERAT TERHADAP
 KEKUATAN BETON**



R.
 693.54
 Pw
 P
 A

Oleh :

XV, 64: 444 Gay, 28

Nama : SIGIT WIDIANTO PURNOMO

No. Mhs : 00 511 147

Nama : DIDIK DARMADI

No. Mhs : 00 511 213



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

beton - kawat
 serat polypropylene
 Deyandi, Muli
 - Jember

2006

MILIK PERPUSTAKAAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN UIN YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE*
DENGAN VARIASI PANJANG SERAT TERHADAP
KEKUATAN BETON**

Dijjukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil

Nama : SIGIT WIDIANTO PURNOMO
No. Mhs : 00 511 041

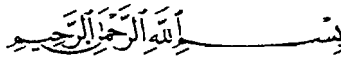
Nama : DIDIK DARMADI
No. Mhs : 00 511 213

Telah diperiksa dan disetujui oleh.

Dr. Ir. Ade Ilham, MT
Dosen Pembimbing


Tanggal : 9-10-2006

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum wr. wb

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan semoga shalawat beserta salam selalu terlimpah pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, Nabi akhir jaman, penutup risalah yang sempurna.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat menempuh jenjang pendidikan Strata Satu (S-1). Penyusun melaksanakan Tugas Akhir ini selama satu tahun, dengan judul "PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* DENGAN VARIASI PANJANG SERAT TERHADAP KEKUATAN BETON". Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.

Penyusun menyadari bahwa isi, ataupun susunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna oleh karena keterbatasan yang ada pada penulis, namun demikian penulis telah berusaha dengan segala kemampuan yang ada. Oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran demi perbaikan dalam Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. DR. Edy Suandi Hamid, MM, selaku Rektor Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Ir. H.Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak DR. Ir. Ade Ilham, MT, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE, selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Ayah dan ibu serta keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan moril dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharap kiranya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jogjakarta, 25 Juli 2006

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAKSI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.2 Serat	6
2.3 Hasil-hasil Penelitian.....	8
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Umum	10

3.2 Material Penyusun Beton.....	11
3.2.1 Semen.....	11
3.2.2 Agregat.....	13
3.2.3 Air.....	15
3.2.4 Bahan Tambah.....	16
3.3 Beton Serat.....	16
3.4 Ketentuan Pembuatan Benda Uji.....	20
3.5. Perencanaan Campuran Beton.....	21
3.6 Slump.....	21
3.7 Workability.....	21
3.8 Kuat Tekan Beton.....	23
3.9 Modulus Elastisitas.....	24
3.10 Kuat Tarik Beton.....	25
3.11 Kuat Lentur Beton.....	26
BAB IV METODE PENELITIAN.....	28
4.1 Persiapan Bahan.....	28
4.2 Persiapan Alat.....	28
4.3 Pemeriksaan Material.....	29
4.3.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur.....	29
4.3.1 Pemeriksaan Berat Volume.....	29
4.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis.....	29
4.3.1 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir.....	29
4.4 Perhitungan Campuran Beton (Mix Design).....	29

4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.....	30
4.6 Pengujian Tekan Beton.....	31
4.7 Pengujian Tarik Beton	31
4.8 Pengujian Lentur Beton	32
4.9 Flow Chart Metode Penelitian.....	33
BAB V HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....	34
5.1 Umum	34
5.2 Workability	34
5.3 Berat Volume	36
5.4 Pengujian Tekan Beton.....	38
5.4.1 Tegangan – Regangan Tekan Beton	44
5.4.2 Analisis Modulus Elastis.....	49
5.5 pengujian Tarik Beton	50
5.3 pengujian Lentur Balok	55
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	61
6.1 Kesimpulan	61
6.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil Pengujian Kuat Tarik dan Tekan Beton Non Pasir	8
Tabel 3.1	Susunan Unsur-Unsur Semen.....	12
Tabel 3.2	Gradasi Pasir	14
Tabel 3.3	Gradasi kerikil	14
Tabel 3.4	Pengaruh Jenis Dan Jumlah Serat Atas Sifat Komposit Beton.....	20
Tabel 3.5	Angka Konversi Benda Uji Beton.....	20
Tabel 3.6	Tingkat <i>Workability</i> Berdasarkan Rasio Agregat - Semen.....	22
Tabel 3.7	Tingkat <i>Workability</i> Berdasarkan Nilai <i>Slump</i>	22
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	35
Tabel 5.2	Berat Volume Beton	37
Tabel 5.3	Kuat Desak Beton Rata-Rata.....	39
Tabel 5.4	Prosentase Perubahan Kuat Desak Beton Komposisi 0,25 %	39
Tabel 5.5	Prosentase Perubahan Kuat Desak Beton Komposisi 0,75 %	41
Tabel 5.6	Modulus Elastisitas (E_c) Beton Serat Komposisi 0,25 %	49

Tabel 5.7	Modulus Elastisitas (E_c) Beton Serat	
	Komposisi 0,75 %	50
Tabel 5.8	Hasil Pengujian Kuat tarik beton.....	51
Tabel 5.9	Prosentase Perubahan Kuat Tarik Untuk	
	Komposisi 0,25 %	51
Tabel 5.10	Prosentase Perubahan Kuat Tarik Untuk	
	Komposisi 0,75 %	51
Tabel 5.11	Kuat Lentur Beton Rata-Rata.....	56
Tabel 5.12	Prosentase Perubahan Kuat Lentur Untuk	
	Komposisi 0,25 %	56
Tabel 5.13	Prosentase Perubahan Kuat Lentur Untuk	
	Komposisi 0,75 %	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Interaksi Antara Serat dan Beton Tidak Retak :	
	(a) Tanpa Beban;(b) Beban Tarik ;(c) Beban Desak	17
Gambar 3.2	Interaksi Antara Serat dan Beton Pada Saat Retak	18
Gambar 3.3	Kurva Tegangan-Regangan Beton Serat :	
	Volume Serat Rendah	18
Gambar 3.4	Kurva Tegangan-Regangan Beton Serat :	
	Volume Serat Sedang	19
Gambar 3.5	Kurva Tegangan-Regangan Beton Serat :	
	Volume Serat Tinggi	19
Gambar 3.6	Uji Tekan Beton.....	23
Gambar 3.7	Uji Tarik Belah	25
Gambar 3.8(a)	Uji lentur	26
Gambar 3.8(b)	Bentuk Penampang Balok.....	26
Gambar 4.1	<i>Flowchart</i> Pelaksanaan Penelitian	33
Gambar 5.1	Hubungan Prosentase Serat Dengan Nilai Slump.....	36
Gambar 5.2	Hubungan Prosentase Serat Dengan Berat Volume.....	38
Gambar 5.3	Hubungan Kuat Desak Dan Umur Beton	
	Komposisi 0,25 %	40
Gambar 5.4	Hubungan Kuat Desak Dan Umur Beton	
	Komposisi 0,75 %	42

Gambar 5.5	Hubungan Kuat Desak Dan Prosentase Serat	
	Umur 28 Hari	43
Gambar 5.6	Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton	
	Komposisi 0,25 % Umur 7 Hari	45
Gambar 5.7	Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton	
	Komposisi 0,25 % Umur 28 Hari.....	46
Gambar 5.8	Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton	
	Komposisi 0,75 % Umur 7 Hari.....	47
Gambar 5.9	Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton	
	Komposisi 0,75 % Umur 28 Hari.....	48
Gambar 5.10	Hubungan Kuat Tarik Beton Dengan Prosentase Serat	
	Umur 7 Hari	53
Gambar 5.11	Hubungan Kuat Tarik Beton Dengan Prosentase Serat	
	Umur 28 Hari	54
Gambar 5.12	Hubungan Kuat Lentur Beton Dengan Prosentase Serat	
	Umur 7 Hari	58
Gambar 5.13	Hubungan Kuat Lentur Beton Dengan Prosentase Serat	
	Umur 28 Hari	58

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Data Pemeriksaan Laboratorium
- Lampiran B Metode DOE
- Lampiran C Perencanaan Campuran (*Mix Design*)
- Lampiran D Hasil Pengujian Tekan Beton
- Lampiran E Hasil Pengujian Tarik Beton
- Lampiran F Hasil Pengujian Lentur Beton
- Lampiran G Dokumentasi Pelaksanaan penelitian

ABSTRAKSI

Beton merupakan salah satu bahan struktur bangunan yang populer di Indonesia, karena disamping bahan baku beton tersedia cukup melimpah dan murah juga karena beton mempunyai kekuatan yang cukup besar pada kuat tekannya. Meskipun demikian beton mempunyai kelemahan yaitu kuat tarik yang sangat rendah dan bersifat getas. Hal tersebut menyebabkan kuat tarik beton sering diabaikan dalam perencanaan struktur bangunan teknik sipil. Penggunaan bahan tambah pada komposisi bahan beton diharapkan dapat meningkatkan kemampuan.

Untuk keperluan tersebut, dilakukan penelitian eksperimental beton dengan penambahan serat *polypropylene*. Pada penelitian ini serat *polypropylene* digunakan dengan pertimbangan disamping harganya yang relatif murah, serat ini juga mudah di dapat di pasaran. Benda uji yang dipakai untuk uji tekan dan tarik berupa silinder berukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm sedang untuk uji lentur dipakai balok dengan ukuran panjang 50 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm. Untuk jumlah variasi sebanyak 3 variasi panjang yaitu 2 cm, 4 cm, 6 cm dengan diameter yang konstan dan 2 variasi komposisi yaitu 0,25 % serta 0,75 % terhadap berat beton. Jumlah benda uji untuk setiap variasi sebanyak 3 buah dengan umur beton 7 dan 28 hari.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk beton dengan komposisi 0,25 % pada umur 7 dan 28 hari menghasilkan kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur yang lebih besar dari beton normal (tanpa serat), sedang untuk komposisi 0,75 % mempunyai kecenderungan lebih rendah dibanding beton normal. Untuk variasi pada komposisi 0,25 % dengan panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm serta diameter serat 1 mm berturut-turut memberikan peningkatan uji tekan sebesar 10,98 % ; 14,21 % ; 6,85 %, untuk uji tarik memberikan peningkatan sebesar 0,29 % ; 9,94 % ; 11,45 % sedangkan untuk uji lentur sebesar 2,69 % ; 4,26 % ; 13,84 %. Pada komposisi 0,75 % dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm serta diameter serat 1 mm untuk uji tekan berturut-turut mengalami penurunan sebesar 16,21 % ; 5,60 % ; 8,83 %, untuk uji tarik hanya serat 2 cm yang mengalami peningkatan sebesar 0,61 % untuk serat 4 cm dan 6 cm mengalami penurunan sebesar 4,69 % dan 11,43 % sedangkan untuk uji lentur hanya serat 2 cm yang mengalami peningkatan sebesar 1,21 % untuk serat 4 cm dan 6 cm mengalami penurunan sebesar 8,11 % dan 13,97 % dari beton normal (tanpa serat).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi di bidang konstruksi beton telah mengalami perkembangan yang pesat, sehingga manusia dituntut untuk berkeaktivitas dalam menciptakan inovasi baru untuk memperbaiki mutu beton. Beton merupakan bahan struktur yang memiliki berbagai kelebihan dibanding material lain. Pertimbangan pemilihan struktur beton diantaranya adalah, bahan baku penyusunnya cukup mudah diperoleh, mudah dalam pelaksanaannya atau pengerjaannya, ekonomis dalam pembuatannya dan mempunyai ketahanan terhadap kondisi lingkungan, serta mudah dalam perawatannya. Ditinjau dari struktural, kuat tekan beton mampu menahan struktur-struktur yang berat.

Bahan penyusun beton yang paling umum digunakan adalah semen, air, pasir, dan batu pecah (agregat kasar). Namun untuk mendapatkan mutu beton yang diinginkan tidak hanya mencampurkan semen Portland atau jenis semen lainnya dengan agregat halus, agregat kasar dan air, akan tetapi perlu juga penambahan bahan campuran lain berupa bahan kimia, pozolan, serta berbagai macam serat. Penambahan bahan tambah dapat merubah sifat dasar beton normal, baik beton segar maupun beton keras. Menurut **Murdock dan Brook (1991)**, kuat tarik beton berkisar seperdelapan belas kuat desaknya pada saat umur beton masih muda, dan berkisar seperdua puluh sesudahnya. Kuat tarik merupakan bagian penting didalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu.

Disamping keuntungan-keuntungan tersebut, beton juga mempunyai kelemahan yaitu bersifat getas sehingga dalam perencanaan struktur perlu penanganan khusus. Di samping itu beton juga mempunyai kuat tarik yang rendah sehingga dalam perencanaan struktur tegangan tarik yang terjadi dikombinasikan dengan tulangan. Beton tidak didesain menerima tegangan tarik dan jika beton mengalami tegangan tarik akan mengalami keretakan. Retak-retak bawaan juga

terjadi pada proses pengerasan beton, dan jika ditinjau dari keawetan struktur retakan ini akan mengakibatkan korosi pada tulangan.

Pada struktur yang didominasi tegangan tarik dan tegangan lentur yang lebih besar (misal pada struktur balok), bagian tarik beton akan segera terjadi retak bila mendapatkan tegangan-tegangan akibat dari pembebanan. Hal ini disebabkan adanya retak rambut yang merupakan sifat alami beton. Secara struktural kondisi ini tidak membahayakan karena tegangan tarik sepenuhnya telah didukung oleh tulangan. Namun demikian, akibat adanya retak akan menyebabkan timbulnya kontak antara tulangan dengan oksigen yang menyebabkan korosi sehingga luas tampang tulangan baja menjadi berkurang. Sebagai konsekuensi dari berkurangnya tampang tulangan baja maka kuat layanan baja tersebut akan berkurang dari yang seharusnya.

Penambahan serat pada adukan beton merupakan salah satu solusi untuk mengatasi retak-retak yang mungkin terjadi akibat tegangan tarik. Serat *polypropylene* atau yang sering disebut serat tali tambang plastik merupakan salah satu komponen lokal yang dapat dijadikan sebagai bahan tambah. Serat *polypropylene* termasuk serat yang paling ringan diantara bahan polimer, dibandingkan bahan polimer yang lain serat ini memiliki masa jenis titik lunaknya yang tinggi ($176^{\circ}\text{C}, T_m$), kekuatan tarik, lentur dan kekakuannya juga lebih tinggi, sifat mekanisnya dapat ditingkatkan sampai batas tertentu dengan cara mencampurkan serat gelas, disamping serat ini mudah diperoleh dipasaran dengan harga yang relatif murah serat *polypropylene* juga memiliki tahanan retak tegangan-regangan yang sangat baik (Tata & Saito, 1992). Berdasarkan sifat-sifat *polypropylene* tersebut, menarik untuk diteliti sebagai bahan tambah serat pada beton.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang dan diameter serat yang konstan sebagai bahan tambah yang menyebabkan kuat tarik, kuat tekan, dan kuat lentur yang optimum
2. Seberapa besar komposisi kandungan serat yang menyebabkan kuat tarik, kuat tekan, dan kuat lentur yang optimum.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari atau mengetahui penambahan serat dengan variasi panjang dengan diameter serat yang konstan yang menyebabkan kuat tarik, kuat tekan, dan kuat lentur yang optimum.
2. Mencari atau mengetahui komposisi kandungan serat yang menyebabkan kuat tarik, kuat tekan, dan kuat lentur yang optimum.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penambahan serat *polypropylene* dapat memperbaiki kualitas beton sehingga menghasilkan beton yang memenuhi syarat standar dengan biaya produksi yang lebih murah.
2. Dapat mengatasi permasalahan retak-retak bawaan pada beton dalam proses pengerasan.
3. Menambah wawasan serta pengetahuan dalam pengembangan ilmu teknik sipil khususnya dalam teknologi bahan konstruksi.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini perlu ada batasan masalah agar penelitian tidak menyimpang dari tujuan, adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Semen yang digunakan adalah semen Portland jenis I merk Gresik.
2. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari kali Clereng dengan ukuran maksimum 20 mm.
3. Pasir atau agregat halus yang digunakan berasal dari Merapi.

4. Prosentase serat *polypropylene* yang digunakan dengan variasi panjang 20 mm, 40 mm, 60 mm dengan diameter 1 mm pada komposisi 0,25 % dan 0,75 % terhadap berat beton.
5. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm untuk uji kuat tekan dan kuat tarik, sedangkan untuk kuat lentur digunakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran panjang 500 mm, lebar 100 mm, dan tinggi 100 mm.
6. Pengujian benda uji dilaksanakan pada umur 7 dan 28 Hari.
7. Penelitian ini dibatasi pada pengaruh serat *polypropylene* terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton dipakai sebagai komponen struktur/bangunan sipil, seperti pada konstruksi gedung, jembatan dan lain-lain. Beton mempunyai sifat-sifat dasar dan kualitas bervariasi. Hal ini dikarenakan oleh beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain bahan dasar yang digunakan, faktor air semen, jenis semen dan pemakaian bahan tambah seperti serat.

Menurut standar **SK-SNI-T-15-03 (1991)**, beton terbuat dari bahan semen Portland, air, agregat (kasar dan halus) dalam proporsi perbandingan tertentu dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. **ACI Committiee 544 (1982)**, mendefinisikan *Fiber Reinforced Concrete* merupakan beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus dan agregat kasar, serta sejumlah kecil *fiber*.

Teori yang dapat digunakan sebagai pendekatan untuk dapat menjelaskan mekanisme kerja *fiber* sehingga dapat memperbaiki sifat atau perilaku beton adalah sebagai berikut (**Sourosian, dkk., 1997**).

1. Spacing Concept

Teori ini menjelaskan bahwa dengan mendekatkan jarak antar *fiber* dalam campuran beton maka beton akan lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak menjadi lebih besar. *Fiber* dapat bekerja lebih baik jika berjejer secara urut dan seragam tanpa adanya *overlapping*. Hal tersebut sangat sulit dicapai karena pada keadaan sesungguhnya dari susunan *fiber* adalah tidak saling teratur dan saling overlap.

2. Composite Material Concept

Teori ini merupakan salah satu pendekatan yang cukup populer untuk memperkirakan kuat tarik maupun kuat letur 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 *fiber* menerus (*continuous fiber*) dan angka *poisson* dari material dianggap nol.

Kekuatan, keawetan, dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan cara perawatan selama proses pengerasan (Tjokrodimulyo, 1992).

Agregat merupakan komponen yang paling penting berperan dalam menentukan besarnya mutu beton. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat berukuran besar (Nawy, 1992)

2.2 Serat

Beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Selain itu serat berfungsi untuk menahan sebagian beban yang diterima oleh beton, baik itu merupakan gaya tarik atau gaya tekan (Tjokrodimulyo 1992).

Banyak sekali jenis-jenis serat yang dapat dipakai sebagai bahan tambah pada beton, mulai dari serat karbon yang sangat mahal sampai dengan serat alam yang relatif mudah didapat dan harganya murah. Serat selaku penguat dan peningkat sifat deformasi beton dewasa ini bukan lagi barang asing di berbagai negara. Pada beton yang diperkuat serat, beban deformasi matriks dialihkan ke seratnya. Menurut **Feldman dan Hartomo (1995)**, serat yang lazim digunakan pada komposit serat-beton ada dua kelompok :

1. Modulus rendah, pemanjangan besar.

Contoh : PA (*Poliamida*), PP (*Polipropilena*) dan PE (*Polietelina*) yang besar daya serap energinya, memberi sifat liat (ulet) serta tahan beban benturan/mendadak, walau tak terlalu menambah kekuatannya.

2. Modulus besar, kekuatan tinggi.

Contoh : baja, gelas, asbes, karbon, grafit, menjadikan kompositnya kuat dan tegar, meningkatkan sifat-sifat dinamisnya.

Beberapa macam bahan serat yang dapat dipakai untuk memperbaiki sifat-sifat beton adalah baja (*steel*), plastik (*polypropylene*), kaca (*glass*), dan karbon (**ACI Committee 544, 1982**). Tiap-tiap jenis serat mempunyai keuntungan dan kerugian sendiri-sendiri hal ini dapat dilihat pada uraian berikut :

1. Serat logam dipakai sebagai *filler* dan penguat polimer sesuai ciri logam serta geometriaknya, kerugiannya berat dan mahal
2. Serat kaca (*Glass fibers*) digunakan untuk proses penyemprotan dimana glass fibers dan mortar dengan kadar semen tinggi disemprotkan secara bersama-sama pada suatu permukaan meskipun kepekaannya yang tinggi terhadap lingkungan yang alkalin menghambat pemakaian jenis serat ini.
3. Serat polimer mempunyai berat jenis yang rendah dan permukaan yang tidak menyerap air adukan. Tetapi kelemahannya serat polimer mempunyai modulus elastis yang rendah, kelekatan yang jelek, dengan pengadukan beton, mudah terbakar serta mempunyai titik leleh yang rendah.
4. Serat karbon dapat digunakan untuk meningkatkan kekakuan lawan retak, regangan dan tegangan retak serta kuat batas mortar. Meskipun demikian kelemahan serat karbon dalam hal keliatan memerlukan pertimbangan khusus dalam pemakaiannya.
5. Serat alami, yaitu berupa ijuk dan kelapa. Campuran beton dengan serat ini menghasilkan sifat beton yang daktail dan umumnya kuat tariknya rendah. Kelemahan serat ini tidak tahan terhadap serangan kimia dan tidak tahan lama karena bisa membusuk.

Balaguru (1992) mengemukakan bahwa faktor yang mempengaruhi perekatan pada serat adalah rasio panjang-diameter (L/D), rasio ini dipengaruhi oleh jenis serat, kehalusan serat, kerusakan serat, pemuaihan dan tipe serat seperti (serat baja, serat dari polimer, dan serat alami).

2.3 Hasil-hasil Penelitian

Pada penelitian yang lain beton yang diperkuat dengan serat, beban deformasinya dialihkan ke serat. Peranan serat menahan retakan yang menjalar adalah untuk menjebak ujung retakan agar lambat melintasi matrik (beton). Penambahan serat Nylon (senar pancing) dengan variasi panjang dan diameter yang konstan dapat meningkatkan kuat tarik sebesar 5,71 % dengan panjang serat 30 mm dan diameter 0,4 mm; 8,64 % dengan panjang serat 44 mm dan diameter 0,6 mm; 17,29 % dengan panjang serat 70 mm dan diameter 0,95 mm dengan konsentrasi penambahan serat 1,5 % dari volume beton benda uji (Lira dan Eko, 2002)

Anang dan eka (2004), mengemukakan bahwa pemakaian beton non pasir dengan agregat krikil Gunung Merapi merupakan salah satu cara untuk mengurangi berat beton yang besar. Hasil pengujian didapatkan kuat tekan beton non pasir dengan penambahan serat *polyethylene* atau serat tali plastik dengan agregat asal Gunung Merapi didapatkan hasil seperti pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik dan Tekan Beton Non Pasir

No	Prosentase (%)	Kuat Tarik (kg/cm^2)	Kuat Tekan (kg/cm^2)	Kenaikan Tarik (%)	Kenaikan Tekan (%)
1.	0	19,6280	212,3867	0	0
2.	0,25	21,0526	250,3379	7,26	17,87
3.	0,50	21,7928	259,9448	11,03	22,39
4.	0,75	21,0043	232,8046	7,01	9,61
5.	1,00	19,8796	224,1474	1,28	5,54

Menurut Agus (1993) dengan penambahan serat tali plastik yang diuraikan pada beton mendapatkan hasil maksimum kuat tekan sebesar 255,78 Kg/cm^2 dengan prosentase penambahan serat sebesar 0,5%, dan pada kuat tarik beton mendapatkan hasil maksimum kuat tarik sebesar 31,30 Kg/cm^2 dengan prosentase serat 0,5%, serta pada kuat lentur mendapatkan hasil maksimum kuat lentur sebesar 46,71 Kg/cm^2 dengan presentase serat 1,0%.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Lira dan Eko (2002) dengan menggunakan benda uji silinder yang berdimensi diameter 30 cm dan tinggi 15

cm dengan orientasi penyebaran *fiber* nylon random, mendapatkan hasil bahwa peningkatan kuat tarik beton *fiber* nylon maksimum dengan aspek rasio konstan didapat pada panjang 70 mm dan diameter 0,95 mm yaitu sebesar 17,29%. Pada penelitian yang dilakukan oleh **Erna dan Ari (2001)** dengan penambahan serat nylon pada beton dihasilkan kuat tarik beton yang maksimum pada panjang serat 70 mm dan diameter 0,95 mm yaitu 3,0931 MPa, meningkat sebesar 17,29%.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air, dan agregat (serta kadang-kadang bahan tambah, yang bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia) pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut bilamana dituangkan dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan ini terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dengan semen, dan hal ini berjalan selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya (Tjokrodimulyo, 1992).

Beton dapat mencapai kuat-hancur sampai sekitar 80 N/mm^2 (12.000 lb/in^2), atau lebih, tergantung pada perbandingan air-semen serta tingkat pematatannya. Kuat-hancur antara 20 dan 50 N/mm^2 pada umur 28 hari biasanya diperoleh dari campuran semen : pasir : agregat kasar dengan perbandingan $1 : 2 : 4$ jika pengawasan pekerjaan di lapangan baik (Murdock dan Brook, 1991).

Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat, diupayakan oleh para ahli untuk meningkatkan sifat-sifat beton antara lain *workability, strength, durability, permeability* dan sifat-sifat yang lain. Cara yang ditempuh untuk mendapatkan beton mutu tinggi adalah dengan memperbaiki mutu material pembentuk beton yaitu agregat halus, agregat kasar, air dan semen. Selain itu juga perlu diperhatikan perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton, sehingga diperlukan ketelitian untuk menentukan komposisi bahan penyusun beton. Di samping itu produksi beton mutu tinggi biasanya menggunakan bahan tambah untuk mendapatkan beton dengan mutu dan kualitas yang lebih baik dilihat dari segi kekuatannya. Serat *Polypropylene* atau serat tali tamar plastik merupakan salah satu jenis serat yang dapat digunakan sebagai

bahan tambah yang berfungsi mengurangi retak-retak halus pada beton akibat beban tarik.

3.2 Material Penyusun Beton

3.2.1 Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Salmon, 1994). Semen diperoleh dengan cara membakar secara bersamaan, suatu campuran dari *caicareous* (yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping) dan *argillaseous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Secara mudahnya, kandungan semen Portland adalah kapur, silika, dan alumina. Dari ketiga bahan dasar tadi dicampur dan dibakar dengan suhu 1550 derajat celsius sehingga menjadi klinker. Kemudian dikeluarkan, didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Biasanya ditambahkan gips atau kalsium sulfat sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan (Tjokrodimulyo, 1992).

Dalam penelitian ini dipakai semen Portland tipe I merk Gresik. Semen tipe ini dapat dikatakan yang paling banyak dimanfaatkan untuk bangunan, dan tidak membutuhkan persyaratan khusus. Suatu semen jika tidak diaduk dengan air akan membentuk adukan pasta semen, sedangkan jika diaduk dengan air kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil atau batu pecah disebut beton. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu massa yang kompak atau padat dan untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Adapun komposisi kimia semen tercantum pada Tabel 3.1 (Astanto, 2001).

Tabel 3.1 Susunan Unsur-Unsur Semen

Oksida	Persen
Kapur, CaO	60 - 65
Silika, SiO_2	17 - 25
Alumina, Al_2O_3	3 - 8
Besi, Fe_2O_3	0,5 - 6
Magnesia, MgO	0,5 - 4
Sulfur, SO_3	1 - 2
Soda/potash $Na_2O + K_2O$	0,5 - 1

Ada empat macam senyawa kimia penting yang mempengaruhi sifat semen yaitu ikatan dan sifat pengerasan semen adalah (Astanto, 2001) :

1. Trikalsium silikat (C_3S) atau $3CaO.SiO_2$
2. Dikalsium silikat (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$
3. Trikalsium aluminat (C_3A) atau $3CaO.Al_2O_3$
4. Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF) atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

Semen Portland di Indonesia menurut SII 0013 – 81 dibagi menjadi lima jenis antara lain :

Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan - persyaratan khusus.

Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.

Jenis III : Semen Portland yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.

Jenis IV : Semen Portland yang penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Jenis V : Semen Portland yang penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengikatan semen adalah (Tjokrodimulyo, 1992) :

1. kehalusan semen, semakin halus butiran semen akan makin cepat waktu pengikatannya.
2. jumlah air, pengikatan semen akan makin cepat bila jumlah air berkurang.
3. temperatur, waktu pengikatan akan makin cepat bila suhu udara di sekelilingnya semakin kecil.
4. penambahan zat kimia tertentu.

3.2.2 Agregat

Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun peranan agregat pada beton sangat penting. Ini karena agregat menempati kira-kira sebanyak 70 % volume mortar atau beton. Agregat sangatlah berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton, besar butiran agregat selalu dibatasi oleh ketentuan maksimal persyaratan agregat, ketentuan itu antara lain (**Astanto, 2001**) :

1. Ukuran maksimal butiran agregat tidak boleh lebih dari $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih antar baja tulangan atau antara tulangan dan cetakan.
2. Ukuran maksimal butiran agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ kali tebal pelat.
3. Ukuran maksimal butiran agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; dan 0,15 mm.

Menurut peraturan **SK-SNI-T-15-1991-03 (1991)**, Kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Batas-batas jenis pasir tercantum dalam Tabel 3.2

Tabel 3.2 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	85-100	85-100	95-100
1,2	30-70	75-100	75-100	90-100
0,6	15-34	60-79	60-79	80-100
0,3	5-20	12-40	12-40	15-50
1,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan : Daerah I : Pasir kasar

Daerah II : Pasir agak kasar

Daerah III : Pasir agak halus

Daerah IV : Pasir halus

Adapun gradasi kerikil seperti yang tercantum dalam Tabel 3.3

Tabel 3.3 Gradasi kerikil

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir 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 campuran agregatnya, yaitu campuran pasir dan kerikil dengan diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm. Indek yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir yang mempunyai modulus halus butir 1,5 sampai 3,8 dan kerikil antara 5 sampai 8. Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus :

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

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

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimiawi yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, yang kedua sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang diperlukan hanya sekitar 30 % berat semen saja, kandungan air tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan rendah serta betonnya porous. Selain itu, kelebihan air akan bersama-sama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang (*bleeding*). Selaput tipis akibat dari *bleeding* ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah (Tjokrodimulyo, 1992).

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garaman, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum (PBI-1971).

Dalam pemakaian air untuk beton itu sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut (Tjokrodimulyo, 1992) :

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

3.2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain bahan pokok (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera, atau selama proses pengadukan beton. Tujuannya ialah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras (Tjokrodimulyo, 1992). Serat *polypropylene* atau serat tali tampar plastik merupakan salah satu jenis serat buatan (sintetis). Serat ini kita pilih karena disamping harganya murah juga banyak kita jumpai di pasaran dengan karakteristik adalah sebagai berikut (Tata dan Saito, 1992) :

1. termasuk kelompok yang paling ringan diantara bahan polimer,
2. mempunyai massa jenis (0,9-0,92)
3. massa jenis tinggi titik lunaknya ($176^{\circ}\text{C}, T_m$)
4. terbakar kalau dinyalakan dan menjadi cair, menjadi rata jika dijatuhkan di atas air,
5. sifat - sifat kimianya cukup stabil tahan berbagai bahan kimia kecuali oksida kuat,
6. kekuatan tarik, lentur dan kekakuannya lebih tinggi dibanding serat polimer yang lain,
7. penyusutan pada pencetakan kecil, penampilan dan ketelitian dimensinya lebih baik.

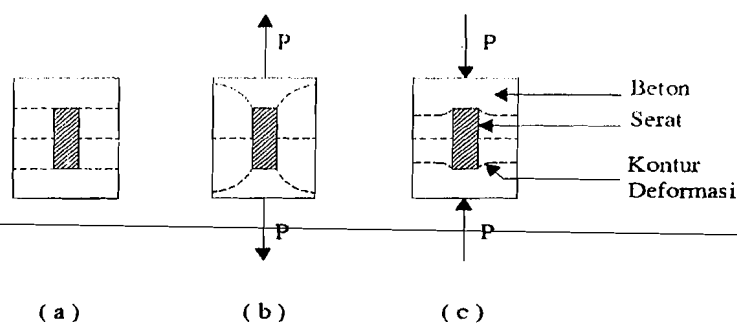
3.3 Beton Serat

Beton serat adalah campuran beton dan penambahan serat dalam konsentrasi tertentu. Serat yang biasa digunakan biasanya berupa serat alami seperti bambu, ijuk, serat tebu, dan sebagainya. Untuk serat buatan biasanya yang digunakan adalah bendrat, plastik, dan bahan-bahan lainnya. Serat yang dicampurkan dengan maksud untuk membantu beton dalam menahan gaya tarik (Bayu dan Jati, 2000)

Interaksi antara serat dengan beton merupakan sifat hal yang pokok, dapat mempengaruhi kinerja dari material komposit beton serat. Pemahaman interaksi ini sangat dibutuhkan untuk mengestimasi kontribusi dari beton serat dan untuk

memperkirakan perilaku dari beton serat. Interaksi serat dengan beton yang tidak mengalami retak terjadi hampir pada semua komposit selama awal langkah pembebanan. Dalam kasus tertentu beton akan retak dalam masa pelayanan, walaupun terjadi dalam komposit. Kebanyakan kasus, beton mengalami retak selama masa pelayanan. Oleh karena itu membatasi Interaksi fiber dengan tidak mengalami retak pada beton sangat penting dalam praktek pengaplikasian. Bagian yang tidak terjadi retak adalah bagian yang mempengaruhi sistem struktur.

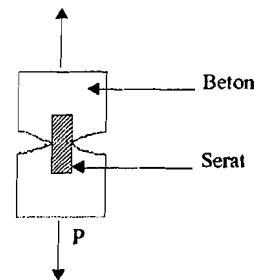
Sistem sederhana serat beton terdiri dari serat tunggal yang ditunjukkan dalam Gambar 3.1. Dalam tahap tanpa beban tegangan dianggap nol (Gambar 3.1-a). Ketika terjadi pembebanan sebagian besar beban dipindahkan sepanjang permukaan serat. Disebabkan perbedaan kekakuan antara serat dan beton, tegangan geser terjadi sepanjang permukaan serat. Jika serat lebih kaku dibandingkan dengan matrik maka deformasi yang terjadi di sekeliling serat akan lebih kecil, Apabila modulus elastis serat lebih kecil dibandingkan dengan modulus elastis beton maka deformasi disekitar serat akan semakin besar, kondisi seperti ini terjadi pada beton dengan penambahan serat *polyethelene* dan serat alam, yang ditunjukkan dalam (Gambar 3.1-b dan 3.1-c).



Gambar 3.1. Interaksi Antara Serat dan Beton Tidak Retak : (a) Tanpa Beban; (b) Beban Tarik; (c) Beban Desak (Balaguru dan Shah, 1992).

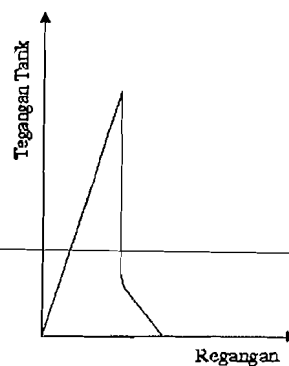
Apabila komposit mengalami pembebanan tarik, maka pada tahap tertentu beton komposit akan mengalami retak yang ditunjukkan dalam

(Gambar.3.2). Bila beton retak, maka serat yang menerima beban melewati retakan akan meneruskan beban dari sisi beton ke sisi beton yang lain. Jika serat masih sanggup menyalurkan beban yang melewati retakan, maka retakan yang lebih besar akan terbentuk. Dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Interaksi Antara Serat dan Beton Pada Saat Retak (Balaguru dan Shah, 1992).

Pengaruh penambahan serat menentukan terjadinya keruntuhan dan retakan yang terjadi pada komposit. Pada komposit dengan kadar serat rendah, maka komposit akan segera runtuh setelah terjadi retakan pada beton. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 3.3.

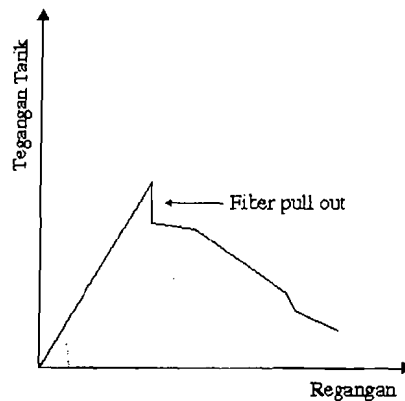


(a)

Gambar 3.3. Kurva Tegangan-Regangan Beton Serat : Volume Serat Rendah (Balaguru dan Shah, 1992).

Pada komposit dengan kadar serat yang sedang, maka setelah terjadi keretakan beton, kapasitas komposit menerima pembebanan akan turun tetapi komposit masih dapat menahan beban selama masih dibawah beban puncak.

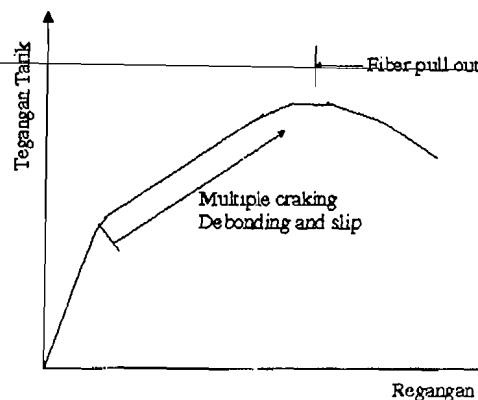
Ketika beton retak, beban diteruskan dari komposit ke serat sepanjang retakan. Saat deformasi meningkat, maka serat tertarik keluar dari beton dan akibatnya kemampuan komposit menerima pembebanan semakin menurun. Keadaan seperti ini tidak meningkatkan kekuatan akan tetapi menghasilkan perilaku yang daktil. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 3.4.



(b)

Gambar 3.4. Kurva Tegangan-Regangan Beton Serat : Volume Serat Sedang (Balaguru dan Shah, 1992).

Untuk komposit dengan kadar serat tinggi setelah mengalami keretakan pada beton, serat akan menahan peningkatan pembebanan maka komposit dapat menerima penambahan beban yang lebih tinggi dari beban retak. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 3.5 (Balaguru dan Shah, 1992).



(c)

Gambar 3.5. Kurva Tegangan-Regangan Beton Serat : Volume Serat Tinggi.

Pada beton serat, penambahan serat organik-sintetik seperti nilon dan PP (*polipropilena*) pada semen atau beton akan memperbaiki ketahanan terhadap benturan, namun tidak terlalu berpengaruh terhadap kuat tensile dan tekuknya. Kekuatan beton akan meningkat menyeluruh jika serat organik-sintetik digabung dengan serat anorganik. Berbagai pengaruh jenis dan jumlah serat atas sifat komposit beton dapat kita lihat pada tabel 3.4 (Feldman dan Hartomo, 1995).

Tabel 3.4 Pengaruh Jenis Dan Jumlah Serat Atas Sifat Komposit Beton

Produk	% berat serat	Dampak (Charpy) kering (kJ/m ²)	Modulus patahan/jebol (Mpa)			
			Kering	Basah	Penuangan basah 20° C	Penuangan basah 50° C
Asbes/semen	10	2 - 4	30	25	-	-
Monofilamen PP	0,5 - 2	6	16 - 17,5	16 - 17,5	-	-
Serat Karbon	1,0 - 2,0	2,5 - 4,5	18 - 22	17 - 19	17,5	16,0
Selulosa	3,5	1,5 - 2,5	15 - 18	13 - 15	12 - 14	11,0

3.4 Ketentuan Pembuatan Benda Uji

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 :

Tabel 3.5 Angka Konversi Benda Uji Beton

Benda Uji	Faktor Konversi
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.

3.5 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian yang kami lakukan ini kami menggunakan metode “ *The British Mix Design Method*” atau di Indonesia dikenal dengan nama DOE (*Department of Environment*). Adapun langkah-langkahnya secara rinci lihat pada lampiran C.1.

3.6 Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton. Hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai slump berarti semakin cair adukan beton tersebut, sehingga adukan beton semakin mudah dikerjakan. Nilai slump lebih ditentukan oleh jumlah air dalam adukan, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, bila nilai slump sama akan tetapi nilai fasnya berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi (Tjokrodimulyo, 1992).

3.7 Workability

Istilah *workability* sulit untuk didefinisikan dengan tepat, dan Newman mengusulkan agar didefinisikan pada sekurang-kurangnya tiga buah sifat yang terpisah (Murdock dan Brook, 1991) :

1. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil.
2. Mobilitas, atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali.
3. Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi agregasi/pemisahan butiran dan bahan lainnya.

Menurut Jackson (1983), workability didasarkan atas rasio agregat dan semen (A/C) dan terbagi atas beberapa tingkatan yaitu : *Low Workability*, *medium Workability*, *Hard Workability*. Tingkat workability dapat dilihat pada tabel 3.6.

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

Untuk tingkat *workability* yang didasarkan atas nilai slump terbagi atas *Medium Workability*, *Low Workability*, dan *Very Low Workability*. Tingkat *workability* dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Tingkat *Workability* Berdasarkan Nilai *Slump*

No	Slump (mm)	Workability
1	25 - 100	Medium
2	10 - 50	Low
3	-	Very Low

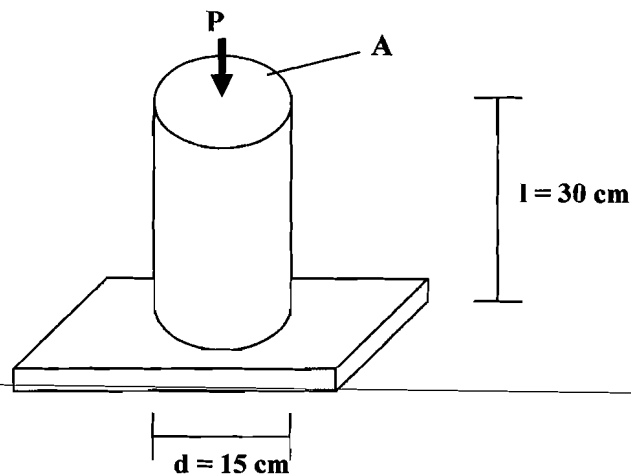
3.8 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban dibagi dengan luasan permukaan beton yang menerima beban tersebut. Menurut SNI 03-1974-1990 untuk mendapatkan kuat tekan beton tersebut dari masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat Tekan } f_c = \frac{P}{A} \text{ ----- (3.2)}$$

$$f_{cr} = \frac{\sum_i^N f_c}{N} \text{ ----- (3.3)}$$

Dengan : P = beban maksimum (N)
 A = luas penampang benda uji (mm²)
 f_c = kuat tekan beton masing-masing benda uji (MPa)
 f_{cr} = kuat tekan beton rata-rata (MPa)
 N = jumlah benda uji



Gambar 3.6 Uji Tekan Beton

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan desak beton antara lain (Peraturan Pedoman Beton Indonesia, 1971) :

- a. faktor air semen (FAS),
- b. kekerasan agregat halus dan kasar,

- c. prosedur pemeriksaan mutu untuk pengecoran dan pengangkutan serta pemadatan di lapangan,
- d. umur beton, dan sifat-sifat tegangan beton juga dipengaruhi oleh kecepatan pembebanan

3.9 Modulus Elastisitas

Menurut **Murdock dan Brook (1999)**, 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. **Nawy (1998)** mengemukakan kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar $0,4 f'_c$) disebut *modulus elastisitas*; modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis (pada keadaan beban dihilangkan bersifat reversibel penuh). Adapun untuk perhitungan modulus elastisitas dapat dilihat pada persamaan 3.4.

$$\text{Modulus Elastisitas } (E_c) = \frac{\sigma}{\varepsilon} \text{ ----- (3.4)}$$

Dengan : σ = Tegangan (sekitar $0,4 f'_c$) kuat tekan uji

ε = Regangan yang dihasilkan dari tegangan (σ)

Peraturan ACI memberikan persamaan untuk menghitung modulus elastisitas sekan beton E_c untuk beton berbobot normal sebagai berikut :

$$\text{Modulus Elastisitas } (E_c) = 4730 \sqrt{f'_c} \text{ ----- (3.5)}$$

Untuk peraturan **SK-SNI-T-15-1991-03 (1991)** nilai modulus elastisitas dinyatakan dengan :

$$\text{Modulus Elastisitas } (E_c) = 4700 \sqrt{f'_c} \text{ ----- (3.6)}$$

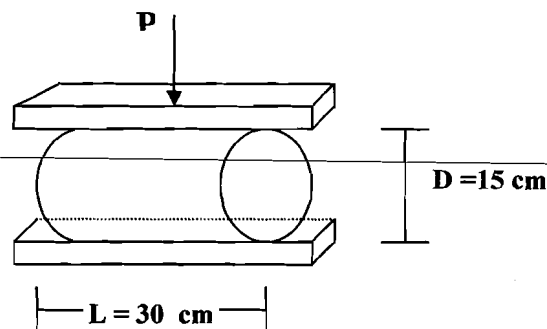
Dengan : f'_c = Kuat tekan silinder ($\text{N/mm}^2 = \text{Mpa}$)

3.10 Kuat Tarik Beton

Kekuatan tarik beton dalam praktek mempengaruhi rambatan terjadinya retak. Menurut SNI-03-2491-2002 kuat tarik beton dapat ditentukan dengan pengujian pecah belah silinder (*Split Cylinder*). Silinder diletakkan pada alat pembebanan dengan posisi rebah. Beban vertikal dikerjakan sepanjang selimut silinder dan secara berangsur-angsur dinaikkan pembebanannya hingga dicapai nilai maksimum dan silinder pecah terbelah oleh gaya tarik horizontal (Gambar 3.7). Kuat tarik beton dapat diketahui dengan membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang didesak yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2P}{\pi DL} \quad \text{-----} \quad (3.7)$$

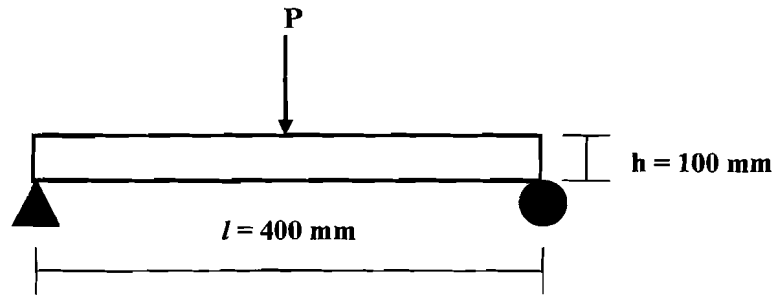
Dengan : f_t = kuat tarik
 P = beban
 D = diameter silinder
 L = panjang silinder



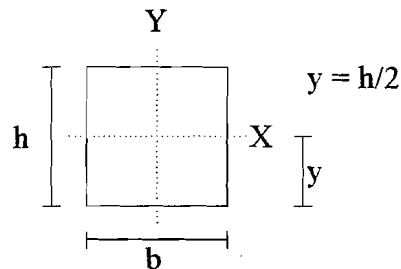
Gambar 3.7 Uji tarik belah

3.11 Kuat Lentur Beton

Kekuatan lentur atau momen tahanan penampang balok adalah kapasitas tegangan-tegangan dalam yang membentuk sebuah momen kopel sebagai perlawanan dari momen lentur luar yang timbul sebagai akibat beban luar (Dipohusodo, 1994). Tegangan lentur dalam balok berhubungan dengan momen lentur (M) dan momen inersia (I) dari tampang balok.



Gambar 3.8 (a) Uji lentur



Gambar 3.8 (b) Bentuk Penampang Balok

Menurut SNI 03-4154-1996 nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\sigma_{lt} = M \cdot y / I \quad \text{----- (3.8)}$$

$$\text{dimana : } I = (1/12) b \cdot h^3 \quad \text{----- (3.9)}$$

dengan substitusi persamaan dan kedalam persamaan didapat :

$$\sigma_{lt} = \frac{(1/4Pl) \cdot (1/2h)}{(1/12)b \cdot h^3} \quad \text{----- (3.10)}$$

$$\sigma_{lt} = \frac{3Pl}{2b \cdot h^2} \quad \text{----- (3.11)}$$

dengan : σ_{it} = Kuat lentur
P = beban (gaya)
l = jarak antara tumpuan
b = lebar tampang balok
h = tinggi tampang balok

BAB IV

METEDOLOGI PENELITIAN

Metedologi yang kami lakukan adalah dengan cara membuat benda uji di Laboraturium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, kemudian pengujian dilakukan dengan cara : tekan, tarik, dan lentur pada umur beton : 14 dan 28 Hari.

4.1 Bahan – bahan

Bahan yang digunakan dalam proses pencampuran adalah :

1. Semen Portland merek Gresik.
2. Agregat halus (pasir) diambil dari lereng Gunung Merapi.
3. Agregat kasar (kerikil) diambil dari Kali Clereng Kulon Progo
4. Air dari laboraturium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
5. Bahan tambah serat *Polypropylene*.

4.2 Peralatan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Mesin aduk beton (molen).
2. Mesin Desak.
3. Sekop besar.
4. Kaliper.
5. Penggaris.
6. Tongkat penumbuk.
7. Gelas ukur.
8. Ember.
9. Kerucut Abrahams.
10. Timbangan.
11. Ayakan.
12. Sendok semen (cetok).

13. Palu karet.
14. Palu martil.
15. Cetakan silinder.
16. Seperangkat peralatan kunci.

4.3 Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

4.3.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur

Tujuannya adalah untuk mengetahui kadar lumpur yang dikandung dalam agregat yang akan digunakan sebagai bahan adukan beton. Pada agregat ini kandungan lumpurnya tidak boleh lebih dari 5 %.

4.3.2 Pemeriksaan Berat Volume

Pemeriksaan ini untuk mengetahui berat volume agregat dalam kondisi "SSD" (*Saturated Surface Dry*) adapun untuk hasilnya dapat dilihat pada (lampiran A.4-5).

4.3.3 Pemeriksaan Berat Jenis

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis agregat yang akan digunakan, adapun hasilnya dapat dilihat pada (lampiran A.1-2).

4.3.4 Analisis Saringan dan Modulus Halus Butir

Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) agregat halus dengan menggunakan saringan. Dari analisis saringan yang dilakukan diperoleh modulus halus butiran agregat halus, adapun hasilnya dapat dilihat pada (lampiran A.6).

4.4 Perhitungan Campuran Beton (*Mix Design*)

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*) adapun perhitungan secara rincinya lihat pada (lampiran C).

Untuk 1 m^3 beton dibutuhkan :

- a. Air = 225 liter
- b. Semen = 479 kg (9,58 kantong) dimana 1 sak = 50 kg.

- c. Pasir = 690 kg
 d. Kerikil = 802 kg
 e. *Polypropylene* = 5,64 kg (var.0,25%) dan 16,91 kg (var 0,75 %).

Untuk 1 adukan (1 kantong semen) dibutuhkan :

- a. Air = $\frac{1}{9,58} \times 225 = 23,49$ liter
 b. Semen = 1 kantong semen = 50 kg.
 c. Pasir = $\frac{1}{9,58} \times 690 = 72,03$ kg
 d. Kerikil = $\frac{1}{9,58} \times 802 = 83,72$ kg
 e. *Polypropylene* = $\frac{1}{9,58} \times 5,64 = 0,59$ kg (var 0,25 %);
 $\frac{1}{9,58} \times 16,91 = 1,77$ kg (var 0,75 %)

4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Menimbang bahan yang dibutuhkan.
3. Mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang ke dalam molen, kemudian diaduk hingga warna adukan tampak rata dan kepekatan yang cukup (tidak terlalu cair dan tidak terlalu padat).
4. Diukur nilai *Slump* dari adukan tersebut sebelum dan sesudah diberi penambahan serat.
5. Setelah *Slump* yang didapat sesuai dengan rencana, kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan silinder. Pengisian adukan dilakukan tiga tahap, masing-masing $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakan. Setiap tahap ditusuk-tusuk dengan tongkat baja (dengan ukuran diameter 16

mm dan panjang 60 cm yang ujungnya dibulatkan) sebanyak 25 kali sebagai pemadatan adukan.

6. Setelah pemadatan selesai, kemudian permukaannya diratakan.
7. Cetakan diletakan di tempat yang rata dan bebas dari getaran dan gangguan lain dan dibiarkan selama 24 jam.
8. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dirawat sesuai dengan variasi *Polypropylene* 0,25 % dan 0,75 % kemudian diuji pada hari ke 7 dan 28.

4.6 Pengujian Tekan Beton

Pengujian tekan dilakukan dengan menggunakan benda uji silinder beton pada umur 7 dan 28 hari. Benda uji ditekan dengan menggunakan mesin uji tekan (*compressed testing machine*) untuk mendapatkan kuat tekan beton. Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. benda uji diambil dari bak perendaman 1 hari sebelum dilakukan pengujian,
2. kotoran yang menempel dibersihkan dengan kain,
3. menimbang berat dan benda uji,
4. mengukur dimensi benda uji,
5. benda uji diletakkan pada mesin desak secara sentris,
6. pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi benar-benar hancur dan dicatat hasil maksimum pembebanannya.

Kuat tekan dihitung dari besarnya beban yang mampu ditahan beton uji dibagi luasan sisi yang ditekan, sebagaimana disajikan pada persamaan 3.2. Hasil pengujian kemudian dicatat, lalu dirata-rata sehingga didapatkan hasil tekan rata-rata benda uji untuk setiap variasinya.

4.7 Pengujian Tarik Beton

Untuk pengujian tarik beton dilakukan dengan menggunakan uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*). Langkah-langkah pengujian seperti pada uji tekan tapi dengan posisi benda uji rebah kemudian diberi beban vertikal

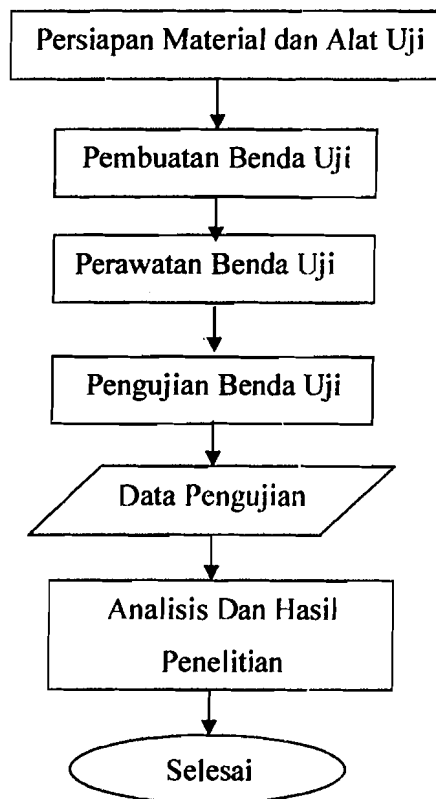
sepanjang selimut silinder benda uji dengan pembebanan yang dinaikan secara konstan sampai mencapai nilai maksimum dan silinder terbelah. Perhitungan kuat tarik tersaji pada persamaan 3.7. Hasil pengujian kemudian dicatat, lalu dirata-rata sehingga didapatkan kuat tarik rata-rata benda uji untuk setiap variasinya.

4.8 Pengujian Lentur Beton

Benda uji yang digunakan adalah balok beton yang mempunyai dimensi 100 x 100 x 500 (mm). Balok uji diletakkan di atas dua tumpuan dimana jarak antar tumpuan sepanjang 400 mm dengan satu beban titik. Untuk perhitungan kuat lentur tersaji pada persamaan 3.11. Hasil pengujian kemudian dicatat, lalu dirata-rata sehingga didapatkan kuat tarik rata-rata benda uji untuk setiap variasinya.

4.9 Flow Chart Metode Penelitian

Untuk mempermudah penjelasan diatas maka penelitian ini dapat disajikan dalam bentuk bagan alir (*flow chart*) sebagaimana ditunjukkan di bawah.



Gambar 4.1 *Flowchart* Pelaksanaan Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pengkajian terhadap pengujian tekan, tarik, dan lentur beton yang diperbaiki oleh adanya penambahan serat dilakukan dengan menggunakan benda uji dengan jumlah sebanyak 126 sampel. Dengan mengikuti prosedur yang berlaku diharapkan benda-benda uji tersebut cukup mewakili sifat-sifat beton yang diselidiki.

Pada dasarnya beton yang *brittle* akan meningkat kekuatannya oleh adanya penambahan serat, hal ini karena retak-retak yang sering terjadi pada beton akan ditahan oleh serat sehingga pada daerah beton yang sudah retak peranan dari serat cukup dominan. Retak yang terjadi pada beton tersebut ditahan oleh serat dengan dua cara yaitu lekatan antara serat dengan pasta semen (*bond strength*) dan kekuatan dari serat itu sendiri.

Pada tampang pecah untuk penambahan serat *polypropylene* terlihat serat dengan panjang 2 cm banyak yang tercabut dari beton dengan posisi serat sembarang (*random*), sedang pada serat dengan panjang 4 cm dan 6 cm lebih banyak serat yang putus daripada yang tercabut. Perbandingan jumlah serat pada tampang pecah sudah cukup proporsional paling tidak untuk penambahan serat dengan konsentrasi 0.25 % dari berat beton. Sedang untuk penambahan serat dengan konsentrasi 0.75 % kurang begitu proporsional hal ini dimungkinkan karena terlalu banyaknya serat pada campuran beton sehingga mengakibatkan lekatan serat pada beton kurang bagus.

5.2 Workability

Pada penelitian ini beton normal sebelum ditambah serat *polypropylene* ditetapkan memiliki nilai *slump* sebesar 75 – 150 mm dengan nilai faktor air semen sebesar 0,47.

Selama proses pengadukan, adanya penambahan serat ke dalam adukan dapat mempersulit proses pengerjaan beton. Hal tersebut dapat dilihat dari penurunan nilai slump akibat adanya penambahan serat sebagaimana terlihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Nilai Slump

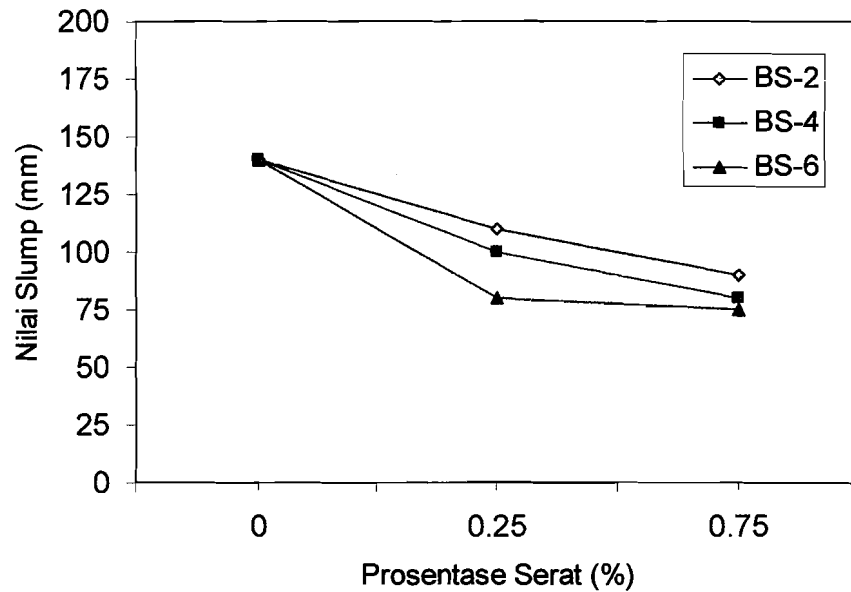
No.	Kode Benda Uji	Variasi Penambahan (Komposisi Serat %)	Slump (mm)	
			Sebelum	Setelah
1	BN	0%	140	140
2	BS-2	0.25%	120	110
3	BS-4	0.25%	115	100
4	BS-6	0.25%	95	80
5	BS-2	0.75%	115	90
6	BS-4	0.75%	120	80
7	BS-6	0.75%	100	75

Keterangan

- BN : Beton Normal
- BS-2 : Beton Serat Panjang 2 Cm
- BS-4 : Beton Serat Panjang 4 Cm
- BS-6 : Beton Serat Panjang 6 Cm

Dari tabel di atas dapat terlihat bahwa semakin besar prosentase serat terhadap berat beton menyebabkan nilai slump semakin menurun, sehingga mempengaruhi tingkat kenuhahan dalam pengerjaan beton. Hal ini disebabkan air berada disekitar serat *polypropylene* sehingga mengurangi kadar air yang terkandung dalam adukan beton. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan serat dapat menurunkan kelecakan pada adukan beton, sehingga mempersulit proses pengadukan dan pengecoran pada beton sebagaimana terlihat pada Tabel 5.1. Dari Gambar 5.1 terlihat semakin tinggi prosentase dan panjang serat nilai slump mempunyai kecenderungan menurun. Hal ini disebabkan semakin tinggi prosentase serat semakin banyak serat dalam adukan beton sehingga air yang ditahan disekitar permukaan serat juga semakin banyak menyebabkan kelecakan adukan berkurang sehingga nilai slump menjadi turun.

mengumpal dan menahan beton tidak runtuh sehingga mengakibatkan nilai slump menjadi turun. Menurut (Tjokrodimulyo, 1996) adanya serat mengakibatkan berkurangnya sifat kemudahan dikerjakan dan mempersulit terjadinya segregasi.



Gambar 5.1 Hubungan Prosentase Serat Dengan Nilai Slump

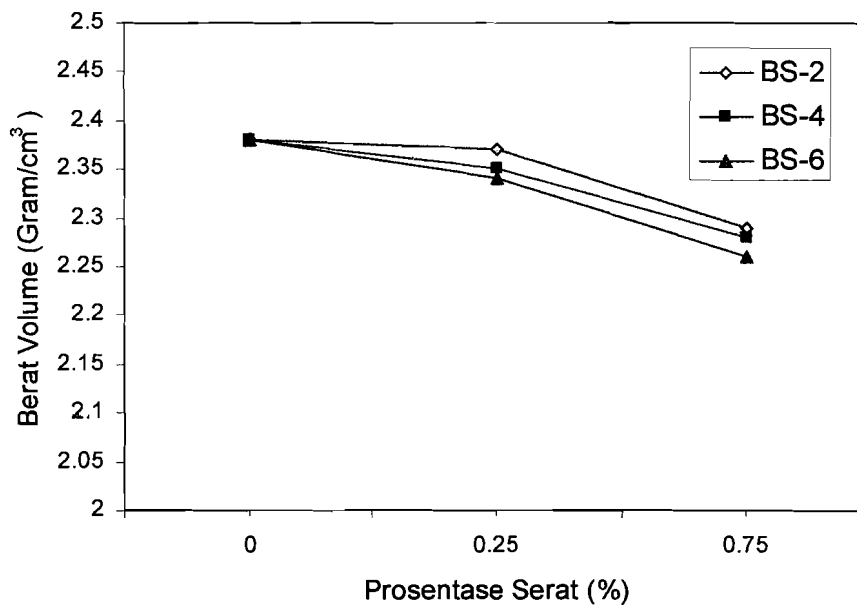
5.3 Berat Volume

Hasil pengujian berat volume pada beton normal maupun beton yang menggunakan penambahan serat *polypropylene* dengan komposisi 0,25 % dan 0,75 % terhadap berat beton dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm umur 7 dan 28 hari disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Berat Volume Beton

Kode Benda Uji	Variasi Komposisi Serat (%)	Berat Volume (t/m^3)	Prosentase Terhadap BN (%)
BN	0%	2.38	100
BS-2	0,25 %	2.37	99.44
BS-4	0,25 %	2.35	98.72
BS-6	0,25 %	2.34	98.40
BS-2	0,75 %	2.29	96.31
BS-4	0,75 %	2.28	95.74
BS-6	0,75 %	2.26	95.07

Dari hasil pengujian terlihat bahwa penambahan serat *polypropylene* terhadap beton dengan komposisi 0,25 % dan 0,75 % mempengaruhi berat beton. Serat *polypropylene* memiliki berat yang ringan sehingga semakin besar komposisi penambahan serat berat beton semakin ringan, hal ini disebabkan serat menggantikan sebagian dari proporsi bahan beton. Dari Tabel 5.2 dan 5.3 terlihat pada beton dengan penambahan serat 0,75 % mempunyai berat volume lebih ringan dibanding beton dengan penambahan serat 0,25 % dan dari kedua komposisi tersebut mempunyai berat volume lebih ringan dibanding beton normal dengan selisih prosentase yang tidak begitu besar berkisar antara 0,5 % - 5 %. Penurunan berat volume ini disebabkan beton normal mempunyai komposisi bahan yang lebih padat dibanding beton serat sehingga pori pada beton yang terjadi pada proses pengerasan beton lebih sedikit. Panjang serat juga berpengaruh terhadap berat-volume beton dimana semakin panjang serat prosentase berat beton juga semakin menurun, hal ini disebabkan pengumpulan serat yang dapat menimbulkan pori juga semakin bertambah sehingga beton menjadi lebih ringan.



Gambar 5.2 Hubungan Prosentase Serat Dengan Berat Volume

Dari Gambar 5.2 terlihat semakin banyak penambahan serat nilai berat volume mempunyai kecenderungan menurun, hal ini disebabkan sebagian komposisi berat beton di gantikan oleh serat sehingga berat volume beton semakin ringan. Maka dapat disimpulkan penambahan serat *polypropylene* mempengaruhi berat volume beton di mana semakin besar komposisi penambahan serat mengakibatkan penurunan nilai berat volume beton atau beton semakin ringan.

5.4 Pengujian Tekan Beton

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat dan memeriksa sifat-sifat fisika dan mekanika beton dengan penambahan serat *polypropylene* pada pengujian tekan silinder umur 7 dan 28 hari. Variasi prosentase penambahan serat *polypropylene* terhadap beton adalah 0 %, 0,25 %, serta 0,75 % dari berat beton dengan variasi panjang serat 20 mm, 40 mm, 60 mm dan diameter serat sebesar 1 mm. Untuk ukuran agregat maksimum sebesar 20 mm dan setiap variasinya dibuat 3 buah sampel. Pengujian tekan beton dimaksudkan untuk memperoleh

data beban yang mampu didukung oleh silinder beton, besarnya kuat tekan diperoleh dari hasil bagi antara beban maksimum dan luas penampang beton.

Hasil pengujian tekan beton, pada beton normal maupun beton yang menggunakan penambahan serat *polypropylene*, dengan komposisi 0,25 % dan 0,75 % terhadap berat beton dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm pada umur 7 dan 28 hari disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kuat Desak Tekan Rata-Rata

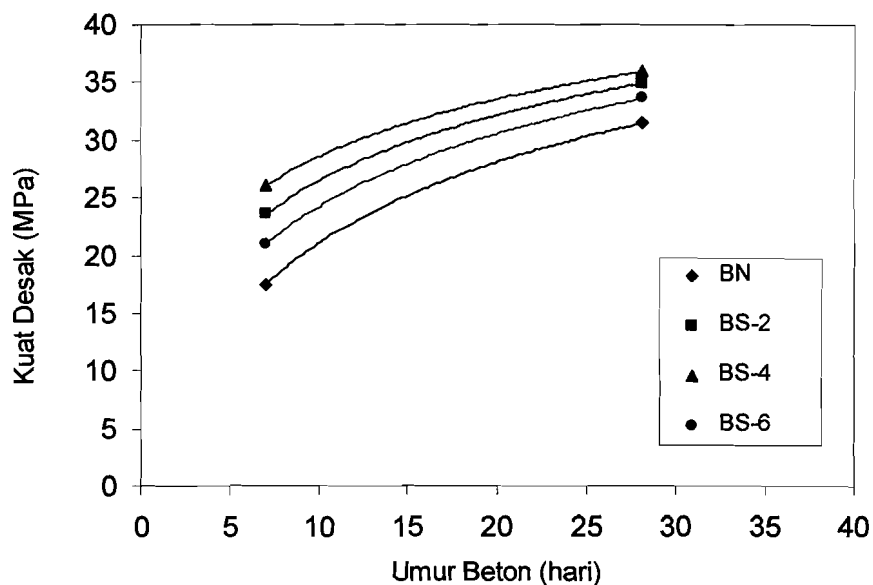
Variasi Serat	Variasi Komposisi (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	
		7 hari	28 hari
BN	0%	17.4847	31.4464
BS-2	0,25 %	23.5743	34.9004
BS-4	0,25 %	26.0349	35.9157
BS-6	0,25 %	21.0052	33.5997
BS-2	0,75 %	18.3761	26.3502
BS-4	0,75 %	19.8334	29.6847
BS-6	0,75 %	17.9584	28.6711

Dari hasil uji tekan beton untuk penambahan serat *polypropylene* untuk komposisi 0,25 % terhadap berat beton pada umur 7 dan 28 hari, dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm serta diameter serat 1 mm, menunjukkan bahwa pada variasi panjang serat 4 cm menghasilkan kuat tekan beton yang paling besar. Hal ini terlihat pada tabel prosentase perubahan kuat tekan beton dengan penambahan serat *polypropylene* terhadap beton normal Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Prosentase Perubahan Kuat Tekan Beton Komposisi 0,25 %

Variasi Serat	Kuat Desak (Mpa)		Perubahan Terhadap BN (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	17.4847	31.4464	0	0
BS-2	23.5743	34.9004	34.83	10.98
BS-4	26.0349	35.9157	48.90	14.21
BS-6	21.0052	33.5997	20.13	6.85

Dari pengujian terlihat terjadi peningkatan nilai tekan pada beton serat untuk komposisi 0,25 % dibanding beton normal sebagai beton acuan. Serat 4 cm dengan diameter serat yang konstan mempunyai peningkatan kuat tekan tertinggi, hal ini disebabkan panjang dan proporsi serat yang cukup ideal sehingga menambah kuat ikatan antar agregat, hal ini yang menyebabkan meningkatnya nilai tekan beton. Untuk serat 6 cm nilai tekan beton mengalami penurunan dibanding serat 4 cm dan 2 cm, hal ini karena serat yang terlalu panjang sehingga ada sebagian serat yang saling menggumpal menyebabkan tidak meratanya ikatan antar agregat sehingga menurunkan nilai tekan betonnya.



Gambar 5.3 Hubungan Kuat Desak Dan Umur Beton Komposisi 0,25 %

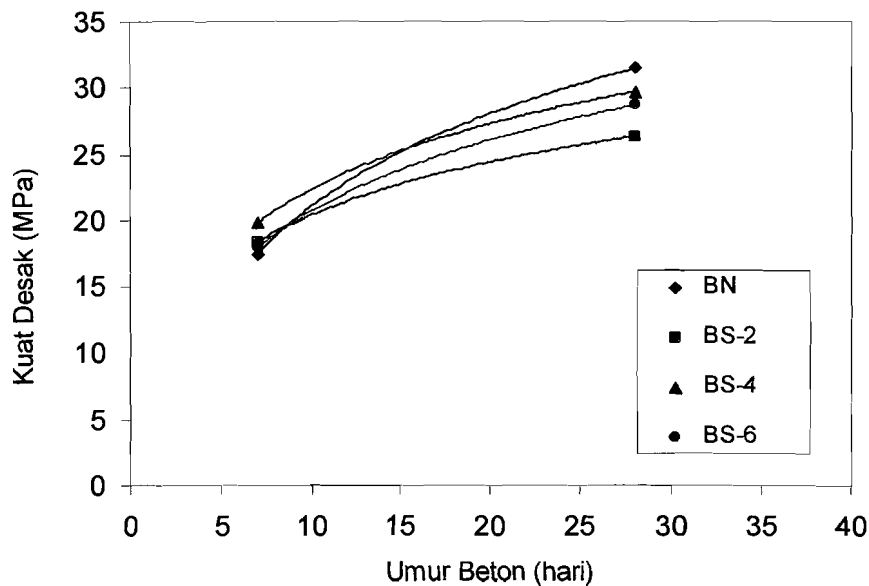
Dari Gambar 5.3 terlihat penambahan serat *polypropylene* mengakibatkan terjadi peningkatan nilai tekan beton dibanding beton normal. Kecenderungan kenaikan nilai tekan beton terjadi pada serat 2 cm dan optimum pada serat 4 cm sedangkan untuk serat 6 cm mempunyai kecenderungan menurun. Hal ini disebabkan panjang dan proporsi serat 4 cm cukup ideal dibanding panjang serat 2 cm dan 6 cm sehingga disamping menambah kuat ikatan antar agregat juga ada penambahan dari kuat serat itu sendiri.

Dari hasil uji tekan beton untuk penambahan serat *polypropylene* dengan komposisi 0.75 % terhadap berat beton pada umur 7 dan 28 hari, dengan variasi panjang 2 cm, 4 cm, dan 6 cm serta diameter serat yang konstan, menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kuat tekan beton untuk umur 28 hari sedang untuk umur beton 7 hari mengalami peningkatan dibanding beton normal sebagai beton acuan. Hal ini terlihat pada tabel prosentase perubahan kuat tekan beton dengan penambahan serat *polypropylene* terhadap beton normal Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Prosentase Perubahan Kuat Desak Beton Komposisi 0,75 %

Variasi Serat	Kuat Desak (Mpa)		Perubahan Terhadap BN (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	17.4847	31.4464	0	0
BS-2	18.3761	26.3502	5.10	-16.21
BS-4	19.8334	29.6847	13.43	-5.60
BS-6	17.9584	28.6711	2.71	-8.83

Untuk beton dengan umur perawatan 28 hari mengalami penurunan nilai kuat desak beton dibanding beton normal sebagai acuan. Penurunan nilai kuat desak yang paling besar di alami serat dengan panjang 2 cm sebesar 26,3502 (16.21 %) kemudian berturut-turut serat dengan panjang 6 cm sebesar 26,6711 (8,83 %) dan 4 cm sebesar 29,6847 (5,60 %). Hal ini dipengaruhi oleh jumlah serat dalam beton seperti pada komposisi 0,75 %, dimana semakin tinggi prosentase serat maka semakin banyak jumlah serat yang terkandung dalam campuran beton sehingga mengurangi kelekatan antar agregat dan mengakibatkan bertambahnya pori pada beton yang menyebabkan menurunnya kekuatan beton.

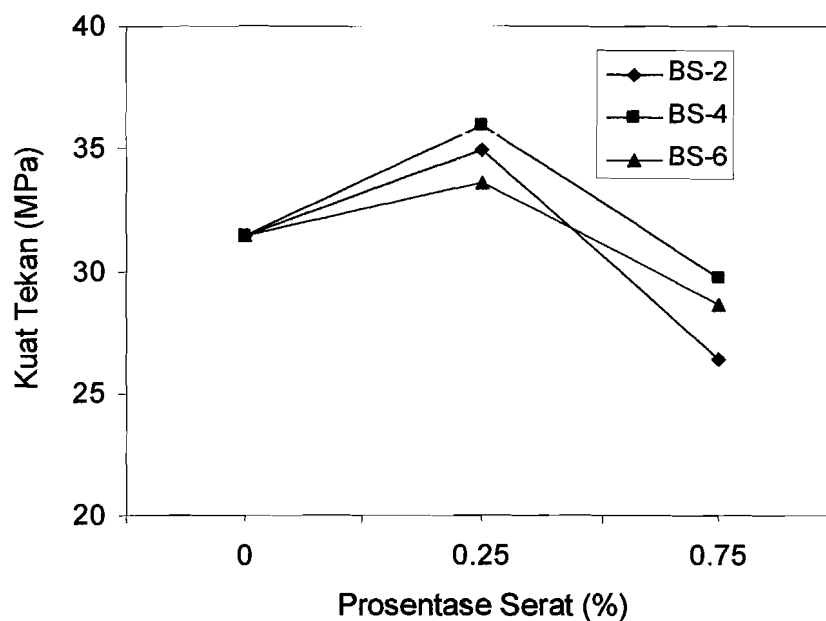


Gambar 5.4 Hubungan Kuat Desak Dan Umur Beton Komposisi 0,75 %

Dari Gambar 5.4 terlihat penambahan serat *polypropylene* mengakibatkan terjadi penurunan nilai tekan beton dibanding beton normal. Kecenderungan penurunan nilai tekan beton terjadi pada semua variasi serat, dimana penurunan terbesar terjadi pada serat 2 cm. Hal ini disebabkan komposisi serat untuk prosentase 0,75 % terlalu banyak dibanding proporsi beton mengakibatkan pori dalam beton juga semakin banyak sehingga menyebabkan penurunan nilai tekan beton. Pada serat 2 cm panjang serat yang terlalu pendek mengakibatkan kekuatan dari serat itu sendiri tidak begitu berpengaruh sehingga mengalami penurunan nilai tekan yang paling besar.

Pada penelitian **Suprianto dan Muhtadin (1996)** dengan menggunakan benda uji kubus 15 x 15 x 15 (cm), serta penambahan fiber serat plastik 19 mm sebesar 0,04 % dan 1,25 % untuk serat bendrat panjang 5 cm terjadi peningkatan kuat tekan pada beton fiber serat plastik sebesar 2,07 % dan 7,50 % untuk serat bendrat. Menurut **Anang dan Eka (2004)** pemakaian beton non pasir dengan penambahan serat *polyethylene* didapat peningkatan kuat tekan untuk prosentase 0,25 % sebesar 17,87 %; 0,5 % sebesar 22,39 %; 0,75 % sebesar 9,61 % dan

penambahan serat 1 % sebesar 5,54 %. Didapatkan penambahan serat *polyethylene* yang paling optimum adalah 0,5 % dari volume beton. Pada penelitian beton dengan penambahan serat *polypropylene* didapatkan penambahan kuat tekan optimum terjadi pada komposisi 0,25 % sebesar 14,21 % terhadap beton normal dan untuk komposisi 0,75 % mengalami penurunan kuat tekan, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya dengan menggunakan serat *polyethylene* yang mempunyai sifat hampir sama dengan serat *polypropylene* dimana peningkatan optimum terjadi pada komposisi 0,5 % dari volume beton.



Gambar 5.5 Hubungan Kuat Desak Dan Prosentase Serat Umur 28 Hari

Dari Gambar 5.5 terlihat penambahan serat *polypropylene* pada prosentase 0,25 % dari berat beton dengan variasi panjang tertentu memberikan peningkatan pada nilai kuat tekan beton, hal ini disebabkan komposisi serat dalam adukan dapat tercampur merata sehingga serat dapat berfungsi maksimal dalam menahan tegangan-tegangan yang terjadi akibat adanya pembebanan Untuk beton dengan komposisi serat 0,75 % nilai kuat tekannya mengalami kecenderungan menurun dibanding beton dengan komposisi serat 0,25 % , hal ini karena proporsi serat

yang terlalu besar maka jumlah serat dalam beton juga semakin banyak mengakibatkan pori dalam beton juga semakin banyak sehingga menyebabkan terjadi penurunan pada nilai kuat tekannya.

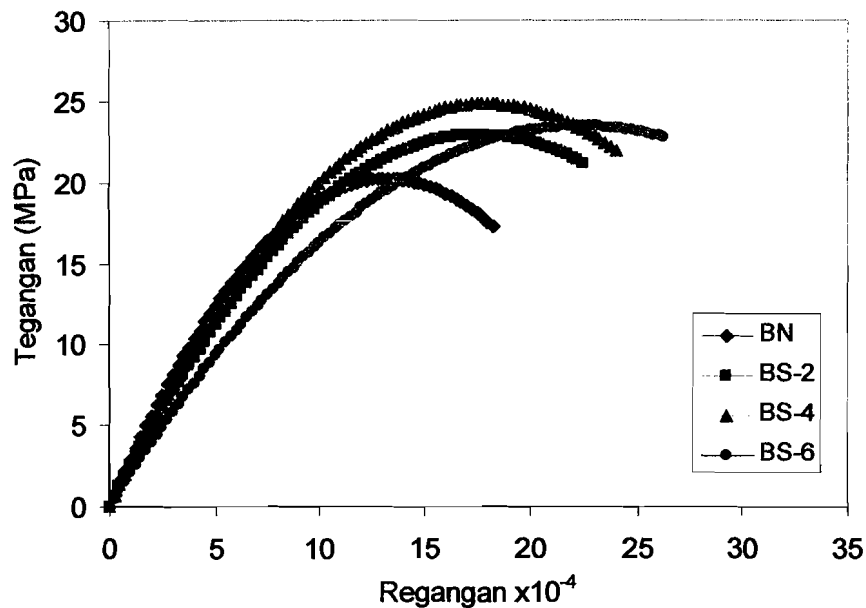
Dari penelitian beton dengan penambahan serat *polypropylene* dapat disimpulkan penambahan serat yang optimum terdapat pada komposisi 0,25 % dengan panjang serat 4 cm dengan perubahan penambahan kekuatan tekan yang tidak terlalu besar, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan bahan serat yang mempunyai sifat hampir sama. Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang yang berbeda serta diameter serat yang konstan (l/d) tidak begitu berpengaruh terhadap nilai tekan beton. Menurut **Tjokrodimulyo (1996)**, penambahan serat pada beton tidak banyak menambah kuat tekan dari beton, tapi menjadikan beton serat lebih daktil dari beton biasa.

5.4.1 Tegangan-Regangan Tekan Beton

Setiap bahan akan mengalami perubahan bentuk bila mendapat beban, dan bila perubahan bentuk ini terjadi, maka gaya internal di dalam bahan akan menahannya. Gaya internal ini disebut tegangan. Gaya yang dilangsungkan lewat suatu penampang dibagi dengan luas penampang lazim disebut *intensitas tegangan* (*intensity of stress*), tetapi lazimnya cukup disebut tegangan saja (**Smith, 1985**)

Bila suatu bahan mengalami tegangan, maka bahan tersebut akan mengalami perubahan bentuk. Ukuran perubahan bentuk ini dikenal sebagai regangan. Pada tarikan dan tekanan, maka regangan dapat diartikan sebagai perubahan panjang per satuan panjang (**Smith, 1985**)

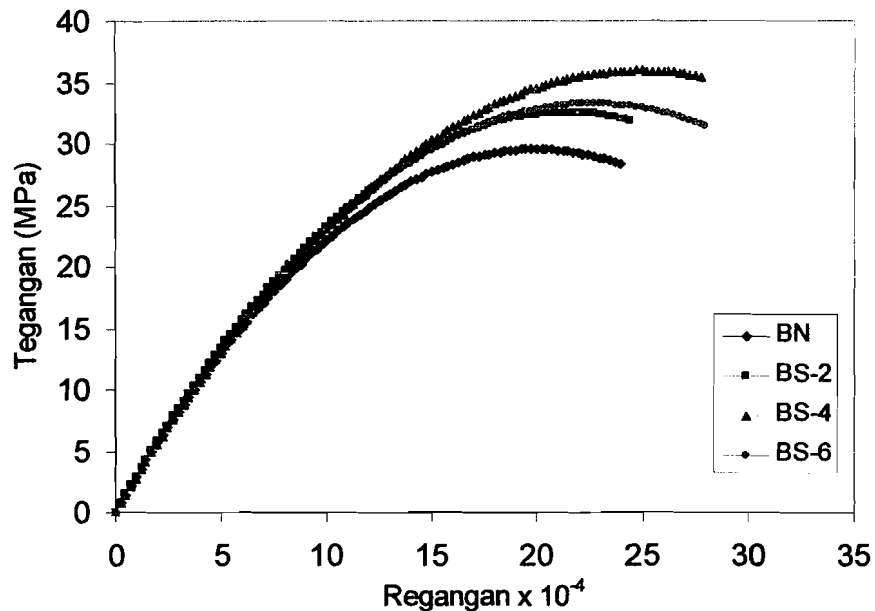
Pada penelitian ini pengujian tegangan-regangan dilakukan pada benda uji silinder beton pada umur 7 hari dan 28 hari, dimana untuk masing-masing variasi sebanyak 3 sampel. Pengujian tegangan-regangan ini dilakukan terhadap seluruh sampel benda uji. Seluruh pengujian tegangan-regangan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, FTSP UII. Grafik hubungan tegangan-regangan benda uji untuk masing-masing variasi campuran beton disajikan pada Gambar 5.6



Gambar 5.6 Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton Komposisi 0,25 % Umur 7 Hari.

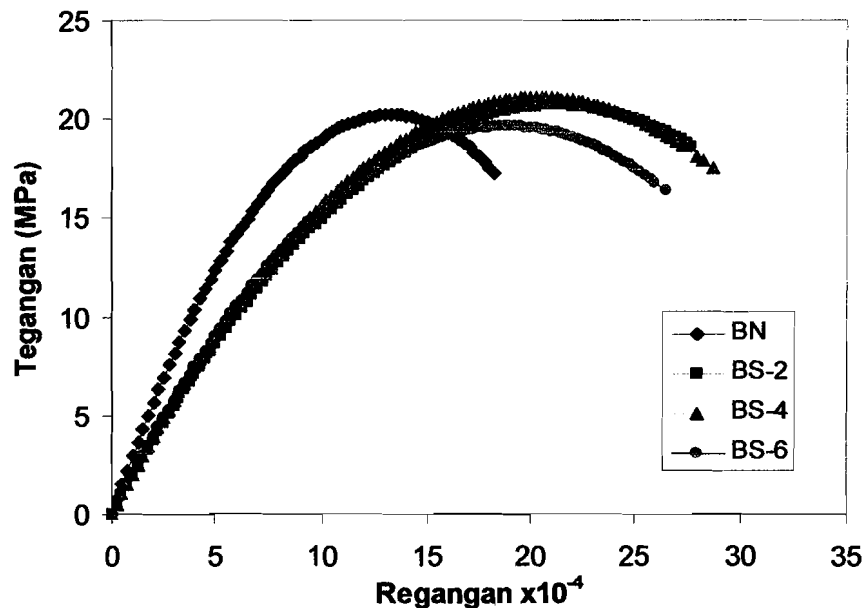
Dari Gambar 5.6 terlihat pola grafik tegangan-regangan menunjukkan garis linear yang hampir sama kecuali serat 6 cm yang lebih rendah hal ini berarti nilai dari modulus elastisitas beton juga hampir sama kecuali serat 6 cm yang mempunyai nilai modulus elastisitas terkecil. Pada grafik terlihat peningkatan kuat tekan dari yang tertinggi berturut-turut terjadi pada variasi 4 cm, 6 cm, dan 2 cm lebih tinggi dibandingkan beton normal, hal ini ditunjukkan dari nilai tegangan maksimum yang terjadi. Penambahan serat *polypropylene* meningkatkan daktilitas beton, ini terlihat dari beton dengan penambahan serat yang mempunyai nilai regangan lebih besar dibandingkan beton normal dengan nilai regangan terbesar pada variasi serat 6 cm. Beton normal lebih getas dibandingkan beton dengan penambahan serat hal ini terlihat dari nilai regangan beton normal yang lebih rendah dibanding beton dengan penambahan serat.





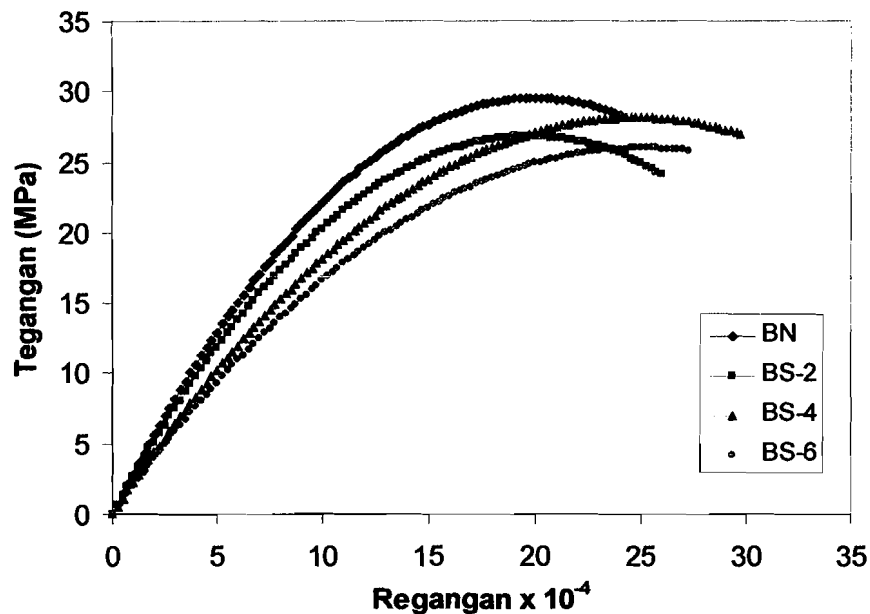
Gambar 5.7 Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton Komposisi 0,25 % Umur 28 Hari.

Dari Gambar 5.7 terlihat pola grafik tegangan-regangan menunjukkan garis linear yang hampir sama ini berarti nilai dari modulus elastisitas beton juga hampir sama. Pada grafik terlihat peningkatan kuat tekan dari yang tertinggi berturut-turut terjadi pada variasi 4 cm, 6 cm, dan 2 cm lebih tinggi dibandingkan beton normal, hal ini ditunjukkan dari nilai tegangan maksimum yang terjadi. Penambahan serat *polypropylene* meningkatkan daktilitas beton, ini terlihat dari beton dengan penambahan serat yang mempunyai nilai regangan lebih besar dibandingkan beton normal dengan nilai regangan terbesar pada variasi serat 6 cm. Beton normal lebih getas dibandingkan beton dengan penambahan serat hal ini terlihat dari nilai regangan beton normal yang lebih rendah dibanding beton dengan penambahan serat.



Gambar 5.8 Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton Komposisi 0,75 % Umur 7 Hari

Dari Gambar 5.8 terlihat pola grafik tegangan-regangan menunjukkan garis linear yang hampir sama kecuali beton normal yang lebih tinggi hal ini berarti nilai dari modulus elastisitas beton juga hampir sama kecuali beton normal yang mempunyai nilai modulus elastisitas paling besar. Pada grafik terlihat peningkatan kuat tekan dari yang tertinggi berturut-turut terjadi pada variasi 4 cm dan 2 cm dibandingkan beton normal, untuk beton serat variasi 6 cm nilai kuat tekan lebih rendah dibandingkan beton normal, hal ini ditunjukkan dari nilai tegangan maksimum yang terjadi. Penambahan serat *polypropylene* meningkatkan daktilitas beton, ini terlihat dari beton dengan penambahan serat mempunyai nilai regangan lebih besar dibandingkan beton normal dengan nilai regangan terbesar pada variasi serat 4 cm. Beton normal lebih getas dibandingkan beton dengan penambahan serat hal ini terlihat dari nilai regangan beton normal yang lebih rendah dibanding beton dengan penambahan serat.



Gambar 5.9 Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton Komposisi 0,75 % Umur 28 Hari.

Pada Gambar 5.9 terlihat bahwa terjadi penurunan tegangan-regangan pada beton serat dibandingkan dengan beton normal. Penurunan terbesar terjadi pada beton serat variasi panjang 6 cm kemudian 2 cm, sedangkan pada beton serat variasi panjang 4 cm penurunan tegangan-regangan tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan variasi serat 4 cm adalah variasi yang ideal dalam komposisi 0,75 %, karena serat mampu mengikat lebih baik dengan beton dibanding variasi serat yang lain. Akan tetapi pada komposisi 0,75 % umur 28 hari ini terlalu banyak jumlah serat sehingga menimbulkan penggumpalan (*balling effect*) yang mengakibatkan tegangan-regangan yang terjadi jauh dibawah beton normal. Hal ini sesuai dengan pendapat **Balaguru dan Shah (1992)** penambahan volume serat lebih dari 0,5 % termasuk volume serat yang tinggi menyebabkan banyaknya penggumpalan pada saat pengadukan dan mengurangi kelekatan antar agregat ketika pengadukan.

Penambahan serat *polypropylene* juga meningkatkan daktilitas beton, ini terlihat dari beton dengan penambahan serat yang mempunyai nilai regangan lebih

besar dibandingkan beton normal dengan nilai regangan terbesar pada variasi serat 4 cm. Beton normal lebih getas dibandingkan beton dengan penambahan serat hal ini terlihat dari nilai regangan beton normal yang lebih rendah dibanding beton dengan penambahan serat

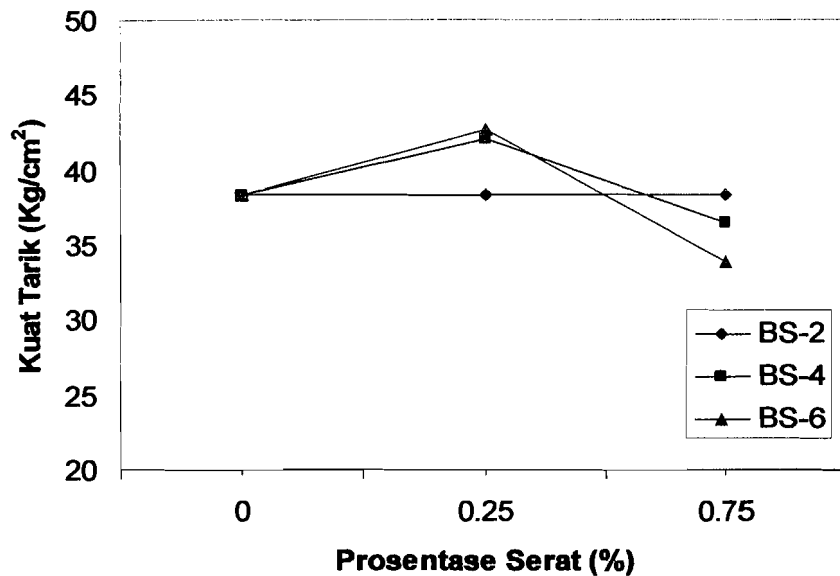
5.4.2 Analisis Modulus Elastis

Seperti pada sebagian besar bahan struktur, beton juga berperilaku elastik bila dikenai beban awal. Modulus elastis merupakan garis singgung dari kurva tegangan-regangan pada titik pusatnya dimana kemiringan garis singgung ini didefinisikan sebagai modulus tangen awal. Kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar $0,4 f'_c$) disebut *modulus elastisitas*; modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis (pada keadaan beban dihilangkan bersifat reversibel penuh), dan regangan lainnya akibat beban dipandang sebagai rangkak. Adapun untuk perhitungan Modulus Elastis dapat dilihat pada persamaan (3.4 - 3.6). Perlu dijelaskan bahwa persamaan ini hanyalah rumus umum praktis karena modulus elastisitas selain dipengaruhi oleh beban, dipengaruhi juga oleh faktor-faktor lain seperti kelembapan benda uji beton, faktor air semen, umur beton, dan temperaturnya. Dengan demikian untuk struktur-struktur khusus seperti pelengkung, terowongan tangki, modulus elastisitasnya harus ditentukan dari hasil percobaan (Nawi, 1998).

Untuk hasil perhitungan Modulus Elastisitas (E_c) kuat tekan beton uji dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 sebagai berikut :

Tabel 5.6 Modulus Elastisitas (E_c) Beton Serat Komposisi 0,25 %

Variasi Serat	Modulus Elastisitas (Mpa)		
	Hasil Uji	ACI	SKSNI
BN	26225.4904	25695.7876	25532.8122
BS-2	26110.5980	26968.8822	26797.8322
BS-4	26240.5555	27965.3425	27787.9725
BS-6	26018.3695	27259.9055	27087.0097



Gambar 5.11 Hubungan Kuat Tarik Beton Dengan Prosentase Serat Umur 28 Hari

Dari Gambar 5.11 terlihat penambahan serat *polypropylene* pada komposisi 0,25 % memberikan peningkatan pada nilai kuat tariknya dibandingkan beton normal sebagai beton acuan. Kecenderungan kenaikan mendekati optimum pada serat 6 cm ini terlihat dari peningkatan kuat tarik beton yang tidak terlalu besar dari serat dengan panjang 4 cm ke 6 cm, berbeda dengan peningkatan kuat tarik pada serat dengan panjang 2 cm ke 4 cm yang lumayan besar. Jadi Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang serat dan komposisi yang sesuai dapat meningkatkan kuat tarik beton dibanding beton normal.

Untuk komposisi 0,75 % peningkatan hanya terjadi pada variasi beton dengan panjang serat 2 cm. Hal ini disebabkan semakin besar prosentase penambahan serat semakin banyak proporsi serat dalam beton. Proporsi jumlah serat yang terlalu banyak mengakibatkan beton juga semakin banyak porinya. Disamping itu semakin panjang dan jumlah serat yang banyak menyebabkan ada sebagian serat yang menggumpal, ini mengakibatkan semakin panjang serat kuat tarik beton mempunyai kecenderungan semakin menurun. Jadi penambahan serat

polypropylene dengan komposisi yang terlalu besar tidak begitu efektif terhadap peningkatan kuat tarik beton.

. Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang yang berbeda serta diameter serat yang konstan (l/d) memberikan pengaruh terhadap nilai tarik beton dan cukup efektif pada komposisi 0,25 %. Pada pengujian ini retak atau pecahnya benda uji beton tanpa serat terjadi secara tiba-tiba tanpa tanda awal dan diikuti suara pecahnya benda uji kemudian terbelah. Sedangkan kerusakan yang berbeda ditunjukkan pada beton dengan campuran serat, benda uji beton dengan campuran serat mengalami retak secara perlahan-lahan dikarenakan tegangan tarik yang terjadi ditahan oleh adanya serat yang ada dalam campuran beton membuat pecahan silinder masih tetap melekat tidak terbelah sempurna dan masih berada dalam posisi tertahan karena adanya serat, sehingga benda uji tidak terbelah.

Maksud utama penambahan serat ke dalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat 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. Karena sifatnya yang lebih tahan benturan dari beton biasa maka sering dipakai pada bangunan hidrolis, landasan pesawat udara, jalan raya, dan lantai jembatan (Tjokrodimulyo, 1996).

5.6 Pengujian Lentur Balok

Pengujian lentur beton diperoleh melalui pengujian sampel benda uji balok berdimensi 10 cm x 10 cm x 100 cm pada umur 7 dan 28 hari. Variasi prosentase serat terhadap beton adalah 0,25 % dan 0,75 % dari berat beton dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, 6 cm dan diameter serat 1 mm. Untuk ukuran agregat maksimum 20 mm dan untuk setiap variasinya dibuat 3 buah sampel.

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan satu titik pembebanan dan dua titik tumpuan pada benda uji. Pengujian lentur dimaksudkan untuk memperoleh data beban yang mampu didukung oleh balok beton, besarnya kuat

lentur diperoleh dari perbandingan antara beban maksimum dan luas penampang beton. Untuk mendapatkan Kuat lentur pada balok digunakan persamaan 3.15. Hasil pengujian pada lentur beton, pada beton normal maupun beton yang menggunakan penambahan serat *polypropylene*, dengan komposisi 0,25 % dan 0,75 % terhadap berat beton dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 60 mm pada umur 7 dan 28 hari disajikan pada Tabel 5.11 – 5.13.

Tabel 5.11 Kuat Lentur Beton Rata-Rata

Variasi Serat	Variasi Komposisi (%)	Kuat Lentur Rata-Rata (kg/cm ²)	
		7 hari	28 hari
BN	0%	39.3410	57.6950
BS-2	0,25 %	44.4950	59.2440
BS-4	0,25 %	55.4130	60.1520
BS-6	0,25 %	61.3940	65.6780
BS-2	0,75 %	46.1160	58.3920
BS-4	0,75 %	45.0610	53.0190
BS-6	0,75 %	43.7610	49.6370

Tabel 5.12 Prosentase Perubahan Kuat Lentur Untuk Komposisi 0,25 %

Variasi Serat	Kuat Lentur (kg/cm ²)		Perubahan Terhadap BN (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	39.3410	57.6950	0	0
BS-2	44.4950	59.2440	13.10	2.68
BS-4	55.4130	60.1520	40.85	4.26
BS-6	61.3940	65.6780	56.06	13.84

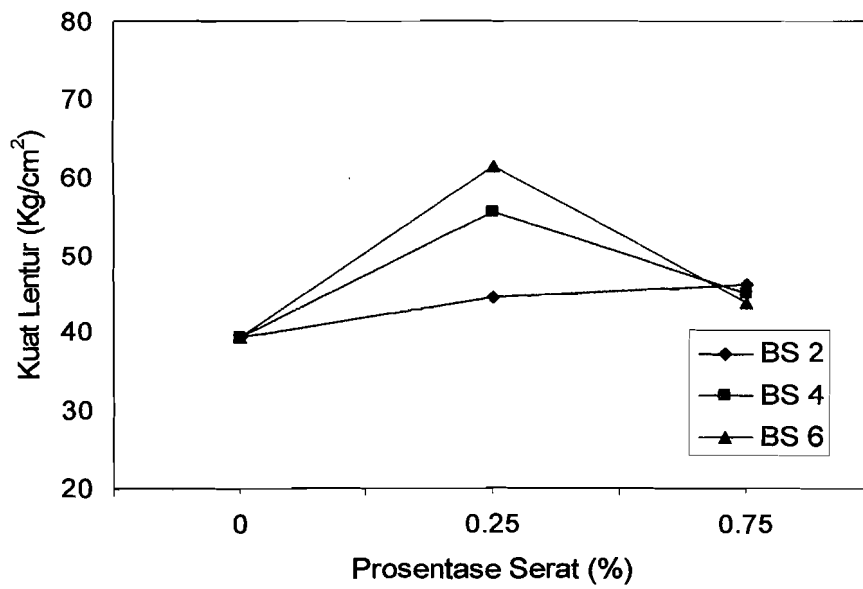
Tabel 5.13 Prosentase Perubahan Kuat Lentur Untuk Komposisi 0,75 %

Variasi Serat	Kuat Lentur (kg/cm ²)		Perubahan Terhadap BN (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	39.3410	57.6950	0	0
BS-2	46.1160	58.3920	17.22	1.21
BS-4	45.0610	53.0190	14.54	-8.10
BS-6	43.7610	49.6370	11.24	-13.97

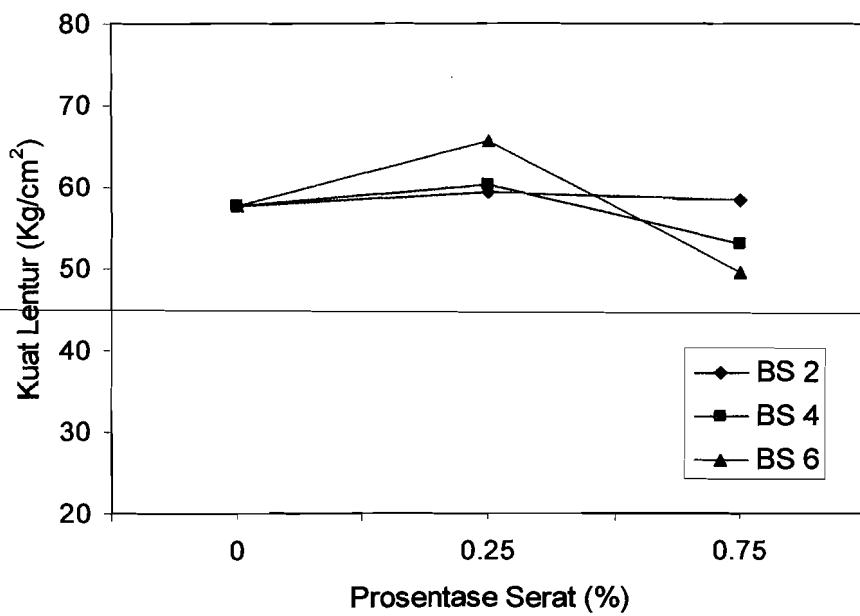
Dari pengujian lentur beton didapatkan penambahan serat *polypropylene* untuk komposisi 0,25 % dengan umur perawatan 7 hari dari berat beton memberikan nilai kuat lentur yang lebih tinggi dari beton normal. Dari data pengujian didapatkan kuat lentur maksimum pada beton dengan variasi panjang serat 6 cm yaitu sebesar 61,994 Kg/cm² atau mengalami peningkatan sebesar 56,06 % kemudian panjang 4 cm sebesar 55,413 Kg/cm² mengalami peningkatan sebesar 40,85 % dan panjang 2 cm sebesar 44,495 Kg/cm² mengalami peningkatan sebesar 13,10 % lebih tinggi dibanding beton normal sebagai beton acuan sebesar 39,341 Kg/cm².

Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang 6 cm pada pengujian balok untuk umur perawatan beton 28 hari mempunyai peningkatan kuat lentur yang optimum yaitu sebesar 65,678 Kg/cm² atau mengalami peningkatan sebesar 13,84 % kemudian panjang 4 cm sebesar 60,152 Kg/cm² mengalami peningkatan sebesar 4,26 % serta serat dengan panjang 2 cm sebesar 59,244 Kg/cm² mengalami peningkatan sebesar 2,69 % dibanding beton normal sebagai beton acuan. Hal ini disebabkan proporsi serat dalam adukan cukup ideal sehingga fungsi serat disamping memperkuat tarik beton juga menahan beton dengan kekuatan serat itu sendiri, ini terlihat dari banyaknya serat yang putus setelah diuji sehingga kuat lenturnya meningkat.

Untuk komposisi serat 0,75 % dari berat beton kuat lentur yang lebih tinggi dari beton normal hanya terdapat pada beton dengan variasi 2 cm. Dari data pengujian didapatkan kuat lentur maksimum dari beton dengan variasi panjang serat 2 cm yaitu sebesar 58,392 Kg/cm² kemudian panjang 4 cm sebesar 53,019 Kg/cm² dan panjang 6 cm sebesar 49,637 Kg/cm² serta beton normal sebagai beton acuan sebesar 57,695 Kg/cm². Hal ini disebabkan proporsi serat dalam beton terlalu banyak menyebabkan serat dalam adukan tidak tercampur secara baik dan ada sebagian yang menggumpal sehingga semakin panjang serat nilai kuat lenturnya juga semakin menurun.



Gambar 5.12 Hubungan Kuat Lentur Beton Dengan Prosentase Serat Umur 7 Hari



Gambar 5.13 Hubungan Kuat Lentur Beton Dengan Prosentase Serat Umur 28 Hari

Dari Gambar 5.12 dan 5.13 terlihat penambahan serat *polypropylene* pada komposisi 0,25 % memberikan peningkatan pada nilai kuat lentur dibandingkan beton normal sebagai beton acuan. Peningkatan terbesar terjadi pada variasi serat panjang 6 cm, kemudian 4 cm dan 2 cm. Jadi penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang serat dan komposisi yang sesuai dapat meningkatkan kuat lentur beton dibanding beton normal.

Untuk komposisi 0,75 % peningkatan kuat lentur hanya terjadi pada variasi beton dengan panjang serat 2 cm. Hal ini disebabkan semakin besar prosentase penambahan serat semakin banyak proporsi serat dalam beton. Proporsi jumlah serat yang terlalu banyak mengakibatkan beton juga semakin banyak porinya. Disamping itu semakin panjang dan jumlah serat yang banyak menyebabkan ada sebagian serat yang menggumpal (*balling effect*), ini mengakibatkan kuat lentur beton mempunyai kecenderungan semakin menurun. Jadi penambahan serat *polypropylene* dengan komposisi yang terlalu besar kurang mampu memberikan pengaruh kuat lentur yang berarti. Menurut **Brigg, dkk (1974)** meneliti bahwa penambahan serat (*fiber*) beraspek ratio tinggi sekitar ($l/d > 100$) akan menyebabkan *fiber* menggumpal bersama-sama sehingga sangat sulit disebarkan secara merata di dalam adukan, sedang untuk *fiber* beraspek ratio rendah ($l/d < 50$) tidak akan terjadi ikatan yang baik dengan betonnya.

Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang yang berbeda serta diameter serat yang konstan (l/d) berpengaruh terhadap nilai lentur pada beton untuk komposisi 0,25 % memberikan peningkatan pada kuat lenturnya sedang untuk komposisi 0,75 % penambahan serat tidak efektif lagi. Pada pengujian kuat lentur beton non serat, patah benda uji terjadi secara tiba-tiba tanpa suatu tanda awal dengan diiringi bunyi patahan. Benda uji terbelah sempurna dan tiap bagian akan rebah kebawah. 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 dengan campuran serat, 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 patahan. Karena adanya campuran serat maka beton menjadi tahan

lenturan sehingga tidak diperoleh belah sempurna pada saat pengujian dan patah pada sampel masih tetap dalam posisi bergandengan karena ditahan oleh serat yang ada.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan serat *polypropylene* mempengaruhi berat volume beton, dimana semakin besar komposisi penambahan serat maka berat volume beton semakin menurun dengan nilai penurunan berat volume berkisar antara 0,5 - 5 % terhadap beton normal.
2. Semakin besar penambahan komposisi dan panjang serat mengakibatkan kelecekan adukan beton berkurang berkisar antara 8 – 30 % terhadap beton normal.
3. Kuat-tekan beton optimum terdapat pada komposisi 0,25 % dengan panjang serat 4 cm meningkat sekitar 14 %, untuk penurunan kuat tekan terendah terdapat pada komposisi 0,75 % dengan panjang serat 2 cm mengalami penurunan sekitar 16 % terhadap beton normal, sedangkan nilai modulus elastisitasnya mengalami penurunan untuk kedua komposisi.
4. Kuat-tarik beton optimum terdapat pada komposisi 0,25 % dengan panjang serat 6 cm meningkat sekitar 12 %, untuk penurunan kuat tarik terendah terdapat pada komposisi 0,75 % dengan panjang serat 6 cm mengalami penurunan sekitar 11 % terhadap beton normal.
5. Kuat-lentur beton optimum terdapat pada komposisi 0,25 % dengan panjang serat 6 cm meningkat sekitar 14 %, untuk penurunan terendah terdapat pada komposisi 0,75 % dengan panjang serat 6 cm mengalami penurunan sekitar 11 % terhadap beton normal.

6.2 Saran-Saran

Dari pengalaman waktu penelitian banyak hal-hal yang belum diantisipasi peneliti sehingga ada kekurangan-kekurangan pada proses pembuatan dan pengujian beton. Saran-saran berikut ini dikemukakan agar apabila ada penelitian lebih lanjut bisa direncanakan lebih baik lagi.

1. Karena keterbatasan waktu dan biaya penelitian ini hanya menggunakan dua variasi komposisi sehingga data kurang optimal, untuk penelitian lebih lanjut variasi komposisi penambahan *fiber* sebaiknya digunakan dari komposisi 0,1 %, 0,2 %, 0,3 % dan seterusnya sehingga nilai optimum kekuatan dapat diketahui.
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai beton dengan penambahan serat *polipropylene* dengan variasi diameter serat.
3. Teknik pencampuran bahan susun beton dengan penambahan *fiber* agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random untuk mengurangi penggumpalan *fiber* perlu diperbaiki.

DAFTAR PUSTAKA

- Anang dan Eka. (2004) Pengaruh Serat *Polyethylene* Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Non Pasir dengan Agregat Krikil Asal Gunung Merapi. JTS. Jogjakarta : FT.UII.
- Astanto, B.T. (2001) Konstruksi Beton Bertulang. Jogjakarta : Kanisius
- Bayu dan Jati (2000) Karakteristik Beton Pasir dan Penambahan Serat Plastik Nylon. JTS. Jogjakarta : FT.UII.
- Balaguru dan Shah (1992) *FiberReinforced Cement Composites*. New York : Mc Graw Hill,inc
- Departemen Pekerjaan Umum. (1971) Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Jakarta : DPU Jakarta.
- Dipohusodo, I. (1994), Struktur Beton Bertulang, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Feldmen, D. dan Hartomo, A. J. (1995) Bahan Polimer Konstruksi Bangunan. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Jackson, N. (1983) *Civil Engineering Materials*. Hongkong : Macmillan Publishers Ltd.
- Lira dan Eko (2002) Pengaruh Penggunaan Serat Plastik Nylon dengan Variasi Diameter dan Panjang Pada ($\frac{1}{4}$) Terhadap Kuat Tarik Beton. JTS. Jogjakarta : FT.UII
-
- Murdock L.J. dan Brook K.M. (1992) Bahan dan Praktek Beton., Jakarta : Erlangga.
- Nawy, E.G. (1990) Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, Penerbit : Eresco Bandung
- Salmon, G (1994) Disain Beton Bertulang, Penerbit : Erlangga, Jakarta
- SK-SNI-T-15-1991-03. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.

SNI-03-2491-2002. Tata Cara Pengujian Kuat Tarik Beton, Yayasan Penyelidik
Masalah Bangunan, Bandung

SNI-03-4154-1996. Tata Cara Pengujian Kuat Lentur Beton, Yayasan Penyelidik
Masalah Bangunan, Bandung

Smith, M.J.(1985) Bahan Konstruksi dan Struktur Teknik, Penerbit : Erlangga,
Jakarta

Tjokrodimulyo, K. (1992), Teknologi Beton. Buku Ajar JTS. Jogjakarta :
FT.UGM.

(Data Pemeriksaan Laboratorium)

LAMPIRAN A



**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

1. HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS

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

Penguji : Sigit Widiyanto P Ditest tanggal : 20 Desember 2005
 : Didik Darmadi
Pasir asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Berat pasir kondisi jenuh kering muka = 500 gram
Berat piknometer berisi pasir dan air (Bt) = 1108 gram
Berat piknometer berisi air (B) = 819 gram
Berat jenis jenuh kering muka $[500 / (B+500-Bt)]$ = 2,37 gr/cm³

Yogyakarta, 20 Desember 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh

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



**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

2. HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

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

Penguji : Sigit Widiyanto P Ditetest tanggal : 20 Desember 2005

Didik Darmadi

Kerikil asal : Kali Clereng, Kulon Progo

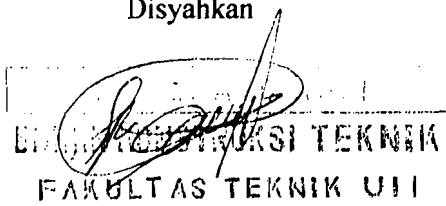
Keperluan : Tugas Akhir

Berat kerikil kondisi jenuh kering muka (B)	=	5000 gram
Berat kerikil dalam air (Ba)	=	2969 gram
Berat jenis jenuh kering muka [B / (B-Ba)]	=	2,47 gr/cm ³

Yogyakarta, 20 Desember 2005

Dikerjakan oleh

Disyahkan





**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

3. HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN YANG LEWAT AYAKAN NO.200

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

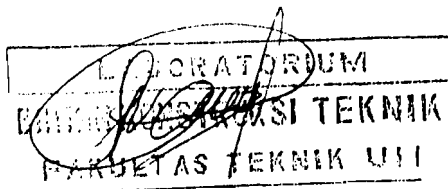
Penguji : Sigit Widiyanto P Ditest tanggal : 24 Desember 2005
 : Didik Darmadi
Pasir asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Berat agregat awal sebelum dicuci (W1)	=	500 gram
Berat setelah dicuci (W2)	=	492,9 gram
Berat yang lewat ayakan no.200 (W1-W2)	=	7,1 gram
Berat yang lewat ayakan no.200 $[(W1-W2)/W1] \times 100\%$	=	1,42 %

Yogyakarta, 24 Desember 2005

Disyahkan

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

4. HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS

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

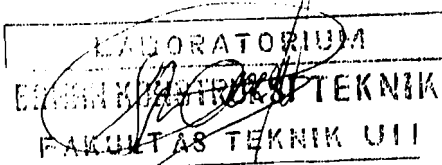
Penguji : Sigit Widiyanto P Ditest tanggal : 26 Desember 2005
Didik Darmadi
Pasir asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1) = 11200 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2) = 19300 gram
Berat agregat bersih (W2-W1) = 8100 gram
Volume tabung (V) = 5301,44 cm³
Berat volume [(W2-W1) / V] = 1,53 gram/cm³

Yogyakarta, 26 Desember 2005

Disyahkan

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

5. HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

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

Penguji : Sigit Widiyanto P Ditest tanggal : 26 Desember 2005
 : Didik Darmadi
Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1)	= 12800 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2)	= 20000 gram
Berat agregat bersih (W2-W1)	= 7200 gram
Volume tabung (V)	= 5301,44 cm ³
Berat volume [(W2-W1) / V]	= 1,358 gram/cm ³

Yogyakarta, 26 Desember 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh

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

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

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

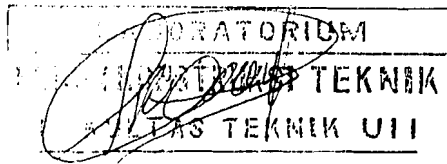
Hasil analisa ayakan masuk daerah : 2 (dua)

Jenis pasir : agak kasar

Yogyakarta, 21 Desember 2005

Disyahkan

Dikerjakan oleh





Nomor Seri : 2006.b.0014/F
Number Series

FA. 10 - LPK
Halaman : 1 dari 1
Page : 1 of 1

SURAT TANDA UJI (STU)
(Testing Certificate)

Nomor Pengujian : 14/LUKKAPS – PLASTIK/1/06
Test Report Number
Bahan / Barang : SERAT TALI TAMPAR PLASTIK
Material / Commodity
Kondisi Sampel : Baik
Condition of Sample
Merek / Kode : -
Mark / Code
Contoh Diterima Tanggal : 17 Januari 2006
Sample received on
Contoh Mulai Diuji Tanggal : 18 Januari 2006
Sample start tested on
Dibuat Untuk : Yth. Sdr. Didik Darmadi / Sigit Widiyanto P
Name Address of Client Mahasiswa Teknik Sipil UII
Yogyakarta
Metode Uji : SNI
Testing Methodes
Hasil Pengujian : sebagai berikut
Test Result

NO.	MACAM UJI	HASIL UJI	METODA UJI
1.	Berat Jenis, g/cm ³	0,76 0,82 0,78 0,77 0,74	SNI. 12-0778-1989

Yogyakarta, 20 Januari 2006



Manajer Teknis Pengujian

STIK



(Metode DOE)

LAMPIRAN B

DOE

(Department of Environment)

1. Metode DOE

Untuk perencanaan campuran adukan beton kami memakai metode “ *The British Mix Design Method*” atau di Indonesia dikenal dengan nama DOE (*Department of Environment*). Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

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

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

2. Menetapkan nilai deviasi standar (s_d)

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

- a. 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 1 :

Tabel 1. Tingkat pengendalian pekerjaan

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

- b. 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 nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali pada tabel 2 :

Tabel 2. Faktor Pengali deviasi standar

Jumlah data	30	25	20	15	<15
Faktor pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

3. Menghitung nilai tambah margin (M)

$$M = k \cdot sd \text{ -----(1)}$$

Keterangan : M = nilai tambah

k = 1,64

sd = standar deviasi

Rumus di atas berlaku jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton yang diuji kuat tekannya pada umur 28 hari. Jika tidak mempunyai data pengalaman pembuatan beton atau mempunyai pengalaman kurang dari 15 benda uji, nilai M langsung diambil 12 MPa.

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Rumusnya :

$$f'_{cr} = f'_c + M \text{ -----(2)}$$

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

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan

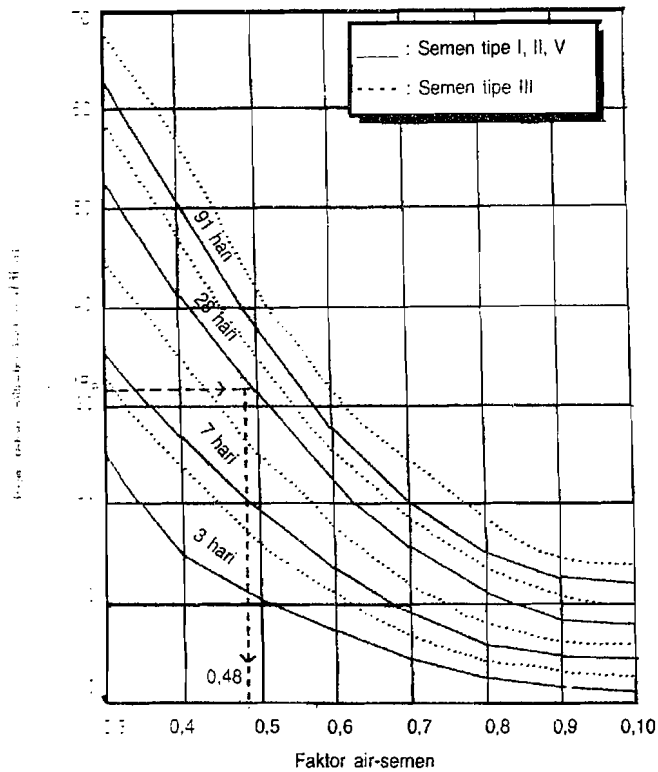
M = nilai tambah

5. Menetapkan jenis semen
6. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)
7. Menetapkan faktor air semen

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

a) *Cara Pertama:*

Misal, kuat tekan silinder ($f'_{cr} = 32$ MPa) 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, yaitu 0,48. Jadi FAS pertama = 0,48. (Gambar 1)



Gambar 1. Grafik faktor air semen

b) Cara Kedua

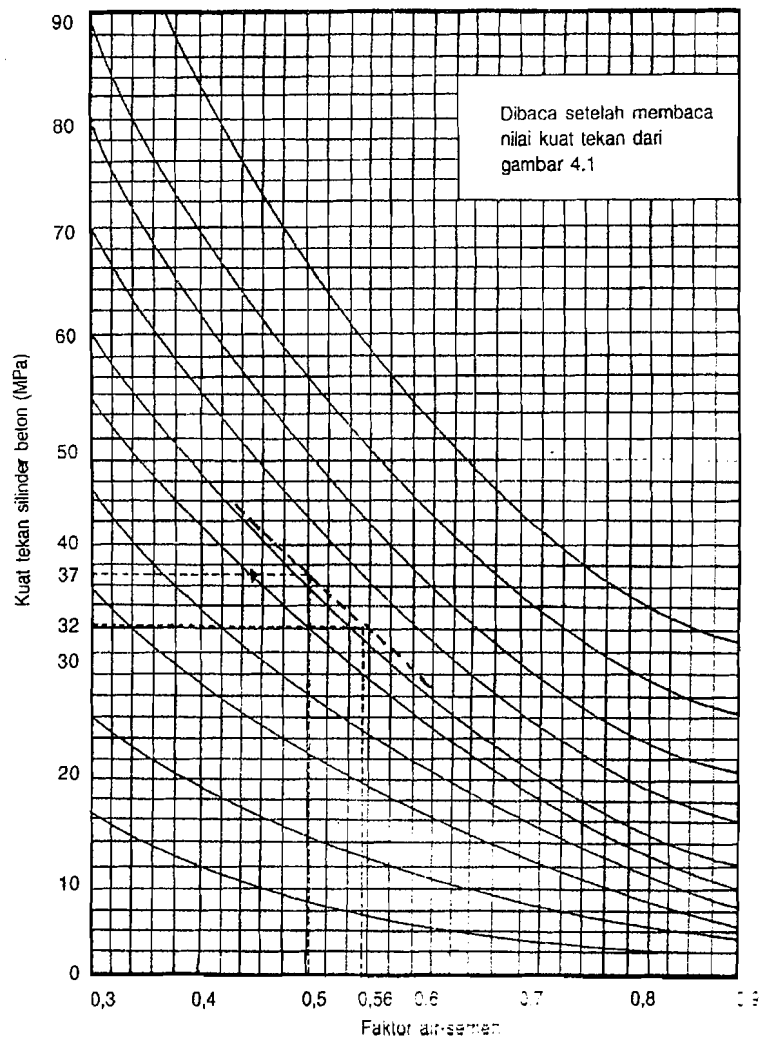
Diketahui jenis semen I, jenis agregat kasar batu pecah. Kuat tekan rata-ratanya pada umur 28 hari, maka gunakan tabel 3 :

Tabel 3. 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 $f'_{cr} = 37$ MPa, digunakan grafik penentuan faktor air semen dibawah ini (Gambar 2). 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. Sekarang dengan $f'_{cr} = 32$ tarik ke kanan memotong garis putus yang dibuat tadi di B dan tarik garis ke bawah maka diperoleh faktor air semen yang baru yaitu = 0,56. Jadi FAS kedua = 0,56



Gambar 2 Grafik mencari faktor air semen

e) *Cara Ketiga :*

Dengan melihat persyaratan untuk berbagai pembetonan dan lingkungan 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 (tabel 4).
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 (tabel 5).

3. Untuk beton bertulang dalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50 (tabel 6)

Dari ketiga cara di atas diperoleh masing-masing 0,6; 0,5; dan 0,5 diambil harga yang terendah yaitu 0,5; maka diperoleh faktor air semennya = 0,5.

Tabel 4. Persyaratan FAS 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, di sebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	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 5
Beton yang berhubungan dengan air tawar, air payau dan air laut	lihat tabel 6

**Tabel 5. FAS Maksimum untuk Beton yang Berhubungan
dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat**

Konsentrasi sulfat (SO_3)		SO_3 dalam air tanah	Jenis semen	FAS Maksimal
Dalam tanah				
Total SO_3 3%	SO_3 dalam campuran air : tanah = 2 : 1 (g/l)			
< 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 Tipe I dengan pozolan (15 – 40 %) atau semen Portland pozolan Tipe II atau V	0,50 0,55 0,55
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe I dengan pozolan (15 – 40 %) atau semen Portland pozolan Tipe II atau V	0,45 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 6. Faktor Air Semen untuk Beton Bertulang
Dalam Air**

Berhubungan dengan	Tipe semen	FAS
Air tawar	Semua tipe I-V	0,50
Air payau	Tipe I + pozolan (15-40%) atau S.P pozolan	0,45
	Tipe II atau V	0,50
Air laut	Tipe II atau V	0,45

8. Menetapkan faktor air semen maksimum

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

9. Menetapkan nilai slump

Nilai slump didapat sesuai dari pemakaian beton. hal ini dapat diketahui dari tabel 7 :

Tabel 7. 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

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

11. Menetapkan jumlah kebutuhan air

Untuk menetapkan kebutuhan air per meter kubik beton digunakan tabel 8 :

Tabel 8. Kebutuhan air per meter kubik beton (liter)

Besarnya 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 :

$$A = 0,67A_h + 0,33A_k \text{ -----(3)}$$

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

12. Menetapkan kebutuhan semen

$$\text{Berat semen per meter kubik} = \frac{\text{Jumlah air yang dibutuhkan}}{\text{Faktor air semen maksimum}} \text{ -----(4)}$$

13. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ditetapkan lewat tabel antara lain untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus misalnya lingkungan korosif, air payau, dan air laut.

**Tabel 9. Kebutuhan Semen Minimum untuk Berbagai
Pembetonan dan Lingkungan Khusus**

Jenis pembetonan	Semen minimum (Kg/ m³)
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. keadaan keliling non-korosif	275
b. keadaan keliling korosif, di sebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325
Beton di luar ruang bangunan :	
c. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
d. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
e. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
f. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 10
Beton yang berhubungan dengan air tawar, air payau dan air laut	lihat tabel 11

**Tabel 10. Kandungan Semen Minimum untuk Beton yang
Berhubungan dengan Air Tanah yang Mengandung Sulfat**

Konsentrasi sulfat (SO_3)		SO_3 dalam air tanah	Jenis semen	Kandungan semen minimum (kg/m^3)		
Dalam tanah				Ukuran maks. agregat (mm)		
Total SO_3 3%	SO_3 dalam campuran air : tanah = 2 : 1 (g/l)			40	20	10
< 0,2	< 1,0	< 0,3	Tipe I dengan atau tanpa pozolan (15 – 40 %)	200	300	350
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	Tipe I tanpa pozolan	290	330	380
			Tipe I dengan pozolan (15 – 40 %) atau semen Portland pozolan Tipe II atau V	250	290	430
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe I dengan pozolan (15 – 40 %) atau semen Portland pozolan Tipe II atau V	340	380	430
			Tipe II atau V	290	330	380
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	330	370	420
2,0	> 5,6	> 5,0	Tipe II atau V dan lapisan pelindung	330	370	420

Tabel 11. Kandungan Semen Minimum untuk Beton Bertulang dalam Air

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

- a. Jika digunakan air tawar, jenis semen I, agregat kerikil maksimum 40 mm diperoleh semen minimum = 280 (tabel 11).
- b. Jika SO_3 dalam air tanah antara 0,3 – 1,2, jenis semen I tanpa pozzolan, agregat kecil maksimum 40 mm, diperoleh semen minimum = 290 (tabel 10).
- c. Jika beton di dalam ruangan dan tanpa korosif, diperoleh semen minimum = 275 (tabel 9).

Jadi, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan semen minimumnya adalah : 280, 290, dan 275 kg/m^3 beton, dan yang dipakai yang terendah yaitu 275 kg/m^3 .

Jika kebutuhan semen yang diperoleh pada langkah 12, lebih kecil daripada kebutuhan semen minimum, maka faktor air semen harus diganti.

14. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Untuk menetapkan kebutuhan semen digunakan perbandingan antara, rumus kebutuhan semen = $\frac{\text{air}}{\text{Faktor air semen}}$ ----- (5) dengan tabel 9, 10, dan 11. untuk kebutuhan semen minimum, maka yang diambil adalah harga terbesar dari perbandingan tersebut.

15. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen

Jika jumlah semen pada langkah 13 dan 14 berubah, maka faktor air semen akan berubah, dalam hal ini dapat ditetapkan dengan :

a) Cara pertama:

menurunkan faktor air semen, faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum.

b) Cara kedua:

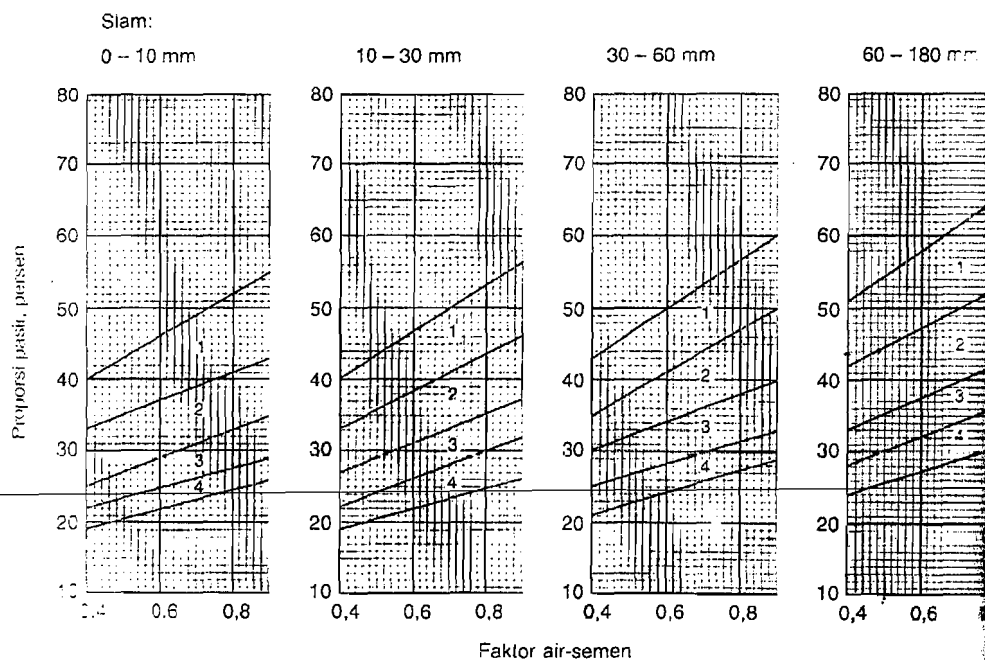
menaikkan faktor air semen, jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan faktor air semen.

16. Menentukan golongan pasir

Golongan pasir ditentukan dengan cara menghitung hasil ayakan hingga dapat ditemukan golongannya (tabel 3.2).

17. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil.

Untuk menentukan perbandingan pasir dan kerikil dicari dengan bantuan grafik di bawah ini. Dengan melihat nilai slump yang diinginkan, ukuran butir maksimum, zona pasir, faktor air semen.



Gambar 3. Grafik presentase agregat halus terhadap agregat

Gambar 3. Grafik presentase agregat halus terhadap agregat keseluruhan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.

18. Menentukan berat jenis campuran pasir dan kerikil

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

$$Bj \text{ campuran} = \left(\frac{P}{100} \right) \times Bj \text{ pasir} + \left(\frac{K}{100} \right) \times Bj \text{ kerikil} \quad \text{----- (6)}$$

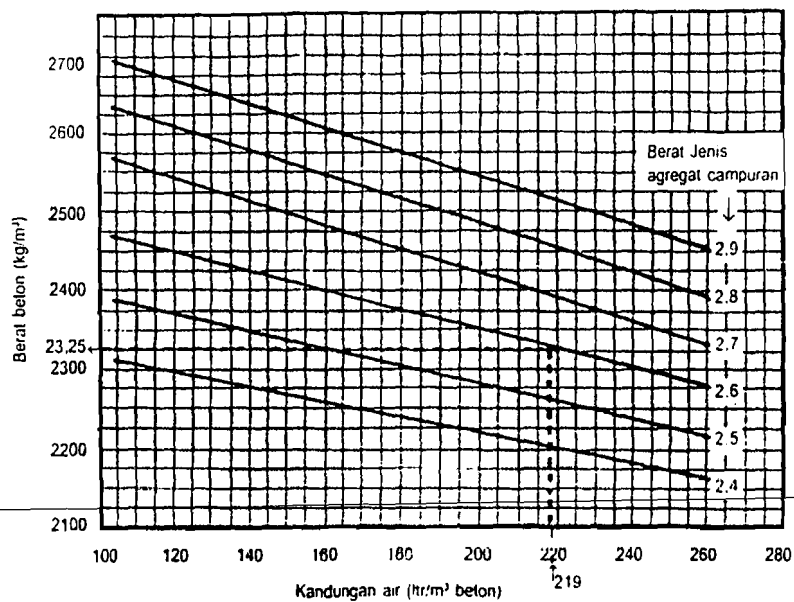
Diketahui : Bj campuran = berat jenis campuran

P = persentase pasir terhadap agregat campuran

K = persentase kerikil terhadap agregat campuran

19. Menentukan berat beton

Untuk menentukan berat beton digunakan data berat jenis campuran dan kebutuhan air tiap meter kubik, setelah ada data, kemudian dimasukkan kedalam gambar 4 :



Gambar 4. 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.

20. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

Berat pasir + berat kerikil = berat beton – kebutuhan air – kebutuhan semen

21. Menentukan kebutuhan pasir

Kebutuhan pasir = kebutuhan pasir dan kerikil x persentase berat pasir

22. Menentukan kebutuhan kerikil

Kebutuhan kerikil = kebutuhan pasir dan kerikil – kebutuhan pasir

(Perencanaan Campuran (Mix Design))

LAMPIRAN C

MIX DESIGN

1. Perhitungan Mix Design

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*) adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

$f'c$	= 25 Mpa
Jenis semen	= Semen portland jenis I.
Jenis Kerikil	= Batu pecah
Ukuran maksimum kerikil	= 20 mm
Nilai <i>slump</i>	= 7,5 cm ~ 15 cm
Jenis Pasir	= Agak kasar (golongan 2)
Berat jenis kerikil	= 2,5 t/m ³
Berat jenis pasir	= 2,4 t/m ³

1. Kuat tekan beton yang diisyaratkan pada 28 hari yaitu $f'c = 25$ Mpa
2. Penetapan nilai deviasi standar (sd) = 5,6 Mpa
Dari tabel 1 (lampiran B.1.2) diambil nilai 5,6 dengan tingkat pengendalian mutu pekerjaan cukup.
3. Perhitungan nilai tambah (M) = $k \cdot sd$
 $= 1,64 \times 5,6 = 9,184 \approx 9$ Mpa
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'c + M \\ &= 25 + 9 = 34 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

5. Menetapkan jenis semen
Digunakan semen portland tipe I, yaitu jenis semen biasa atau semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
6. Menetapkan jenis agregat (digunakan jenis kerikil batu pecah).

7. Menetapkan faktor air semen (FAS)

Cara I : Dari gambar 1 (lampiran B.1.7) dengan $f'_{cr} = 34 \text{ Mpa}$ pada umur 28 hari didapat 0,47

Cara II : Dari tabel 3 (lampiran B.1.7) jenis semen I, batu pecah umur 28 hari dan dilihat dari gambar 2 didapat 0,52

Cara III : Dari cara ini diperoleh

- 1) Untuk pembetonan didalam ruang bangunan dan dalam keadaan keliling non korosif = 0,6 tabel 4 (lampiran B.1.7).
- 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 tabel 5 (lampiran B.1.7).
- 3) Untuk beton bertulang didalam air tawar dan tipe semen I yaitu faktor air semennya = 0,50 tabel 6 (lampiran B.1.7).

Dari ketiga cara tersebut diatas diambil nilai FAS yang terendah yaitu 0,50

8. Menetapkan faktor air semen maksimum

Dari ketiga cara diatas (langkah 7), diambil FAS terendah yaitu 0,47

9. Menetapkan nilai $slump = 7,5 \text{ cm} \sim 15 \text{ cm}$

10. Menetapkan kebutuhan air

Dari tabel 8 (lampiran B.1.11) jika pasir maksimum 10 mm jenis alami $A_h = 225 \text{ liter}$, dan krikil maksimum 20 mm jenis batu pecah $A_k = 225$

liter.

$$\begin{aligned} A &= (0,67 \times A_h) + (0,33 \times A_k) \\ &= (0,67 \times 225) + (0,33 \times 225) \\ &= 225 \text{ liter} \end{aligned}$$

11. Menentukan kebutuhan semen

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Air}}{\text{Faktor air semen}} \\ &= \frac{225}{0,47} = 478,72 \approx 479 \text{ kg.} \end{aligned}$$

12. Perbandingan pasir dan kerikil

Dengan gambar 3 (lampiran B.1.17) jika faktor air semen 0,47 pasir golongan II, nilai *slump* 75 ~ 150 mm, dan agregat maksimum 20 mm didapat 44,5 %.

13. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Bj campuran} &= \left(\frac{P}{100} \right) \times \text{Bj pasir} + \left(\frac{K}{100} \right) \times \text{Bj kerikil} \\ &= \left(\frac{44,5}{100} \right) \times 2,4 + \left(\frac{55,5}{100} \right) \times 2,5 \\ &= 2,455 \approx 2,5 \text{ t/m}^3 \end{aligned}$$

14. Menentukan berat jenis beton

Dengan gambar 4 (lampiran B.1.19) jika berat jenis campuran 2,5 t/m³ kebutuhan air 225 liter didapat berat jenis betonnya 2255 Kg/m³.

15. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$\begin{aligned} &= \text{Berat beton} - \text{kebutuhan air} - \text{kebutuhan semen} \\ &= 2255 - 225 - 479 \\ &= 1551 \text{ kg.} \end{aligned}$$

16. Menentukan kebutuhan pasir

$$\begin{aligned} &= (\text{berat pasir} + \text{kerikil}) \times \text{presentase berat pasir} \\ &= 44,5 \% \times 1551 = 690,19 \approx 690 \text{ kg.} \end{aligned}$$

17. Menentukan kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned} &= (\text{berat pasir} + \text{kerikil}) - \text{kebutuhan pasir} \\ &= 1492 - 690 = 802 \text{ kg.} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Kebutuhan Material

❖ Untuk komposisi (prosentase) serat terhadap berat beton

1. Untuk 1m³ beton dibutuhkan

a. Air = 225 liter

b. Semen = 479 kg (9,58 kantong) dimana 1 sak = 50 kg.

c. Pasir = 690 kg

d. Kerikil = 802 kg

e. *Polymeric* = 5,64 kg (var.0,25%) dan 16,91 kg (var 0,75).

2. Perhitungan kebutuhan material (komposisi 0,25 %)

~ Untuk silinder ϕ 15 cm dan tinggi 30 cm

$$\begin{aligned}\text{Vol. silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times (0,15)^2 \times 0,30 = 0,0053 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\sim \text{Jumlah silinder dalam 1 m}^3 = \frac{1\text{m}^3}{\text{Vol.Silinder}} = \frac{1}{0,0053} = 188,6792 \text{ buah}$$

$$\text{Kebutuhan semen 1 silinder} = \frac{479}{188,6792} = 2,5387 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 silinder :

a. Semen = 2,5387 kg

b. Pasir = 3,6570 kg

c. Krikil = 4,2506 kg

d. Air = 1,1925 liter

e. Serat = 0,0299 kg

~ Untuk balok 10 cm x 10 cm x 50 cm

$$\begin{aligned}\text{Vol. balok} &= p \times l \times t \\ &= 0,5 \times 0,1 \times 0,1 = 0,005 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sim \text{Jumlah balok dalam } 1 \text{ m}^3 &= \frac{1 \text{ m}^3}{\text{Vol. Balok}} \\ &= \frac{1}{0,005} = 200 \text{ buah}\end{aligned}$$

~ misal :

$$\text{Kebutuhan semen 1 balok} = \frac{479}{200} = 2,395 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 balok :

- a. Semen = 2,3950 kg
- b. Pasir = 3,4500 kg
- c. Krikil = 4,0100 kg
- d. Air = 1,1250 liter
- e. Scrat = 0,0280 kg

3. Perhitungan kebutuhan material (komposisi 0,75 %)

~ Untuk silinder ϕ 15 cm dan tinggi 30 cm

$$\begin{aligned}\text{Vol. silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times (0,15)^2 \times 0,30 = 0,0053 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sim \text{Jumlah silinder dalam } 1 \text{ m}^3 &= \frac{1 \text{ m}^3}{\text{Vol.Silinder}} \\ &= \frac{1}{0,0053} = 188,6792 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan semen 1 silinder} = \frac{479}{188,6792} = 2,5387 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 silinder :

- a. Semen = 2,5387 kg
- b. Pasir = 3,6570 kg
- c. Krikil = 4,2506 kg
- d. Air = 1,1925 liter
- e. Serat = 0,0896 kg

~ Untuk balok 10 cm x 10 cm x 50 cm

$$\begin{aligned} \text{Vol. balok} &= p \times l \times t \\ &= 0,1 \times 0,1 \times 0,5 = 0,005 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sim \text{Jumlah balok dalam } 1 \text{ m}^3 &= \frac{1 \text{ m}^3}{\text{Vol.Balok}} \\ &= \frac{1}{0,005} = 200 \text{ buah} \end{aligned}$$

~ misal :

$$\text{Kebutuhan semen 1 balok} = \frac{479}{200} = 2,395 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 balok :

- a. Semen = 2,395 kg
- b. Pasir = 3,45 kg
- c. Krikil = 4,01 kg
- d. Air = 1,125 liter
- e. Serat = 0,0846 kg

4. Kebutuhan untuk adukan

~ Kebutuhan 1 adukan (3 sampel) untuk silinder beton dengan angka keamanan 20 %

- a. Semen = $1,20 \times 2,5387 \times 3 = 9,1390$ kg
- b. Pasir = $1,20 \times 3,6570 \times 3 = 13,1652$ kg
- c. Krikil = $1,20 \times 4,2506 \times 3 = 15,3022$ kg
- d. Air = $1,20 \times 1,1925 \times 3 = 4,2930$ liter
- e. Serat :
 - 0 % = $1,20 \times 0 \times 3 = 0$ kg
 - 0,25 % = $1,20 \times 0,0299 \times 3 = 0,1076$ kg
 - 0,75 % = $1,20 \times 0,0896 \times 3 = 0,3226$ kg

~ Kebutuhan 1 adukan (3 sampel) untuk balok beton dengan angka keamanan 20 %

a. Semen = $1,20 \times 2,3950 \times 3 = 8,6220$ kg

b. Pasir = $1,20 \times 3,4500 \times 3 = 12,4200$ kg

c. Krikil = $1,20 \times 4,0100 \times 3 = 14,4360$ kg

d. Air = $1,20 \times 1,1250 \times 3 = 4,0500$ liter

e. Serat :

➤ 0 % = $1,20 \times 0 \times 3 = 0$ kg

➤ 0,25 % = $1,20 \times 0,0280 \times 3 = 0,1008$ kg

➤ 0,75 % = $1,20 \times 0,0846 \times 3 = 0,3046$ kg

3. Tabel Kebutuhan Material

Kebutuhan Adukan (Silinder) Untuk Komposisi 0.25 % (mix design)

Jml. Sampel	Semen (kg)	Pasir (kg)	Krikil (kg)	Air (liter)	Serat (kg)	Angka Aman	Jml. Total
1	3.047	4.388	5.101	1.431	0.036	1.200	14.003
2	6.094	8.776	10.202	2.862	0.072	1.200	28.006
3	9.141	13.164	15.303	4.293	0.108	1.200	42.009
4	12.188	17.552	20.404	5.724	0.144	1.200	56.012
5	15.235	21.940	25.505	7.155	0.180	1.200	70.015
6	18.282	26.328	30.606	8.586	0.216	1.200	84.018
7	21.329	30.716	35.707	10.017	0.252	1.200	98.021
8	24.376	35.104	40.808	11.448	0.288	1.200	112.024
9	27.423	39.492	45.909	12.879	0.324	1.200	126.027
10	30.470	43.880	51.010	14.310	0.360	1.200	140.030
11	33.517	48.268	56.111	15.741	0.396	1.200	154.033
12	36.564	52.656	61.212	17.172	0.432	1.200	168.036
13	39.611	57.044	66.313	18.603	0.468	1.200	182.039
14	42.658	61.432	71.414	20.034	0.504	1.200	196.042
15	45.705	65.820	76.515	21.465	0.540	1.200	210.045
16	48.752	70.208	81.616	22.896	0.576	1.200	224.048
17	51.799	74.596	86.717	24.327	0.612	1.200	238.051
18	54.846	78.984	91.818	25.758	0.648	1.200	252.054
19	57.893	83.372	96.919	27.189	0.684	1.200	266.057
20	60.940	87.760	102.020	28.620	0.720	1.200	280.060
21	63.987	92.148	107.121	30.051	0.756	1.200	294.063
22	67.034	96.536	112.222	31.482	0.792	1.200	308.066
23	70.081	100.924	117.323	32.913	0.828	1.200	322.069
24	73.128	105.312	122.424	34.344	0.864	1.200	336.072
25	76.175	109.700	127.525	35.775	0.900	1.200	350.075
26	79.222	114.088	132.626	37.206	0.936	1.200	364.078
27	82.269	118.476	137.727	38.637	0.972	1.200	378.081
28	85.316	122.864	142.828	40.068	1.008	1.200	392.084
29	88.363	127.252	147.929	41.499	1.044	1.200	406.087
30	91.410	131.640	153.030	42.930	1.080	1.200	420.090
31	94.457	136.028	158.131	44.361	1.116	1.200	434.093
32	97.504	140.416	163.232	45.792	1.152	1.200	448.096
33	100.551	144.804	168.333	47.223	1.188	1.200	462.099
34	103.598	149.192	173.434	48.654	1.224	1.200	476.102
35	106.645	153.580	178.535	50.085	1.260	1.200	490.105
36	109.692	157.968	183.636	51.516	1.296	1.200	504.108

Kebutuhan Adukan (Silinder) Untuk Komposisi 0.75 % (mix design)

Jml. Sampel	Semen (kg)	Pasir (kg)	Krikil (kg)	Air (liter)	Serat (kg)	Angka Aman	Jml. Total
1	3.047	4.388	5.101	1.431	0.108	1.200	14.074
2	6.094	8.776	10.202	2.862	0.216	1.200	28.150
3	9.141	13.164	15.303	4.293	0.324	1.200	42.225
4	12.188	17.552	20.404	5.724	0.432	1.200	56.300
5	15.235	21.940	25.505	7.155	0.540	1.200	70.375
6	18.282	26.328	30.606	8.586	0.648	1.200	84.450
7	21.329	30.716	35.707	10.017	0.756	1.200	98.525
8	24.376	35.104	40.808	11.448	0.864	1.200	112.600
9	27.423	39.492	45.909	12.879	0.972	1.200	126.675
10	30.470	43.880	51.010	14.310	1.080	1.200	140.750
11	33.517	48.268	56.111	15.741	1.188	1.200	154.825
12	36.564	52.656	61.212	17.172	1.296	1.200	168.900
13	39.611	57.044	66.313	18.603	1.404	1.200	182.975
14	42.658	61.432	71.414	20.034	1.512	1.200	197.050
15	45.705	65.820	76.515	21.465	1.620	1.200	211.125
16	48.752	70.208	81.616	22.896	1.728	1.200	225.200
17	51.799	74.596	86.717	24.327	1.836	1.200	239.275
18	54.846	78.984	91.818	25.758	1.944	1.200	253.350
19	57.893	83.372	96.919	27.189	2.052	1.200	267.425
20	60.940	87.760	102.020	28.620	2.160	1.200	281.500
21	63.987	92.148	107.121	30.051	2.268	1.200	295.575
22	67.034	96.536	112.222	31.482	2.376	1.200	309.650
23	70.081	100.924	117.323	32.913	2.484	1.200	323.725
24	73.128	105.312	122.424	34.344	2.592	1.200	337.800
25	76.175	109.700	127.525	35.775	2.700	1.200	351.875
26	79.222	114.088	132.626	37.206	2.808	1.200	365.950
27	82.269	118.476	137.727	38.637	2.916	1.200	380.025
28	85.316	122.864	142.828	40.068	3.024	1.200	394.100
29	88.363	127.252	147.929	41.499	3.132	1.200	408.175
30	91.410	131.640	153.030	42.930	3.240	1.200	422.250
31	94.457	136.028	158.131	44.361	3.348	1.200	436.325
32	97.504	140.416	163.232	45.792	3.456	1.200	450.400
33	100.551	144.804	168.333	47.223	3.564	1.200	464.475
34	103.598	149.192	173.434	48.654	3.672	1.200	478.550
35	106.645	153.580	178.535	50.085	3.780	1.200	492.625
36	109.692	157.968	183.636	51.516	3.888	1.200	506.700

Kebutuhan Adukan (Balok) Untuk Komposisi 0.25 % (mix design)

Jml. Sampel	Semen (kg)	Pasir (kg)	Krikil (kg)	Air (liter)	Serat (kg)	Angka Aman	Jml. Total
1	2.874	4.140	4.812	1.350	0.034	1.2	13.210
2	5.748	8.280	9.624	2.700	0.068	1.2	26.420
3	8.622	12.420	14.436	4.050	0.102	1.2	39.630
4	11.496	16.560	19.248	5.400	0.136	1.2	52.840
5	14.370	20.700	24.060	6.750	0.170	1.2	66.050
6	17.244	24.840	28.872	8.100	0.204	1.2	79.260
7	20.118	28.980	33.684	9.450	0.238	1.2	92.470
8	22.992	33.120	38.496	10.800	0.272	1.2	105.680
9	25.866	37.260	43.308	12.150	0.306	1.2	118.890
10	28.740	41.400	48.120	13.500	0.340	1.2	132.100
11	31.614	45.540	52.932	14.850	0.374	1.2	145.310
12	34.488	49.680	57.744	16.200	0.408	1.2	158.520
13	37.362	53.820	62.556	17.550	0.442	1.2	171.730
14	40.236	57.960	67.368	18.900	0.476	1.2	184.940
15	43.110	62.100	72.180	20.250	0.510	1.2	198.150
16	45.984	66.240	76.992	21.600	0.544	1.2	211.360
17	48.858	70.380	81.804	22.950	0.578	1.2	224.570
18	51.732	74.520	86.616	24.300	0.612	1.2	237.780

Kebutuhan Adukan (Balok) Untuk Komposisi 0.75 % (mix design)

Jml. Sampel	Semen (kg)	Pasir (kg)	Krikil (kg)	Air (liter)	Serat (kg)	Angka Aman	Jml. Total
1	2.874	4.140	4.812	1.350	0.102	1.2	13.278
2	5.748	8.280	9.624	2.700	0.204	1.2	26.556
3	8.622	12.420	14.436	4.050	0.306	1.2	39.834
4	11.496	16.560	19.248	5.400	0.408	1.2	53.112
5	14.370	20.700	24.060	6.750	0.510	1.2	66.390
6	17.244	24.840	28.872	8.100	0.612	1.2	79.668
7	20.118	28.980	33.684	9.450	0.714	1.2	92.946
8	22.992	33.120	38.496	10.800	0.816	1.2	106.224
9	25.866	37.260	43.308	12.150	0.918	1.2	119.502
10	28.740	41.400	48.120	13.500	1.020	1.2	132.780
11	31.614	45.540	52.932	14.850	1.122	1.2	146.058
12	34.488	49.680	57.744	16.200	1.224	1.2	159.336
13	37.362	53.820	62.556	17.550	1.326	1.2	172.614
14	40.236	57.960	67.368	18.900	1.428	1.2	185.892
15	43.110	62.100	72.180	20.250	1.530	1.2	199.170
16	45.984	66.240	76.992	21.600	1.632	1.2	212.448
17	48.858	70.380	81.804	22.950	1.734	1.2	225.726
18	51.732	74.520	86.616	24.300	1.836	1.2	239.004



(Hasil Pengujian Tekan Beton)

LAMPIRAN D



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

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

A. Data Kuat Tekan Beton

1. Kuat Tekan Beton Komposisi Serat 0,25 % Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Kode Sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Berat Volume (Gram/cm ³)	Beban (P) (KN)	Kuat Desak (F'c) (MPa)
BN	15.02	30.27	12.45	2.32	294.20	16.76
	15.05	30.28	12.47	2.32	319.70	18.30
	15.01	30.40	12.51	2.33	302.60	17.39
BS-2	15.00	31.50	12.50	2.25	430.70	24.86
	15.00	31.50	12.54	2.25	394.00	22.74
	15.05	31.00	12.46	2.26	403.40	23.13
BS-4	15.1	30.45	12.47	2.29	447.20	25.49
	15.05	30.20	12.53	2.33	479.10	27.47
	15.00	30.00	12.44	2.35	436.10	25.17
BS-6	15.10	30.25	12.65	2.34	359.10	20.45
	15.20	30.20	12.55	2.29	370.40	20.82
	15.05	30.20	12.50	2.33	424.50	24.34

2. Kuat Tekan Beton Komposisi Serat 0,25 % Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Kode Sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Berat Volume (Gram/cm ³)	Beban (P) (KN)	Kuat Desak (F'c) (MPa)
BN	15.10	30.00	12.52	2.33	538.30	30.66
	15.06	29.84	12.57	2.37	545.40	31.23
	15.03	30.03	12.67	2.38	564.40	32.45
BS-2	15.00	30.20	12.62	2.37	590.60	34.08
	15.10	30.05	12.64	2.35	659.90	37.58
	15.00	30.15	12.52	2.35	572.40	33.03
BS-4	15.05	30.05	12.40	2.32	622.80	35.71
	15.05	30.05	12.55	2.35	611.70	35.07
	15.00	30.00	12.35	2.33	640.60	36.97
BS-6	15.10	30.15	12.60	2.33	608.50	34.65
	15.05	30.15	12.55	2.34	601.90	34.51
	15.05	30.20	12.60	2.35	551.80	31.64



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

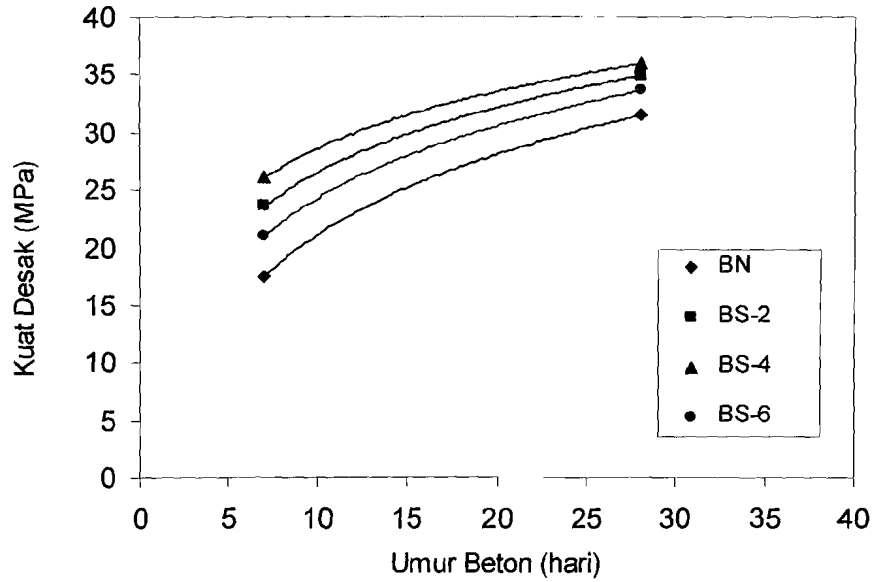
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Jogjakarta 55584

Kuat Tekan Beton Komposisi Serat 0,75 % Dengan Umur Perawatan 7 Hari

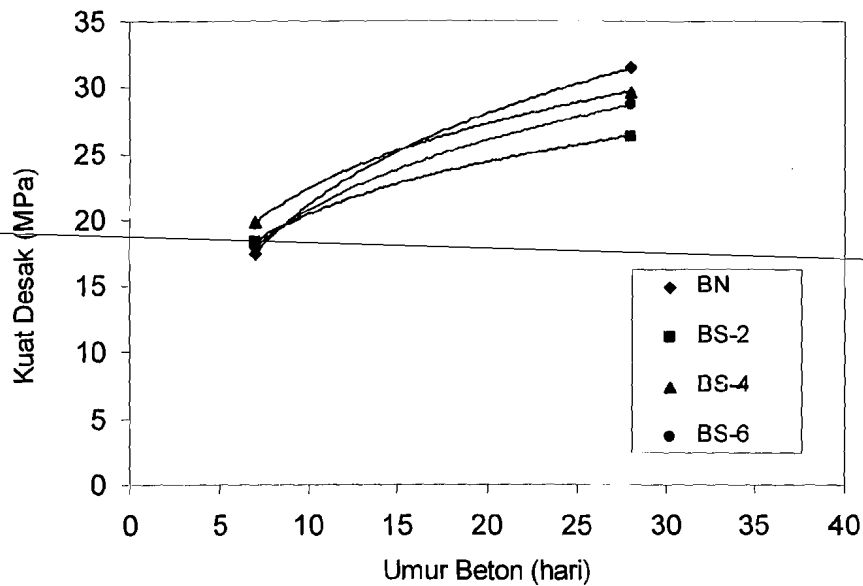
Kode Sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Berat Volume (Gram/cm ³)	Beban (P) (KN)	Kuat Desak (F'c) (MPa)
BN	15.02	30.27	12.45	2.3225	294.2000	16.7550
	15.05	30.28	12.47	2.3162	319.7000	18.3044
	15.01	30.40	12.51	2.3268	302.6000	17.3947
BS-2	15.15	30.10	12.26	2.2606	291.5000	16.4916
	15.15	30.40	12.33	2.2511	362.6000	20.5141
	15.05	30.20	12.33	2.2962	316.1000	18.1227
BS-4	15.00	30.10	12.34	2.3211	443.0000	25.5664
	15.10	30.10	12.39	2.2998	374.2000	21.3111
	15.00	30.20	12.39	2.3228	424.1000	24.4757
BS-6	14.99	30.05	12.20	2.3017	278.0000	16.0658
	15.15	30.15	12.33	2.2698	322.8000	18.2624
	15.00	30.05	12.25	2.3080	338.7000	19.5471

Kuat Tekan Beton Komposisi Serat 0,75 % Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Kode Sampel	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Berat (Kg)	Berat Volume (Gram/cm ³)	Beban (P) (KN)	Kuat Desak (F'c) (MPa)
BN	15.10	30.00	12.52	2.3316	538.3000	30.6568
	15.06	29.84	12.57	2.3660	545.5000	31.2326
	15.03	30.03	12.67	2.3792	564.5000	32.4499
BS-2	15.02	30.04	12.19	2.2914	455.5000	26.2181
	15.09	30.02	12.12	2.2586	468.4000	26.7117
	15.03	30.15	12.20	2.2818	454.4000	26.1208
BS-4	15.05	30.05	12.25	2.2927	507.1000	29.0732
	15.05	30.00	12.15	2.2778	499.8000	28.6547
	15.00	30.00	12.15	2.2930	542.8000	31.3261
BS-6	15.09	30.20	12.21	2.2618	459.3000	26.1928
	15.07	30.25	12.33	2.2863	466.6000	26.6792
	15.01	30.25	12.23	2.2860	470.9000	27.1413



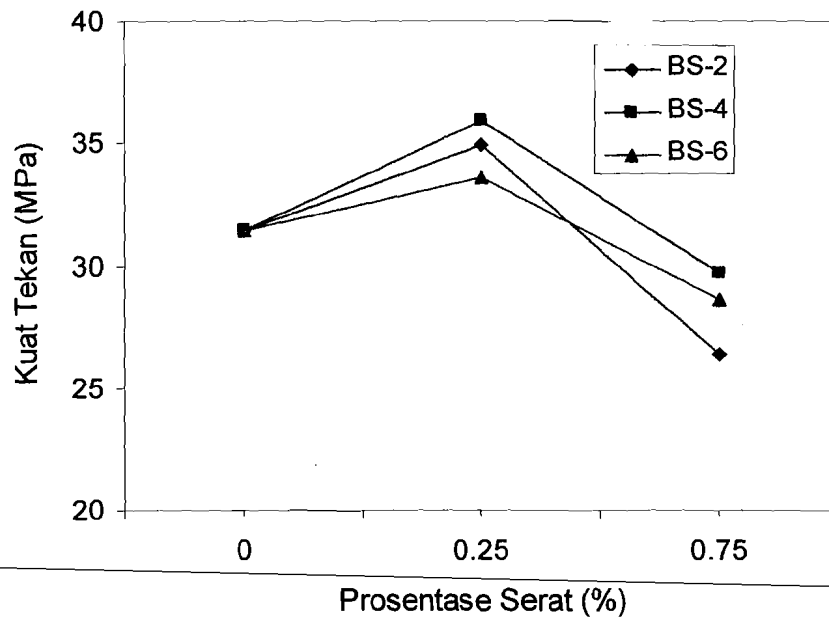
Grafik 4.1 Hubungan Kuat Desak Dan Umur Beton Komposisi 0,25 %



Grafik 4.2 Hubungan Kuat Desak Dan Umur Beton Komposisi 0,75 %

5. Kuat Tekan rata-rata

Variasi Serat	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)			
	0,25 %		0,75 %	
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
BN	17.48	31.45	17.48	31.45
BS-2	23.57	34.90	18.38	26.35
BS-4	26.03	35.92	23.78	29.68
BS-6	21.87	33.60	17.96	28.67



Grafik 4.3 Hubungan Kuat Desak Dan Prosentase Serat Umur 28 Hari



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

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

Pembacaan Dial

Beton Normal Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Data

$$\Delta 0 = 176,63 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

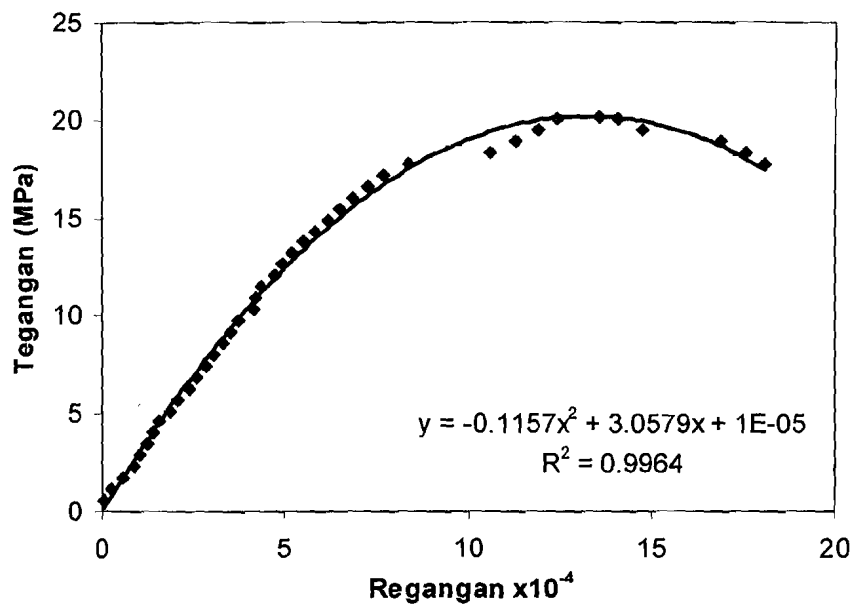
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	2.5	0.1667	0.0056	0.0593
20	5.5	0.3667	0.0112	0.2593
30	10	0.6667	0.0169	0.5593
40	15	1.0000	0.0225	0.8926
50	17.5	1.1667	0.0281	1.0593
60	20	1.3333	0.0337	1.2259
70	22.5	1.5000	0.0394	1.3926
80	25	1.6667	0.0450	1.5593
90	30	2.0000	0.0506	1.8926
100	32.5	2.1667	0.0562	2.0593
110	37.5	2.5000	0.0619	2.3926
120	41	2.7333	0.0675	2.6259
130	44.5	2.9667	0.0731	2.8593
140	47.5	3.1667	0.0787	3.0593
150	52	3.4667	0.0844	3.3593
160	54.5	3.6333	0.0900	3.5259
170	57.5	3.8333	0.0956	3.7259
180	64	4.2667	0.1012	4.1593
190	65	4.3333	0.1069	4.2259
200	67.5	4.5000	0.1125	4.3926
210	72.5	4.8333	0.1181	4.7259
220	76	5.0667	0.1237	4.9593
230	80	5.3333	0.1294	5.2259
240	84.5	5.6333	0.1350	5.5259
250	89	5.9333	0.1406	5.8259
260	94.5	6.3000	0.1462	6.1926
270	99	6.6000	0.1519	6.4926
280	105	7.0000	0.1575	6.8926
290	111	7.4000	0.1631	7.2926
300	117.5	7.8333	0.1687	7.7259
310	127.5	8.5000	0.1744	8.3926
320	160	10.6667	0.1800	10.5593
330	170	11.3333	0.1856	11.2259
340	180	12.0000	0.1912	11.8926



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

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

350	187.5	12.5000	0.1969	12.3926
352	205	13.6667	0.1980	13.5593
350	212.5	14.1667	0.1969	14.0593
340	222.5	14.8333	0.1912	14.7259
330	255	17.0000	0.1856	16.8926
320	265	17.6667	0.1800	17.5593
310	272.5	18.1667	0.1744	18.0593



Grafik 4.4 Tegangan-Regangan Beton Normal Dengan Umur Prawatan 7 Hari



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

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

Kuat Tekan Beton Normal
Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Data

$$\Delta 0 = 178,99 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

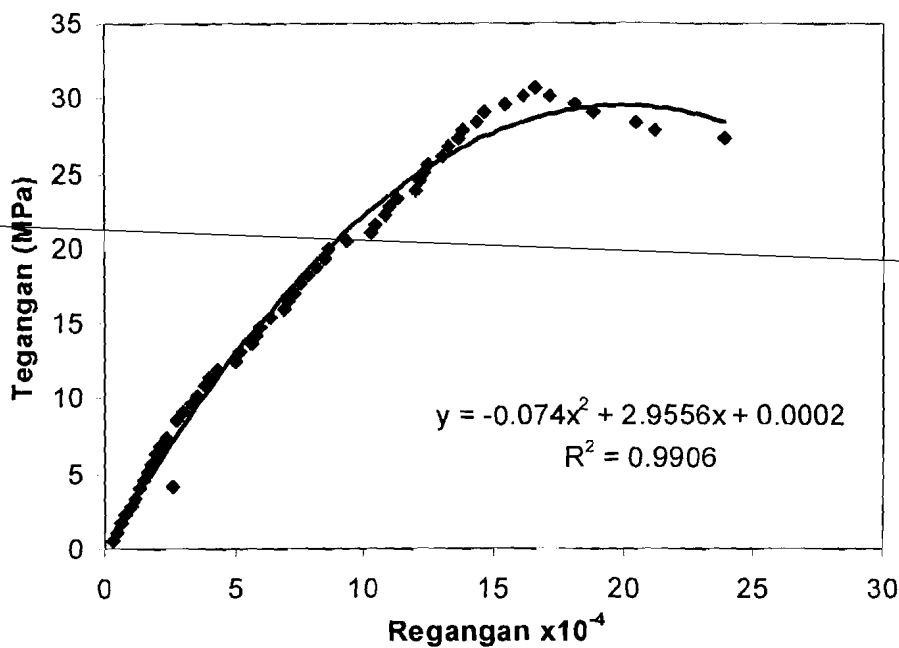
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	2.5	0.1667	0.5695	0.3373
20	5	0.3333	1.1390	0.5039
30	6.5	0.4333	1.7085	0.6039
40	9.5	0.6333	2.2780	0.8039
50	12.5	0.8333	2.8476	1.0039
60	15	1.0000	3.4171	1.1706
70	17.5	1.1667	3.9866	1.3373
80	20	1.3333	4.5561	1.5039
90	22.5	1.5000	5.1256	1.6706
100	24	1.6000	5.6951	1.7706
110	26.5	1.7667	6.2646	1.9373
120	29.5	1.9667	6.8341	2.1373
130	32.5	2.1667	7.4036	2.3373
72	36	2.4000	4.1005	2.5706
150	39	2.6000	8.5427	2.7706
160	42.5	2.8333	9.1122	3.0039
170	47	3.1333	9.6817	3.3039
180	51	3.4000	10.2512	3.5706
190	55	3.6667	10.8207	3.8373
200	57.5	3.8333	11.3902	4.0039
210	62	4.1333	11.9597	4.3039
220	72.5	4.8333	12.5292	5.0039
230	75	5.0000	13.0988	5.1706
240	82.5	5.5000	13.6683	5.6706
250	85	5.6667	14.2378	5.8373
260	87.5	5.8333	14.8073	6.0039
270	92.5	6.1667	15.3768	6.3373
280	101	6.7333	15.9463	6.9039
290	104	6.9333	16.5158	7.1039
300	107.5	7.1667	17.0853	7.3373
310	111	7.4000	17.6548	7.5706
320	115	7.6667	18.2244	7.8373
330	120	8.0000	18.7939	8.1706
340	125	8.3333	19.3634	8.5039
350	127.5	8.5000	19.9329	8.6706
360	137.5	9.1667	20.5024	9.3373



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

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

370	151.5	10.1000	21.0719	10.2706
380	154.5	10.3000	21.6414	10.4706
390	160	10.6667	22.2109	10.8373
400	162.5	10.8333	22.7804	11.0039
410	167.5	11.1667	23.3500	11.3373
420	177.5	11.8333	23.9195	12.0039
430	180	12.0000	24.4890	12.1706
440	182.5	12.1667	25.0585	12.3373
450	185	12.3333	25.6280	12.5039
460	192.5	12.8333	26.1975	13.0039
470	196	13.0667	26.7670	13.2373
480	202.5	13.5000	27.3365	13.6706
490	205	13.6667	27.9060	13.8373
500	212.5	14.1667	28.4756	14.3373
510	217.5	14.5000	29.0451	14.6706
520	230	15.3333	29.6146	15.5039
530	240	16.0000	30.1841	16.1706
538.3	247.5	16.5000	30.6568	16.6706
530	255	17.0000	30.1841	17.1706
520	270	18.0000	29.6146	18.1706
510	280	18.6667	29.0451	18.8373
500	305	20.3333	28.4756	20.5039
490	315	21.0000	27.9060	21.1706
480	355	23.6667	27.3365	23.8373



**Grafik Tegangan-Regangan Beton Normal Dengan Umur Perawatan 28
Hari**



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,25 % Variasi Panjang Serat 2 cm

Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Data

$$\Delta 0 = 176,63 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

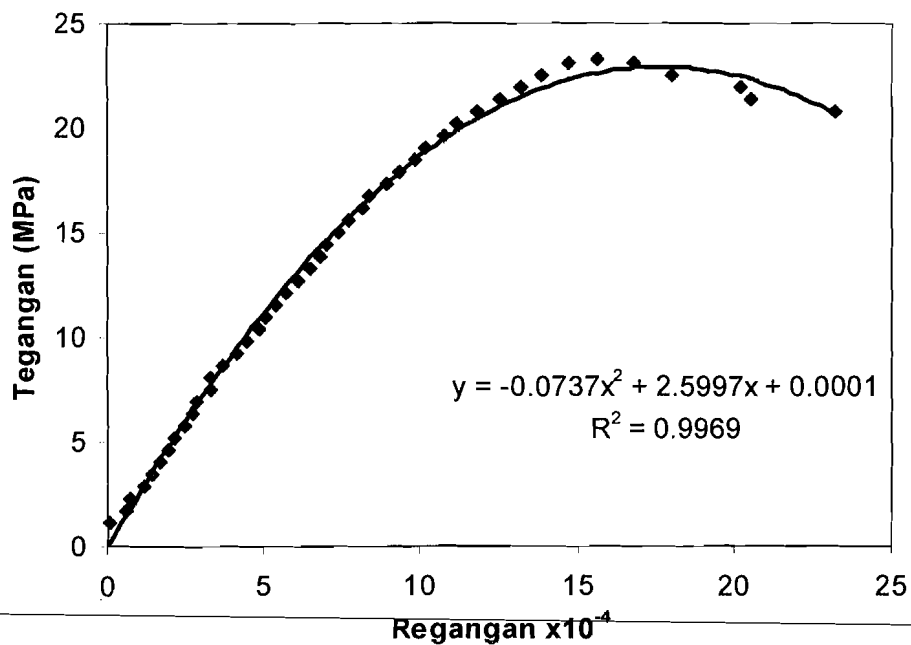
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	4	0.2667	0.5771	-0.0588
20	6	0.4000	1.1542	0.0745
30	14	0.9333	1.7314	0.6078
40	16	1.0667	2.3085	0.7412
50	22.5	1.5000	2.8856	1.1745
60	26	1.7333	3.4627	1.4078
70	30	2.0000	4.0398	1.6745
80	34.5	2.3000	4.6170	1.9745
90	37.5	2.5000	5.1941	2.1745
100	42	2.8000	5.7712	2.4745
110	46	3.0667	6.3483	2.7412
120	47.5	3.1667	6.9254	2.8412
130	54.5	3.6333	7.5026	3.3078
140	55	3.6667	8.0797	3.3412
150	60	4.0000	8.6568	3.6745
160	67	4.4667	9.2339	4.1412
170	72	4.8000	9.8110	4.4745
180	77.5	5.1667	10.3882	4.8412
190	81	5.4000	10.9653	5.0745
200	86	5.7333	11.5424	5.4078
210	91	6.0667	12.1195	5.7412
220	96	6.4000	12.6967	6.0745
230	102.5	6.8333	13.2738	6.5078
240	107.5	7.1667	13.8509	6.8412
250	110.5	7.3667	14.4280	7.0412
260	115.5	7.7000	15.0051	7.3745
270	120.5	8.0333	15.5823	7.7078
280	127.5	8.5000	16.1594	8.1745
290	131	8.7333	16.7365	8.4078
300	139	9.2667	17.3136	8.9412
310	145	9.6667	17.8907	9.3412
320	152.5	10.1667	18.4679	9.8412
330	157.5	10.5000	19.0450	10.1745
340	167	11.1333	19.6221	10.8078
350	172.5	11.5000	20.1992	11.1745



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

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

360	182.5	12.1667	20.7763	11.8412
370	192.5	12.8333	21.3535	12.5078
380	202.5	13.5000	21.9306	13.1745
390	212.5	14.1667	22.5077	13.8412
400	225	15.0000	23.0848	14.6745
403.4	239	15.9333	23.2810	15.6078
400	256	17.0667	23.0848	16.7412
390	275	18.3333	22.5077	18.0078
380	307.5	20.5000	21.9306	20.1745
370	312.5	20.8333	21.3535	20.5078
360	352.5	23.5000	20.7763	23.1745



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,25 % Variasi Panjang Scrat
2 cm Dengan Umur Perawatan 7 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,25 % Variasi Panjang Serat 4 cm

Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Data

$$\Delta 0 = 176,63 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

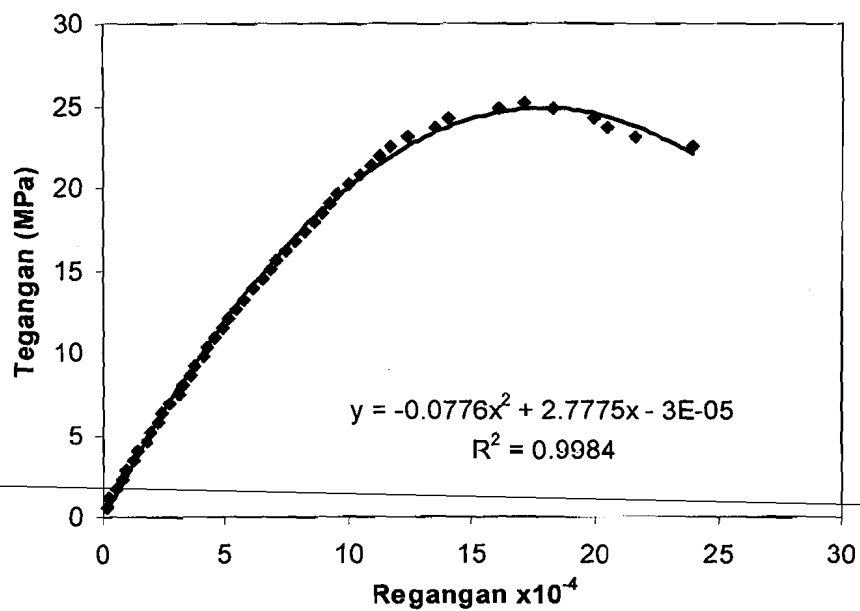
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3})$ mm	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	1.5	0.1000	0.5771	0.1919
20	2.5	0.1667	1.1542	0.2586
30	6.5	0.4333	1.7314	0.5252
40	10	0.6667	2.3085	0.7586
50	12.5	0.8333	2.8856	0.9252
60	17.5	1.1667	3.4627	1.2586
70	20	1.3333	4.0398	1.4252
80	25	1.6667	4.6170	1.7586
90	27.5	1.8333	5.1941	1.9252
100	32.5	2.1667	5.7712	2.2586
110	35	2.3333	6.3483	2.4252
120	40	2.6667	6.9254	2.7586
130	45	3.0000	7.5026	3.0919
140	47.5	3.1667	8.0797	3.2586
150	52.5	3.5000	8.6568	3.5919
160	55	3.6667	9.2339	3.7586
170	60	4.0000	9.8110	4.0919
180	62.5	4.1667	10.3882	4.2586
190	67.5	4.5000	10.9653	4.5919
200	72.5	4.8333	11.5424	4.9252
210	75	5.0000	12.1195	5.0919
220	80	5.3333	12.6967	5.4252
230	85	5.6667	13.2738	5.7586
240	91	6.0667	13.8509	6.1586
250	96	6.4000	14.4280	6.4919
260	101	6.7333	15.0051	6.8252
270	105	7.0000	15.5823	7.0919
280	110	7.3333	16.1594	7.4252
290	116	7.7333	16.7365	7.8252
300	122.5	8.1667	17.3136	8.2586
310	127.5	8.5000	17.8907	8.5919
320	132.5	8.8333	18.4679	8.9252
330	137.5	9.1667	19.0450	9.2586
340	142.5	9.5000	19.6221	9.5919



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

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

350	148.5	9.9000	20.1992	9.9919
360	156	10.4000	20.7763	10.4919
370	162.5	10.8333	21.3535	10.9252
380	167.5	11.1667	21.9306	11.2586
390	175	11.6667	22.5077	11.7586
400	185	12.3333	23.0848	12.4252
410	201.5	13.4333	23.6619	13.5252
420	210	14.0000	24.2391	14.0919
430	240	16.0000	24.8162	16.0919
436.1	255	17.0000	25.1682	17.0919
430	272.5	18.1667	24.8162	18.2586
420	297.5	19.8333	24.2391	19.9252
410	305	20.3333	23.6619	20.4252
400	322.5	21.5000	23.0848	21.5919
390	357.5	23.8333	22.5077	23.9252



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,25 % Variasi Panjang

Serat 4 cm Dengan Umur Perawatan 7 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,25 % Variasi Panjang Serat 6 cm

Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Data

$$\Delta 0 = 177,80 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

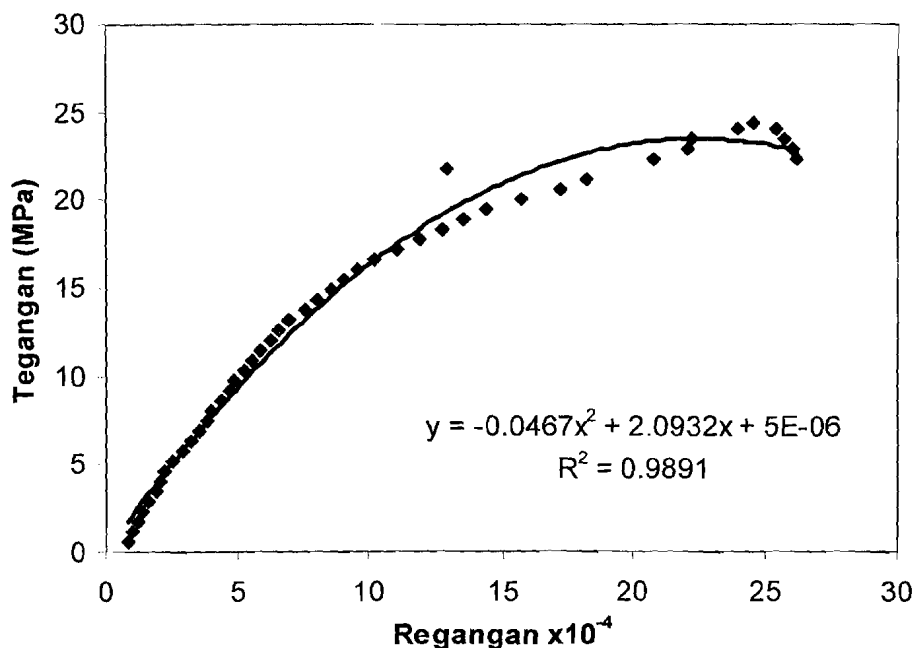
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	3.5	0.2333	0.5733	0.8176
20	6	0.4000	1.1466	0.9843
30	10	0.6667	1.7200	1.2510
40	12.5	0.8333	2.2933	1.4176
50	16	1.0667	2.8666	1.6510
60	20	1.3333	3.4399	1.9176
70	22.5	1.5000	4.0133	2.0843
80	25	1.6667	4.5866	2.2510
90	30	2.0000	5.1599	2.5843
100	35	2.3333	5.7332	2.9176
110	39.5	2.6333	6.3066	3.2176
120	44.5	2.9667	6.8799	3.5510
130	49.5	3.3000	7.4532	3.8843
140	52	3.4667	8.0265	4.0510
150	57.5	3.8333	8.5998	4.4176
160	62.5	4.1667	9.1732	4.7510
170	65	4.3333	9.7465	4.9176
180	70	4.6667	10.3198	5.2510
190	75	5.0000	10.8931	5.5843
200	80	5.3333	11.4665	5.9176
210	85	5.6667	12.0398	6.2510
220	90	6.0000	12.6131	6.5843
230	96	6.4000	13.1864	6.9843
240	105	7.0000	13.7597	7.5843
250	112.5	7.5000	14.3331	8.0843
260	120	8.0000	14.9064	8.5843
270	127.5	8.5000	15.4797	9.0843
280	135	9.0000	16.0530	9.5843
290	145	9.6667	16.6264	10.2510
300	157.5	10.5000	17.1997	11.0843
310	170	11.3333	17.7730	11.9176
320	183	12.2000	18.3463	12.7843



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

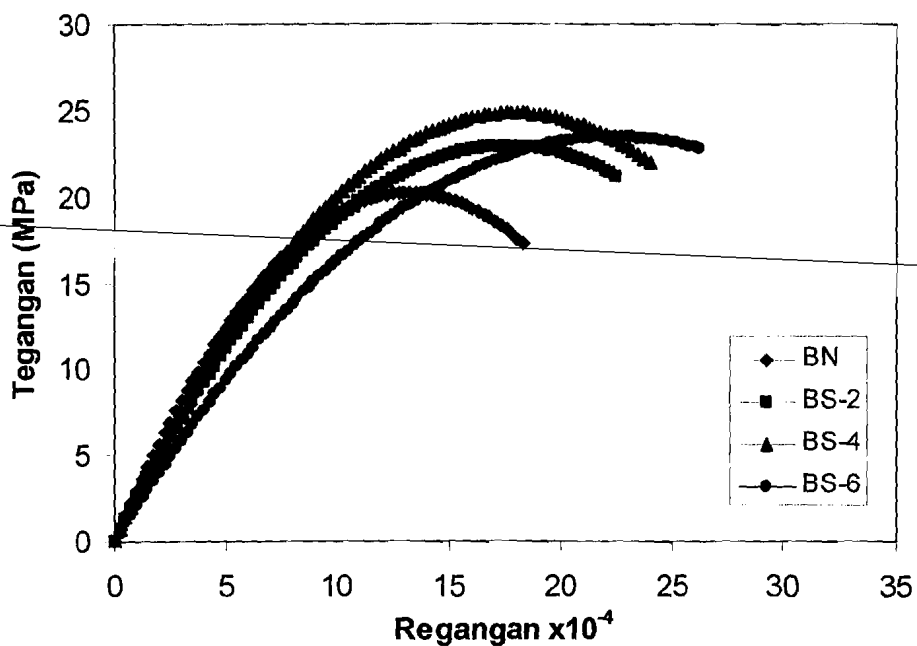
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Jogjakarta 55584

330	195	13.0000	18.9197	13.5843
340	207.5	13.8333	19.4930	14.4176
350	227.5	15.1667	20.0663	15.7510
360	249	16.6000	20.6396	17.1843
370	265	17.6667	21.2129	18.2510
380	185	12.3333	21.7863	12.9176
390	302.5	20.1667	22.3596	20.7510
400	322.5	21.5000	22.9329	22.0843
410	325	21.6667	23.5062	22.2510
420	350	23.3333	24.0796	23.9176
424.5	360	24.0000	24.3376	24.5843
420	372.5	24.8333	24.0796	25.4176
410	377.5	25.1667	23.5062	25.7510
400	382.5	25.5000	22.9329	26.0843
390	384.5	25.6333	22.3596	26.2176



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,25 % Variasi Panjang

Serat 6 cm Dengan Umur Perawatan 7 Hari



Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Beton Komposisi 0,25 % Dengan Umur Perawatan 7 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,25 % Variasi Panjang Serat 2 cm

Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Data

$$\Delta 0 = 176,63 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

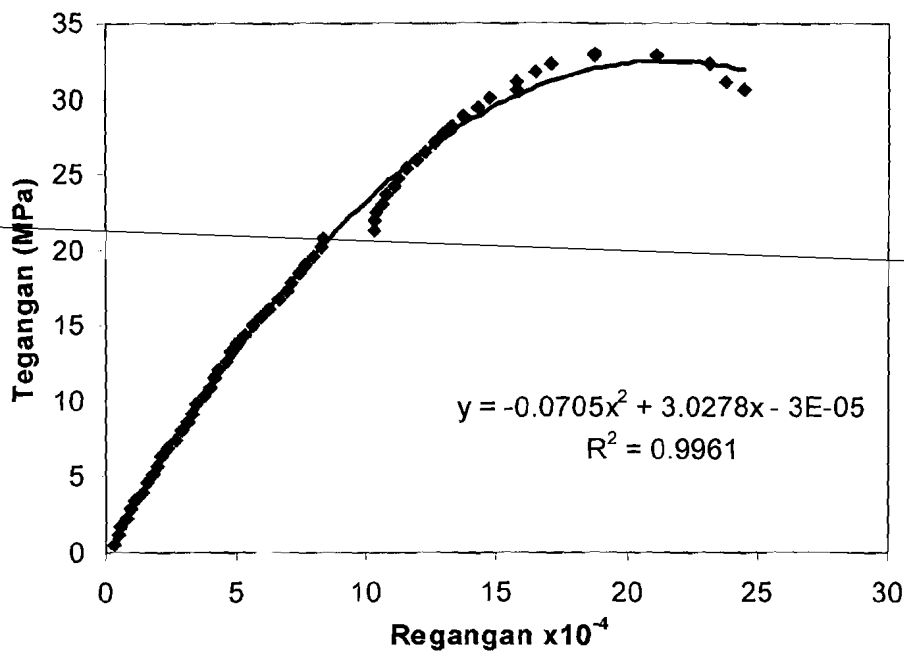
Beban KN	Ekstensometer ΔL (10^{-3}) mm	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	2.5	0.1667	0.5771	0.2887
20	5	0.3333	1.1542	0.4553
30	6.5	0.4333	1.7314	0.5553
40	10	0.6667	2.3085	0.7887
50	12.5	0.8333	2.8856	0.9553
60	15	1.0000	3.4627	1.1220
70	19	1.2667	4.0398	1.3887
80	22	1.4667	4.6170	1.5887
90	25	1.6667	5.1941	1.7887
100	27.5	1.8333	5.7712	1.9553
110	30	2.0000	6.3483	2.1220
120	33	2.2000	6.9254	2.3220
130	37.5	2.5000	7.5026	2.6220
140	41	2.7333	8.0797	2.8553
150	44.5	2.9667	8.6568	3.0887
160	47.5	3.1667	9.2339	3.2887
170	50	3.3333	9.8110	3.4553
180	54	3.6000	10.3882	3.7220
190	57.5	3.8333	10.9653	3.9553
200	60	4.0000	11.5424	4.1220
210	62.5	4.1667	12.1195	4.2887
220	67.5	4.5000	12.6967	4.6220
230	70	4.6667	13.2738	4.7887
240	73	4.8667	13.8509	4.9887
250	77.5	5.1667	14.4280	5.2887
260	82	5.4667	15.0051	5.5887
270	87.5	5.8333	15.5823	5.9553
280	92.5	6.1667	16.1594	6.2887
290	97.5	6.5000	16.7365	6.6220
300	102.5	6.8333	17.3136	6.9553
310	104.5	6.9667	17.8907	7.0887
320	110	7.3333	18.4679	7.4553
330	112.5	7.5000	19.0450	7.6220
340	117.5	7.8333	19.6221	7.9553
350	122.5	8.1667	20.1992	8.2887
360	124	8.2667	20.7763	8.3887
370	152.5	10.1667	21.3535	10.2887
380	153	10.2000	21.9306	10.3220



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

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

390	153.5	10.2333	22.5077	10.3553
400	157.5	10.5000	23.0848	10.6220
410	160	10.6667	23.6619	10.7887
420	165	11.0000	24.2391	11.1220
430	167.5	11.1667	24.8162	11.2887
440	172	11.4667	25.3933	11.5887
450	177.5	11.8333	25.9704	11.9553
460	182.5	12.1667	26.5475	12.2887
470	187.5	12.5000	27.1247	12.6220
480	192.5	12.8333	27.7018	12.9553
490	197.5	13.1667	28.2789	13.2887
500	204	13.6000	28.8560	13.7220
510	212.5	14.1667	29.4331	14.2887
520	220	14.6667	30.0103	14.7887
530	235	15.6667	30.5874	15.7887
540	235	15.6667	31.1645	15.7887
550	245	16.3333	31.7416	16.4553
560	255	17.0000	32.3187	17.1220
570	280	18.6667	32.8959	18.7887
572.4	280	18.6667	33.0344	18.7887
570	315	21.0000	32.8959	21.1220
560	345	23.0000	32.3187	23.1220
540	355	23.6667	31.1645	23.7887
530	365	24.3333	30.5874	24.4553



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,25 % Variasi Panjang
Serat 2 cm Dengan Umur Perawatan 28 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,25 % Variasi Panjang Serat 4 cm

Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Data

$\Delta 0 = 176,63 \text{ cm}^2$

$L 0 = 15,00 \text{ cm}$

Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	2.5	0.1667	0.5771	0.5096
20	5	0.3333	1.1542	0.6762
30	7.5	0.5000	1.7314	0.8429
40	10	0.6667	2.3085	1.0096
50	12.5	0.8333	2.8856	1.1762
60	15	1.0000	3.4627	1.3429
70	17.5	1.1667	4.0398	1.5096
80	22	1.4667	4.6170	1.8096
90	25	1.6667	5.1941	2.0096
100	27.5	1.8333	5.7712	2.1762
110	30	2.0000	6.3483	2.3429
120	32.5	2.1667	6.9254	2.5096
130	36	2.4000	7.5026	2.7429
140	40	2.6667	8.0797	3.0096
150	42.5	2.8333	8.6568	3.1762
160	45	3.0000	9.2339	3.3429
170	51	3.4000	9.8110	3.7429
180	53	3.5333	10.3882	3.8762
190	54.5	3.6333	10.9653	3.9762
200	57.5	3.8333	11.5424	4.1762
210	62.5	4.1667	12.1195	4.5096
220	65	4.3333	12.6967	4.6762
230	70	4.6667	13.2738	5.0096
240	72.5	4.8333	13.8509	5.1762
250	77.5	5.1667	14.4280	5.5096
260	82.5	5.5000	15.0051	5.8429
270	85	5.6667	15.5823	6.0096
280	89.5	5.9667	16.1594	6.3096
290	92.5	6.1667	16.7365	6.5096
300	97.5	6.5000	17.3136	6.8429
310	101	6.7333	17.8907	7.0762
320	105	7.0000	18.4679	7.3429
330	110	7.3333	19.0450	7.6762
340	115	7.6667	19.6221	8.0096
350	117.5	7.8333	20.1992	8.1762
360	122.5	8.1667	20.7763	8.5096
370	128	8.5333	21.3535	8.8762



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

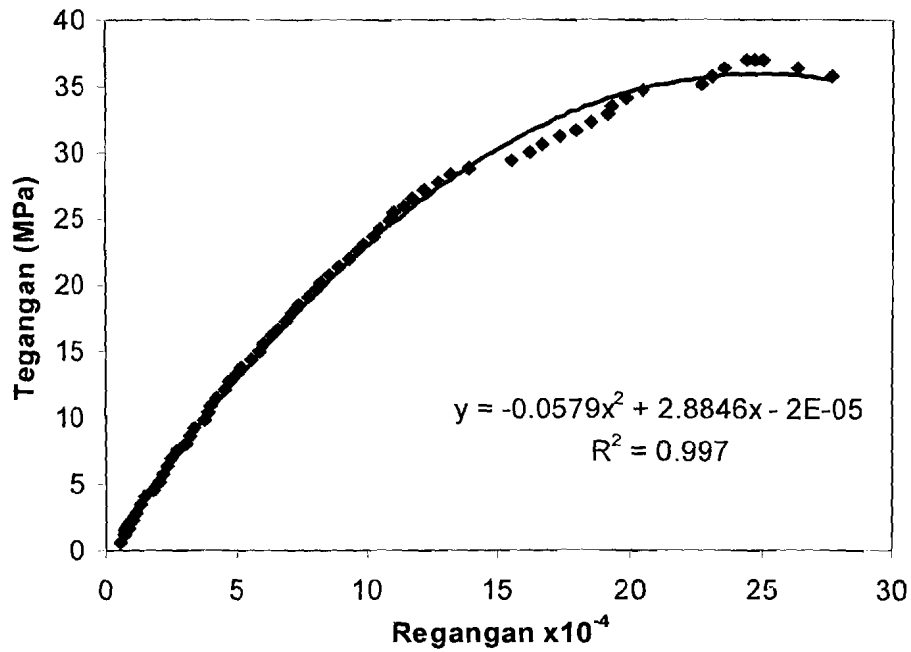
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Jogjakarta 55584

380	134	8.9333	21.9306	9.2762
390	139	9.2667	22.5077	9.6096
400	142.5	9.5000	23.0848	9.8429
410	147.5	9.8333	23.6619	10.1762
420	152	10.1333	24.2391	10.4762
430	157.5	10.5000	24.8162	10.8429
440	160	10.6667	25.3933	11.0096
450	165	11.0000	25.9704	11.3429
460	170	11.3333	26.5475	11.6762
470	177.5	11.8333	27.1247	12.1762
480	185	12.3333	27.7018	12.6762
490	192.5	12.8333	28.2789	13.1762
500	202.5	13.5000	28.8560	13.8429
510	227.5	15.1667	29.4331	15.5096
520	237.5	15.8333	30.0103	16.1762
530	245	16.3333	30.5874	16.6762
540	255	17.0000	31.1645	17.3429
550	265	17.6667	31.7416	18.0096
560	272.5	18.1667	32.3187	18.5096
570	282.5	18.8333	32.8959	19.1762
580	285	19.0000	33.4730	19.3429
590	292.5	19.5000	34.0501	19.8429
600	302.5	20.1667	34.6272	20.5096
610	335	22.3333	35.2044	22.6762
620	341	22.7333	35.7815	23.0762
630	347.5	23.1667	36.3586	23.5096
640	361	24.0667	36.9357	24.4096
640.6	365	24.3333	36.9703	24.6762
640	370	24.6667	36.9357	25.0096
630	390	26.0000	36.3586	26.3429
620	410	27.3333	35.7815	27.6762



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

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



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,25 % Variasi Panjang

Serat 4 cm Dengan Umur Perawatan 28 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,25 % Variasi Panjang Serat 6 cm

Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Data

$$\Delta 0 = 177,80 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

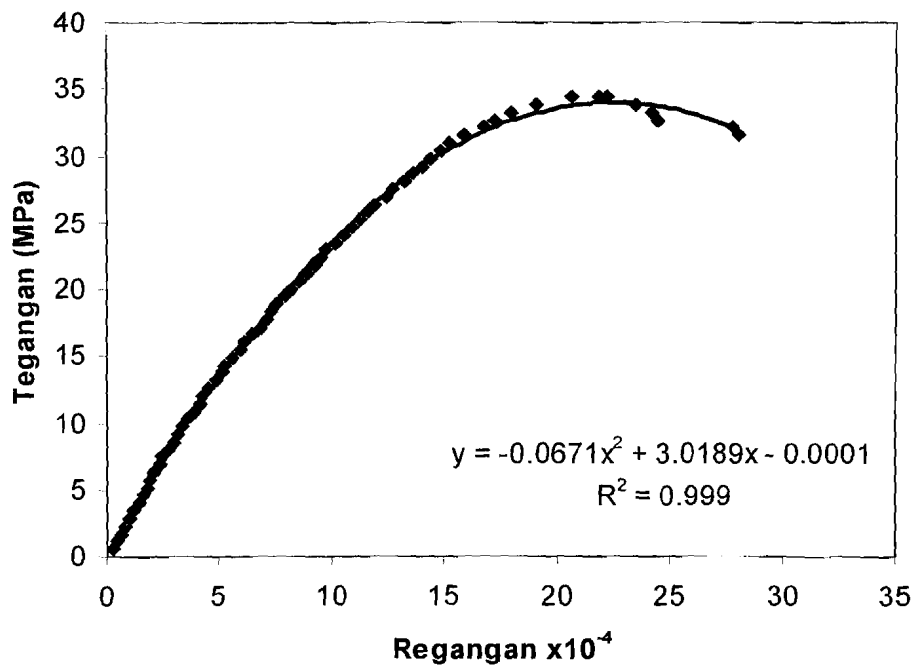
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	2.5	0.1667	0.5733	0.2894
20	5	0.3333	1.1466	0.4560
30	7.5	0.5000	1.7200	0.6227
40	10	0.6667	2.2933	0.7894
50	12.5	0.8333	2.8666	0.9560
60	16	1.0667	3.4399	1.1894
70	20	1.3333	4.0133	1.4560
80	22.5	1.5000	4.5866	1.6227
90	25	1.6667	5.1599	1.7894
100	27	1.8000	5.7332	1.9227
110	29.5	1.9667	6.3066	2.0894
120	33	2.2000	6.8799	2.3227
130	35	2.3333	7.4532	2.4560
140	39	2.6000	8.0265	2.7227
150	42.5	2.8333	8.5998	2.9560
160	45	3.0000	9.1732	3.1227
170	49	3.2667	9.7465	3.3894
180	52.5	3.5000	10.3198	3.6227
190	56	3.7333	10.8931	3.8560
200	60	4.0000	11.4665	4.1227
210	62.5	4.1667	12.0398	4.2894
220	66	4.4000	12.6131	4.5227
230	72	4.8000	13.1864	4.9227
240	75	5.0000	13.7597	5.1227
250	77.5	5.1667	14.3331	5.2894
260	82.5	5.5000	14.9064	5.6227
270	87.5	5.8333	15.4797	5.9560
280	91	6.0667	16.0530	6.1894
290	96	6.4000	16.6264	6.5227
300	101	6.7333	17.1997	6.8560
310	105	7.0000	17.7730	7.1227
320	107.5	7.1667	18.3463	7.2894
330	112.5	7.5000	18.9197	7.6227
340	117.5	7.8333	19.4930	7.9560
350	122	8.1333	20.0663	8.2560
360	127	8.4667	20.6396	8.5894
370	132.5	8.8333	21.2129	8.9560



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

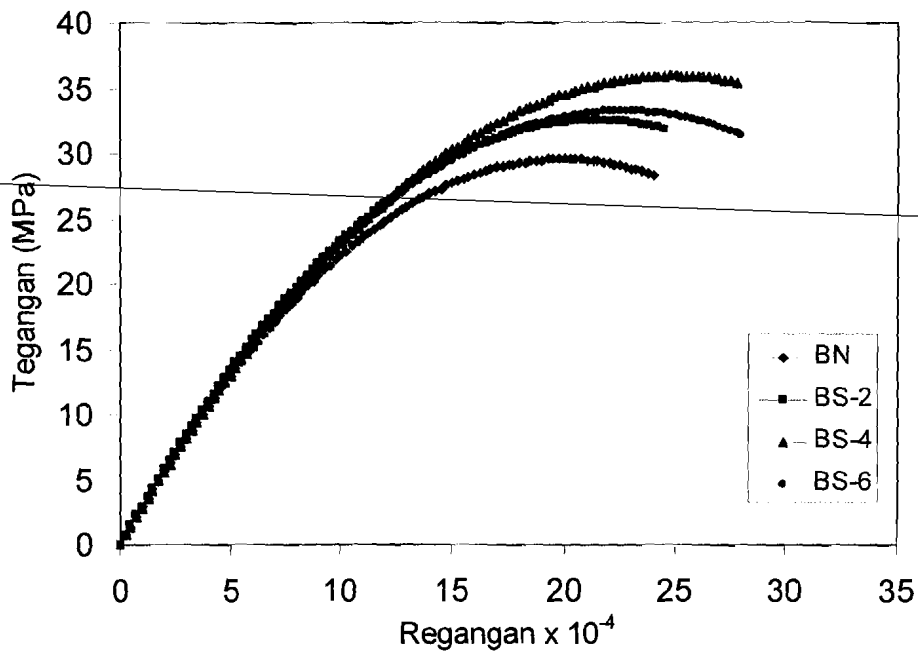
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Jogjakarta 55584

380	137.5	9.1667	21.7863	9.2894
390	142	9.4667	22.3596	9.5894
400	145	9.6667	22.9329	9.7894
410	151	10.0667	23.5062	10.1894
420	157.5	10.5000	24.0796	10.6227
430	162.5	10.8333	24.6529	10.9560
440	167.5	11.1667	25.2262	11.2894
450	172.5	11.5000	25.7995	11.6227
460	177.5	11.8333	26.3729	11.9560
470	185	12.3333	26.9462	12.4560
480	190	12.6667	27.5195	12.7894
490	197	13.1333	28.0928	13.2560
500	202.5	13.5000	28.6661	13.6227
510	210	14.0000	29.2395	14.1227
520	215	14.3333	29.8128	14.4560
530	222	14.8000	30.3861	14.9227
540	228	15.2000	30.9594	15.3227
550	237.5	15.8333	31.5328	15.9560
560	250	16.6667	32.1061	16.7894
570	257.5	17.1667	32.6794	17.2894
580	267.5	17.8333	33.2527	17.9560
590	285	19.0000	33.8260	19.1227
600	307.5	20.5000	34.3994	20.6227
601.9	325	21.6667	34.5083	21.7894
600	330	22.0000	34.3994	22.1227
590	350	23.3333	33.8260	23.4560
580	360	24.0000	33.2527	24.1227
570	365	24.3333	32.6794	24.4560
560	414.5	27.6333	32.1061	27.7560
550	419	27.9333	31.5328	28.0560



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,25 % Variasi Panjang

Serat 6 cm Dengan Umur Perawatan 28 Hari



Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Beton Komposisi 0,25 % Dengan

Umur Perawatan 28 Hari.



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,75 % Variasi Panjang Serat 2 cm

Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Data

$$\Delta 0 = 180,18 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

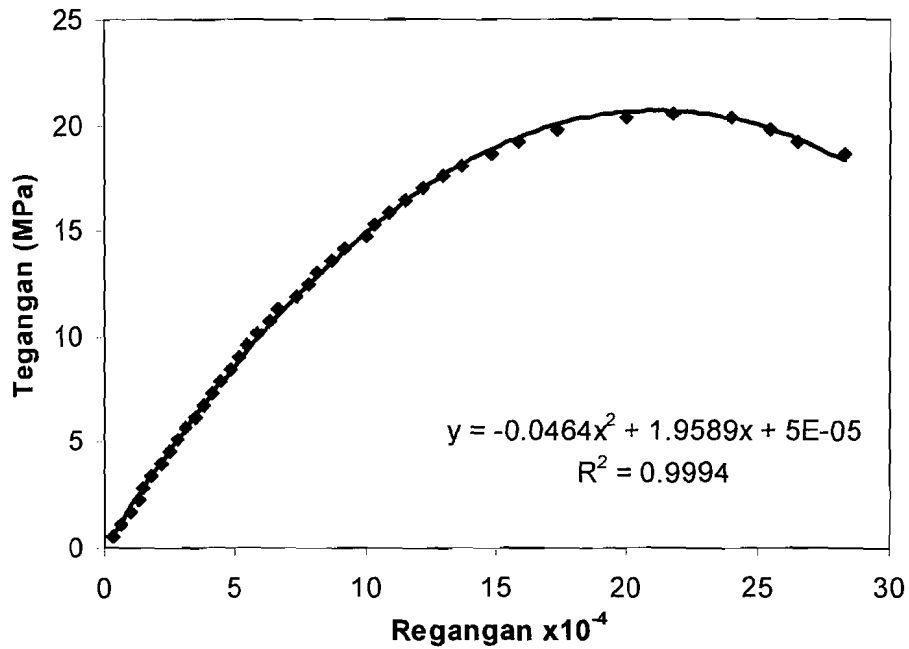
Beban KN	Ekstensometer ΔL (10^{-3}) mm	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	2.5	0.1667	0.5657	0.3229
20	7.5	0.5000	1.1315	0.6562
30	12.5	0.8333	1.6972	0.9895
40	17.5	1.1667	2.2630	1.3229
50	20	1.3333	2.8287	1.4895
60	25	1.6667	3.3945	1.8229
70	30	2.0000	3.9602	2.1562
80	35	2.3333	4.5260	2.4895
90	40	2.6667	5.0917	2.8229
100	45	3.0000	5.6575	3.1562
110	50	3.3333	6.2232	3.4895
120	55	3.6667	6.7890	3.8229
130	60	4.0000	7.3547	4.1562
140	65	4.3333	7.9205	4.4895
150	70	4.6667	8.4862	4.8229
160	75	5.0000	9.0520	5.1562
170	80	5.3333	9.6177	5.4895
180	86	5.7333	10.1835	5.8895
190	92.5	6.1667	10.7492	6.3229
200	97.5	6.5000	11.3150	6.6562
210	107.5	7.1667	11.8807	7.3229
220	115	7.6667	12.4465	7.8229
230	120	8.0000	13.0122	8.1562
240	127.5	8.5000	13.5780	8.6562
250	135	9.0000	14.1437	9.1562
260	147.5	9.8333	14.7095	9.9895
270	152.5	10.1667	15.2752	10.3229
280	160	10.6667	15.8410	10.8229
290	170	11.3333	16.4067	11.4895
300	180	12.0000	16.9725	12.1562
310	192.5	12.8333	17.5382	12.9895
320	202.5	13.5000	18.1040	13.6562
330	220	14.6667	18.6697	14.8229
340	235	15.6667	19.2355	15.8229
350	257.5	17.1667	19.8012	17.3229
360	297.5	19.8333	20.3670	19.9895



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

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

362.6	325	21.6667	20.5141	21.8229
360	357.5	23.8333	20.3670	23.9895
350	380	25.3333	19.8012	25.4895
340	395	26.3333	19.2355	26.4895
330	421.5	28.1000	18.6697	28.2562



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,75 % Variasi Panjang

Serat 2 cm Dengan Umur Perawatan 7 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,75 % Variasi Panjang Serat 4 cm

Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Data

$$\Delta 0 = 178,99 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

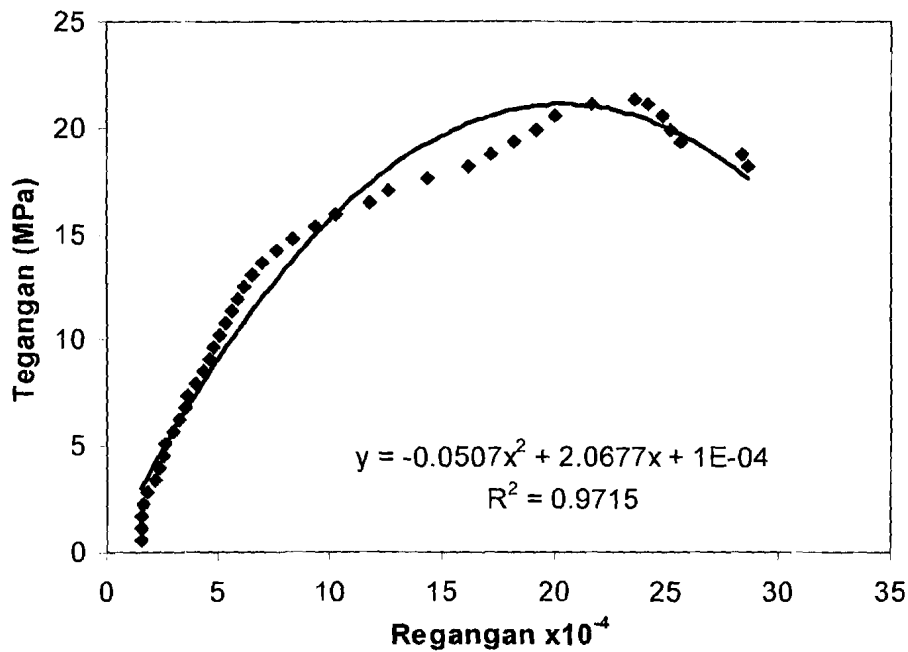
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	2.5	0.1667	0.5695	1.5111
20	3	0.2000	1.1390	1.5444
30	3.5	0.2333	1.7085	1.5777
40	4.5	0.3000	2.2780	1.6444
50	7.5	0.5000	2.8476	1.8444
60	12.5	0.8333	3.4171	2.1777
70	15	1.0000	3.9866	2.3444
80	17.5	1.1667	4.5561	2.5111
90	20	1.3333	5.1256	2.6777
100	25	1.6667	5.6951	3.0111
110	29.5	1.9667	6.2646	3.3111
120	32.5	2.1667	6.8341	3.5111
130	35	2.3333	7.4036	3.6777
140	40	2.6667	7.9732	4.0111
150	45	3.0000	8.5427	4.3444
160	49	3.2667	9.1122	4.6111
170	52.5	3.5000	9.6817	4.8444
180	56	3.7333	10.2512	5.0777
190	60	4.0000	10.8207	5.3444
200	64	4.2667	11.3902	5.6111
210	68	4.5333	11.9597	5.8777
220	72.5	4.8333	12.5292	6.1777
230	77.5	5.1667	13.0988	6.5111
240	85	5.6667	13.6683	7.0111
250	94	6.2667	14.2378	7.6111
260	105	7.0000	14.8073	8.3444
270	120	8.0000	15.3768	9.3444
280	134	8.9333	15.9463	10.2777
290	157.5	10.5000	16.5158	11.8444
300	170	11.3333	17.0853	12.6777
310	195	13.0000	17.6548	14.3444
320	222.5	14.8333	18.2244	16.1777
330	237.5	15.8333	18.7939	17.1777
340	252	16.8000	19.3634	18.1444
350	267.5	17.8333	19.9329	19.1777
360	280	18.6667	20.5024	20.0111



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

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

370	305	20.3333	21.0719	21.6777
374.2	332.5	22.1667	21.3111	23.5111
370	342.5	22.8333	21.0719	24.1777
360	351.5	23.4333	20.5024	24.7777
350	357.5	23.8333	19.9329	25.1777
340	365	24.3333	19.3634	25.6777
330	405	27.0000	18.7939	28.3444
320	410	27.3333	18.2244	28.6777



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,75 % Variasi Panjang

Serat 4 cm Dengan Umur Perawatan 7 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,75 % Variasi Panjang Serat 6 cm

Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Data

$$\Delta 0 = 176,63 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

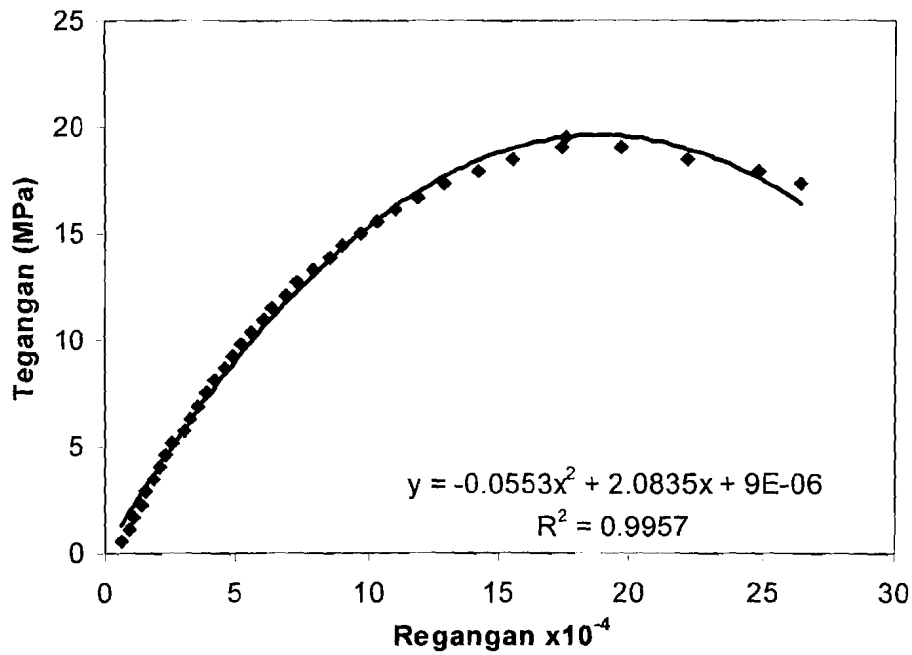
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	3.5	0.2333	0.5771	0.6295
20	7.5	0.5000	1.1542	0.8962
30	10.5	0.7000	1.7314	1.0962
40	14.5	0.9667	2.3085	1.3629
50	17.5	1.1667	2.8856	1.5629
60	22	1.4667	3.4627	1.8629
70	25	1.6667	4.0398	2.0629
80	29.5	1.9667	4.6170	2.3629
90	33	2.2000	5.1941	2.5962
100	39	2.6000	5.7712	2.9962
110	43	2.8667	6.3483	3.2629
120	47.5	3.1667	6.9254	3.5629
130	52	3.4667	7.5026	3.8629
140	57	3.8000	8.0797	4.1962
150	62.5	4.1667	8.6568	4.5629
160	67.5	4.5000	9.2339	4.8962
170	72	4.8000	9.8110	5.1962
180	77.5	5.1667	10.3882	5.5629
190	84.5	5.6333	10.9653	6.0295
200	90	6.0000	11.5424	6.3962
210	97.5	6.5000	12.1195	6.8962
220	104	6.9333	12.6967	7.3295
230	112.5	7.5000	13.2738	7.8962
240	122	8.1333	13.8509	8.5295
250	129	8.6000	14.4280	8.9962
260	139.5	9.3000	15.0051	9.6962
270	149.5	9.9667	15.5823	10.3629
280	160	10.6667	16.1594	11.0629
290	172.5	11.5000	16.7365	11.8962
300	187	12.4667	17.3136	12.8629
310	207.5	13.8333	17.8907	14.2295
320	227.5	15.1667	18.4679	15.5629
330	255	17.0000	19.0450	17.3962



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

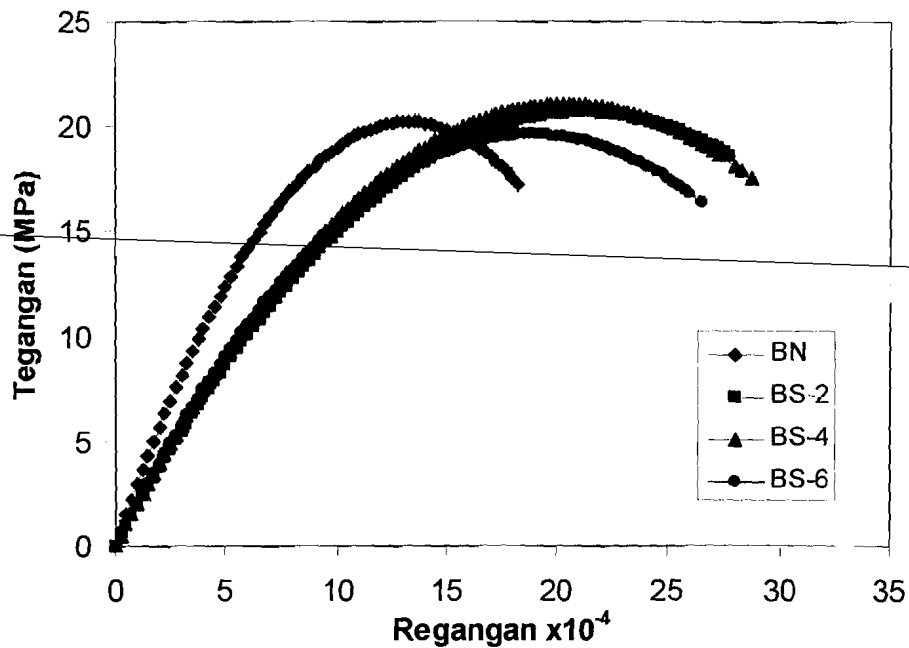
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Jogjakarta 55584

338.7	257.5	17.1667	19.5471	17.5629
330	289	19.2667	19.0450	19.6629
320	328	21.8667	18.4679	22.2629
310	367.5	24.5000	17.8907	24.8962
300	390	26.0000	17.3136	26.3962



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,75 % Variasi Panjang

Serat 6 cm Dengan Umur Perawatan 7 Hari



Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Beton Komposisi 0,75 %

Dengan Umur Perawatan 7 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,75 % Variasi Panjang Serat 2 cm

Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Data

$$\Delta 0 = 178,75 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

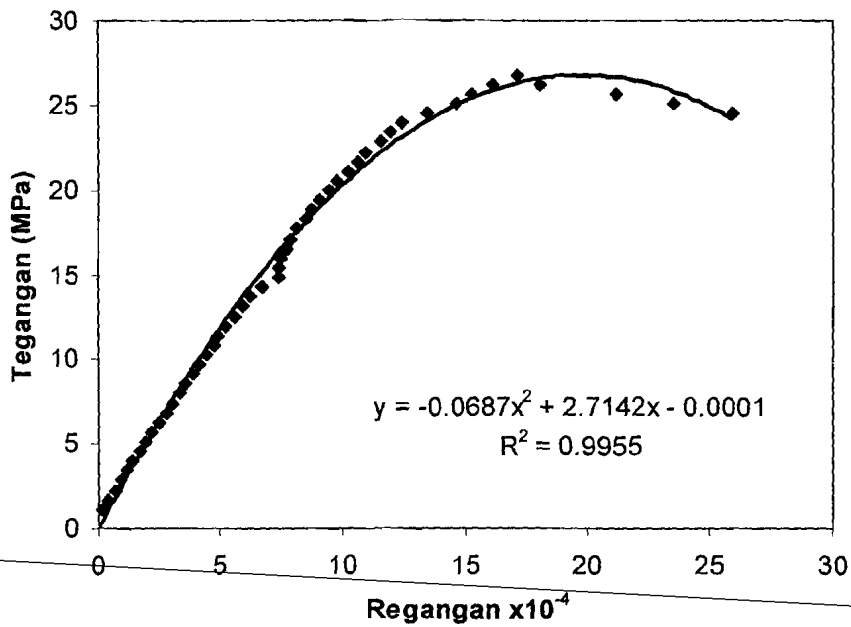
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	3	0.2000	0.5703	-0.0437
20	6.5	0.4333	1.1406	0.1896
30	10	0.6667	1.7108	0.4230
40	14	0.9333	2.2811	0.6896
50	17.5	1.1667	2.8514	0.9230
60	21	1.4000	3.4217	1.1563
70	25	1.6667	3.9919	1.4230
80	29.5	1.9667	4.5622	1.7230
90	32.5	2.1667	5.1325	1.9230
100	37	2.4667	5.7028	2.2230
110	41	2.7333	6.2730	2.4896
120	45.5	3.0333	6.8433	2.7896
130	49.5	3.3000	7.4136	3.0563
140	54	3.6000	7.9839	3.3563
150	58	3.8667	8.5541	3.6230
160	62.5	4.1667	9.1244	3.9230
170	66	4.4000	9.6947	4.1563
180	70	4.6667	10.2650	4.4230
190	75	5.0000	10.8352	4.7563
200	77.5	5.1667	11.4055	4.9230
210	82.5	5.5000	11.9758	5.2563
220	87.5	5.8333	12.5461	5.5896
230	92.5	6.1667	13.1163	5.9230
240	97.5	6.5000	13.6866	6.2563
250	105	7.0000	14.2569	6.7563
260	115	7.6667	14.8272	7.4230
270	115.5	7.7000	15.3974	7.4563
280	116	7.7333	15.9677	7.4896
290	119.5	7.9667	16.5380	7.7230
300	122.5	8.1667	17.1083	7.9230
310	126	8.4000	17.6785	8.1563
320	131	8.7333	18.2488	8.4896
330	135	9.0000	18.8191	8.7563
340	140	9.3333	19.3894	9.0896
350	145	9.6667	19.9597	9.4230
360	150	10.0000	20.5299	9.7563
370	157.5	10.5000	21.1002	10.2563



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

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

380	162.5	10.8333	21.6705	10.5896
390	167.5	11.1667	22.2408	10.9230
400	177.5	11.8333	22.8110	11.5896
410	182.5	12.1667	23.3813	11.9230
420	190	12.6667	23.9516	12.4230
430	205	13.6667	24.5219	13.4230
440	222.5	14.8333	25.0921	14.5896
450	232.5	15.5000	25.6624	15.2563
460	245	16.3333	26.2327	16.0896
468.4	260	17.3333	26.7117	17.0896
460	274.5	18.3000	26.2327	18.0563
450	321	21.4000	25.6624	21.1563
440	356	23.7333	25.0921	23.4896
430	392.5	26.1667	24.5219	25.9230



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,75 % Variasi Panjang

Serat 2 cm Dengan Umur Perawatan 28 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,75 % Variasi Panjang Serat 4 cm

Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Data

$$\Delta 0 = 177,80 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

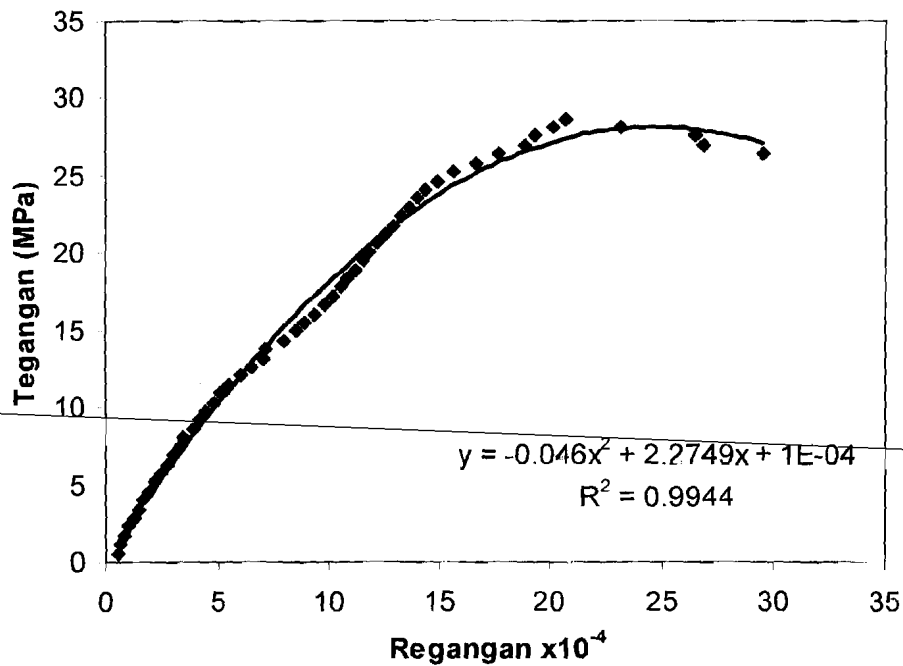
Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	2.5	0.1667	0.5733	0.5099
20	5	0.3333	1.1466	0.6765
30	7.5	0.5000	1.7200	0.8432
40	10.5	0.7000	2.2933	1.0432
50	14	0.9333	2.8666	1.2765
60	16.5	1.1000	3.4399	1.4432
70	20	1.3333	4.0133	1.6765
80	24	1.6000	4.5866	1.9432
90	27.5	1.8333	5.1599	2.1765
100	32	2.1333	5.7332	2.4765
110	35.5	2.3667	6.3066	2.7099
120	40	2.6667	6.8799	3.0099
130	44.5	2.9667	7.4532	3.3099
140	47.5	3.1667	8.0265	3.5099
150	54	3.6000	8.5998	3.9432
160	57.5	3.8333	9.1732	4.1765
170	62.5	4.1667	9.7465	4.5099
180	67.5	4.5000	10.3198	4.8432
190	72.5	4.8333	10.8931	5.1765
200	77.5	5.1667	11.4665	5.5099
210	85	5.6667	12.0398	6.0099
220	92.5	6.1667	12.6131	6.5099
230	100	6.6667	13.1864	7.0099
240	102.5	6.8333	13.7597	7.1765
250	115	7.6667	14.3331	8.0099
260	122	8.1333	14.9064	8.4765
270	127.5	8.5000	15.4797	8.8432
280	135	9.0000	16.0530	9.3432
290	142	9.4667	16.6264	9.8099
300	147.5	9.8333	17.1997	10.1765
310	152.5	10.1667	17.7730	10.5099
320	157.5	10.5000	18.3463	10.8432
330	162.5	10.8333	18.9197	11.1765
340	167.5	11.1667	19.4930	11.5099
350	172.5	11.5000	20.0663	11.8432
360	177	11.8000	20.6396	12.1432
370	183	12.2000	21.2129	12.5432



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

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

380	188	12.5333	21.7863	12.8765
390	194.5	12.9667	22.3596	13.3099
400	200	13.3333	22.9329	13.6765
410	205	13.6667	23.5062	14.0099
420	211	14.0667	24.0796	14.4099
430	219	14.6000	24.6529	14.9432
440	229.5	15.3000	25.2262	15.6432
450	244.5	16.3000	25.7995	16.6432
460	259.5	17.3000	26.3729	17.6432
470	278	18.5333	26.9462	18.8765
480	284.5	18.9667	27.5195	19.3099
490	297.5	19.8333	28.0928	20.1765
499.8	306	20.4000	28.6547	20.7432
490	342.5	22.8333	28.0928	23.1765
480	391.5	26.1000	27.5195	26.4432
470	397	26.4667	26.9462	26.8099
460	438	29.2000	26.3729	29.5432



Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,75 % Variasi Panjang

Serat 4 cm Dengan Umur Perawatan 28 Hari



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

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

Kuat Tekan Komposisi 0,75 % Variasi Panjang Serat 6 cm

Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Data

$$\Delta 0 = 178,28 \text{ cm}^2$$

$$L 0 = 15,00 \text{ cm}$$

Beban KN	Ekstensometer $\Delta L (10^{-3}) \text{ mm}$	$\varepsilon = \Delta L / L 0$ 10^{-4}	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)	$\delta = P / \Delta 0$ (MPa)
10	3	0.2000	0.5718	0.3995
20	7	0.4667	1.1436	0.6662
30	10.5	0.7000	1.7153	0.8995
40	14.5	0.9667	2.2871	1.1662
50	17.5	1.1667	2.8589	1.3662
60	22	1.4667	3.4307	1.6662
70	25.5	1.7000	4.0025	1.8995
80	29.5	1.9667	4.5742	2.1662
90	32.5	2.1667	5.1460	2.3662
100	37.5	2.5000	5.7178	2.6995
110	42.5	2.8333	6.2896	3.0328
120	47.5	3.1667	6.8614	3.3662
130	52.5	3.5000	7.4331	3.6995
140	57.5	3.8333	8.0049	4.0328
150	65	4.3333	8.5767	4.5328
160	72	4.8000	9.1485	4.9995
170	79	5.2667	9.7202	5.4662
180	90	6.0000	10.2920	6.1995
190	99	6.6000	10.8638	6.7995
200	106	7.0667	11.4356	7.2662
210	107.5	7.1667	12.0074	7.3662
220	110	7.3333	12.5791	7.5328
230	112.5	7.5000	13.1509	7.6995
240	117.5	7.8333	13.7227	8.0328
250	122.5	8.1667	14.2945	8.3662
260	126	8.4000	14.8663	8.5995
270	130	8.6667	15.4380	8.8662
280	136	9.0667	16.0098	9.2662
290	142	9.4667	16.5816	9.6662
300	147.5	9.8333	17.1534	10.0328
310	154	10.2667	17.7252	10.4662
320	160	10.6667	18.2969	10.8662
330	167.5	11.1667	18.8687	11.3662
340	175	11.6667	19.4405	11.8662
350	185	12.3333	20.0123	12.5328
360	196	13.0667	20.5841	13.2662
370	210	14.0000	21.1558	14.1995



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

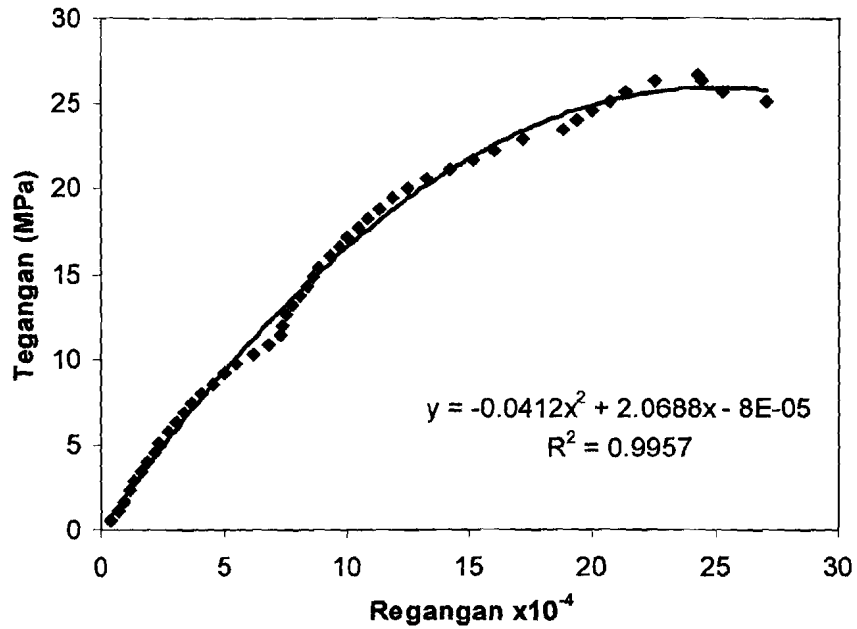
Jln. Kaliurang Km. 14,4 Tlp. (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330 Jogjakarta 55584

380	224	14.9333	21.7276	15.1328
390	237	15.8000	22.2994	15.9995
400	255	17.0000	22.8712	17.1995
410	280	18.6667	23.4429	18.8662
420	287.5	19.1667	24.0147	19.3662
430	297.5	19.8333	24.5865	20.0328
440	307.5	20.5000	25.1583	20.6995
450	317.5	21.1667	25.7301	21.3662
460	335	22.3333	26.3018	22.5328
466.6	360	24.0000	26.6792	24.1995
460	362.5	24.1667	26.3018	24.3662
450	375	25.0000	25.7301	25.1995
440	403	26.8667	25.1583	27.0662

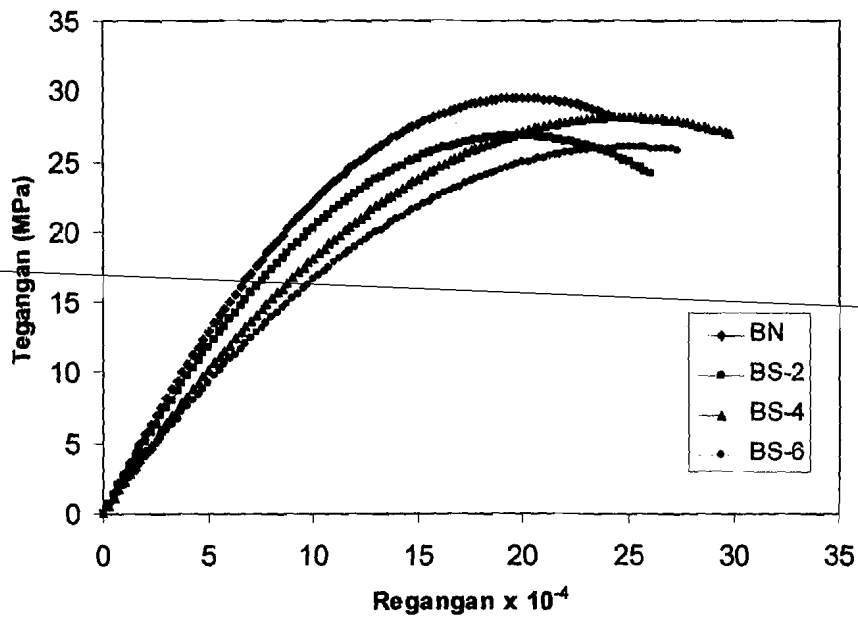


**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

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



**Grafik Tegangan-Regangan Beton Komposisi 0,75 % Variasi Panjang
Serat 6 cm Dengan Umur Perawatan 28 Hari**



**Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Beton Komposisi 0,75 %
Dengan Umur Perawatan 28 Hari**

(Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton)

LAMPIRAN E



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

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

Data Kuat Tarik Beton

Kuat Tarik Beton Komposisi Serat 0,25 % Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Kode Sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Volume (gram/cm ³)	Beban (P) (KN)	Kuat Tarik (Mpa)
BN	15.02	30.28	12.63	2.36	219.6	3.135
	15.10	30.30	12.54	2.31	217.0	3.079
	14.98	30.20	12.43	2.34	148.8	2.136
BS-2	15.10	31.00	12.56	2.26	212.8	2.9516
	15.20	31.00	12.58	2.24	237.0	3.2657
	15.10	31.00	12.54	2.26	235.7	3.2693
BS-4	15.00	30.05	12.52	2.36	193.7	2.7901
	15.15	30.05	12.60	2.33	251.8	3.5911
	15.05	30.10	12.52	2.34	241.6	3.4628
BS-6	15.10	30.20	12.59	2.33	193.7	3.2107
	15.05	30.20	12.55	2.34	251.8	3.5299
	15.00	30.20	12.55	2.35	241.6	3.3252

Kuat Tarik Beton Komposisi Serat 0,25 % Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Kode Sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Volume (gram/cm ³)	Beban (P) (KN)	Kuat Tarik (Mpa)
BN	15.05	30.16	12.79	2.39	266.50	3.8121
	15.00	29.67	12.45	2.38	261.20	3.8106
	15.05	29.92	12.59	2.37	268.10	3.8657
BS-2	15.05	30.15	12.58	2.347	312.50	4.4715
	15.05	30.15	12.54	2.339	260.20	3.7232
	15.05	30.10	12.42	2.321	232.10	3.3265
BS-4	15.00	30.20	12.50	2.343	307.60	30.7600
	15.05	30.15	12.35	2.304	294.10	29.4100
	15.05	30.10	12.45	2.326	280.00	28.0000
BS-6	15.15	30.25	12.45	2.284	314.20	31.4200
	15.00	30.05	12.50	2.355	293.90	29.3900
	15.05	30.10	12.45	2.326	287.40	28.7400



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

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

Kuat Tarik Beton Komposisi Serat 0,75 % Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Kode Sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Volume (gram/cm ³)	Beban (P) (KN)	Kuat Tarik (Mpa)
BN	15.02	30.28	12.63	2.36	219.60	3.1350
	15.10	30.30	12.54	2.31	217.00	3.0794
	14.98	30.20	12.43	2.34	148.80	2.1356
BS-2	15.05	30.10	12.21	2.281	198.70	2.8479
	15.05	30.20	12.31	2.292	199.20	2.8456
	15.10	30.20	12.24	2.264	213.30	3.0370
BS-4	15.15	30.20	12.39	2.277	196.50	2.7885
	15.00	30.20	12.21	2.289	185.60	2.6602
	15.00	30.30	12.22	2.283	172.30	2.4614
BS-6	15.00	30.18	12.25	2.298	239.70	3.4379
	15.06	30.12	12.21	2.277	229.30	3.2821
	15.00	30.25	12.26	2.295	241.50	3.4557

Kuat Tarik Beton Komposisi Serat 0,75 % Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Kode Sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Volume (gram/cm ³)	Beban (P) (KN)	Kuat Tarik (Mpa)
BN	15.05	30.16	12.79	2.385	266.50	3.8121
	15.00	29.67	12.45	2.376	261.20	3.8106
	15.05	29.92	12.59	2.367	268.10	3.8657
BS-2	14.92	30.20	12.31	2.333	276.20	3.9800
	15.00	30.05	12.09	2.278	266.80	3.8431
	15.00	30.01	12.07	2.277	259.00	3.7357
BS-4	15.10	30.00	12.20	2.272	257.50	3.6907
	15.05	30.00	12.20	2.287	261.20	3.7562
	15.00	30.05	12.10	2.280	243.20	3.5032
BS-6	15.00	30.18	12.25	2.298	239.70	23.9700
	15.06	30.12	12.21	2.277	229.30	22.9300
	15.00	30.25	12.26	2.295	241.50	24.1500

Kuat Tarik Beton Rata-rata

Variasi Serat	Variasi Komposisi (%)	Kuat Tarik Rata-Rata (kg/cm ²)	
		7 hari	28 hari
BN	0%	27.8334	38.2947
BS-2	0,25 %	31.6220	38.4041
BS-4	0,25 %	32.8135	42.1007
BS-6	0,25 %	33.5526	42.6804
BS-2	0,75 %	29.1016	38.5293
BS-4	0,75 %	26.3670	36.5002
BS-6	0,75 %	25.0402	33.9189



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

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

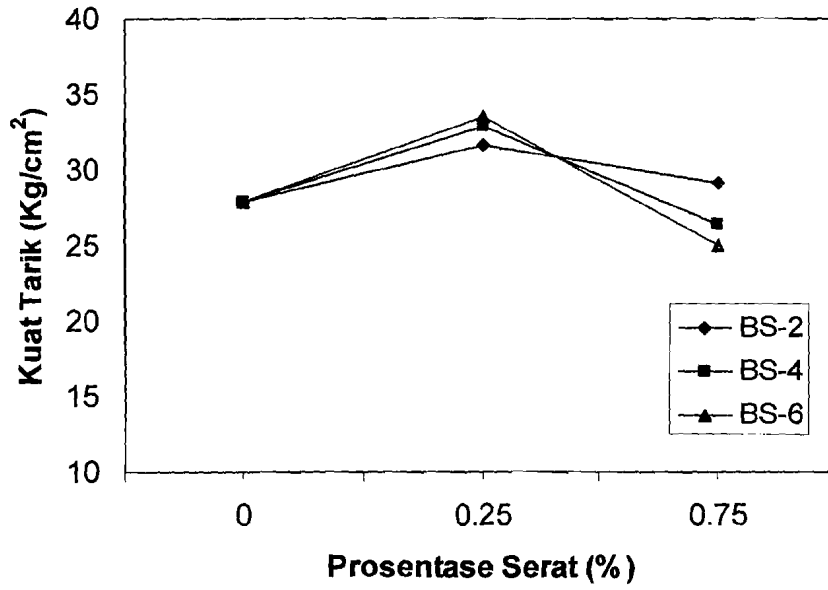
Prosentase Perubahan Kuat Tarik Beton

Komposisi 0,25 %

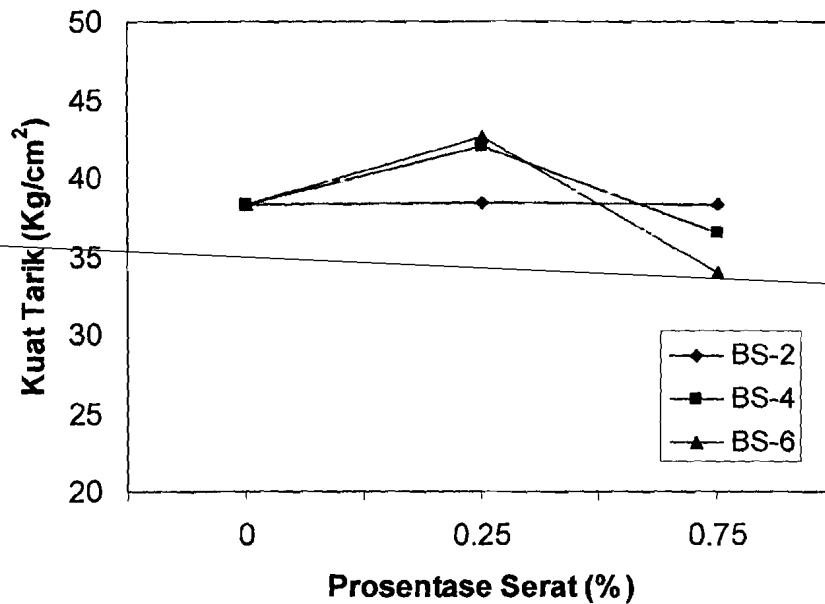
Variasi Serat	Kuat Tarik (kg/cm ²)		% Perubahan	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	27.8334	38.2947	0	0
0,25 BS-2	31.6220	38.4041	13.6119	0.2858
0,25 BS-4	32.8135	42.1007	17.8924	9.9387
0,25 BS-6	33.5526	42.6804	20.5479	11.4524

Komposisi 0,75 %

Variasi Serat	Kuat Tarik (kg/cm ²)		% Perubahan	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	27.8334	38.2947	0	0
0,75 BS-2	29.1016	38.5293	4.5565	0.6126
0,75 BS-4	26.3670	36.5002	-5.2684	-4.6861
0,75 BS-6	25.0402	33.9189	-10.0354	-11.4267



Grafik Perubahan Prosentase Serat Terhadap Kuat tarik Pada Beton Dengan Umur Perawatan 7 Hari.



Grafik Perubahan Prosentase Serat Terhadap Kuat tarik Pada Beton Dengan Umur Perawatan 28 Hari.

(Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton)

LAMPIRAN F



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

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

Data Kuat Lentur Beton

Kuat Lentur Beton Komposisi Serat 0,25 % Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Variasi	Panjang (Cm)	Tinggi (Cm)	Lebar (Cm)	Berat (Kg)	Beban Maks (Kg f)	Kuat Lentur (Kg/Cm ²)
BN	40.5	10.05	10.1	11.575	565	33.647
	40	10.1	10.4	11.98	790	44.679
	40	10.15	10.05	11.575	685	39.696
BS - 2	39.56	10.3	10.15	12.94	980	54.005
	40.05	10.1	10.15	11.943	585	33.942
	40.02	11.05	10.85	13.765	1005	45.539
BS - 4	40.4	10.15	10.25	12.25	990	56.814
	40.1	10.15	10.2	12.3	1005	57.527
	39.8	10.7	10.55	13.45	1050	51.897
BS - 6	38.3	10.06	11.8	13.45	1205	57.969
	41.3	10.06	11	13.4	1198	66.667
	40	10.45	10.3	11.855	1150	61.345

Kuat Lentur Beton Komposisi Serat 0,25 % Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Variasi	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Lebar (cm)	Berat (kg)	Beban Maks (Kg f)	Kuat Lentur (Kg/Cm ²)
BN	40	10.25	10.3	12.18	1020	56.554
	40	10	10.5	12.135	1015	58.000
	40	10.15	10	11.855	1005	58.531
BS - 2	40.4	10.28	10.25	12.225	1050	58.742
	39.9	10.05	10.26	11.93	1045	60.353
	39.8	10.1	10.23	11.71	1025	58.638
BS - 4	40.2	10.6	11.4	14.042	1150	54.138
	40.4	10.05	10.2	11.945	1085	63.822
	39.9	10.25	10.3	12.12	1130	62.497
BS - 6	40.3	10.1	10.35	11.995	1150	65.843
	40	10.15	10.25	11.895	1145	65.058
	40	10.1	10.05	11.7	1130	66.133



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

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

Kuat Lentur Beton Komposisi Serat 0,75 % Dengan Umur Perawatan 7 Hari

Variasi	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Lebar (cm)	Berat (kg)	Beban Maks (Kgf)	Kuat Lentur (Kg/Cm ²)
BN	40.5	10.05	10.1	11.575	565	33.647
	40	10.1	10.4	11.98	790	44.679
	40	10.15	10.05	11.575	685	39.696
BS - 2	40	10.7	11.4	13.84	960	44.132
	40.1	10.55	10.57	13.37	925	47.293
	40.2	10.25	10.03	11.65	820	46.923
BS - 4	39.8	10.55	10.8	12.915	905	44.946
	40.25	10.5	11.2	13.51	865	42.294
	40.3	10.4	10.2	11.915	875	47.944
BS - 6	40.5	10.5	10.3	12.44	850	45.473
	40.1	10.3	10.5	12.31	655	35.368
	40.5	10.4	10.3	12	925	50.441

Kuat Lentur Beton Komposisi Serat 0,75 % Dengan Umur Perawatan 28 Hari

Variasi	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Lebar (cm)	Berat (kg)	Beban Maks (Kgf)	Kuat Lentur (Kg/Cm ²)
BN	40	10.25	10.3	12.18	1020	56.554
	40	10	10.5	12.135	1015	58.000
	40	10.15	10	11.855	1005	58.531
BS - 2	40.5	10.02	10.15	11.65	970	57.825
	40.2	10.1	10.2	11.8	1050	60.850
	39.8	10.15	10	11.6	975	56.500
BS - 4	40.4	10.15	10.3	11.7	920	52.540
	39.9	10.1	10.15	11.5	915	52.890
	40	10.1	10.2	12	930	53.628
BS - 6	39.8	10.2	10.5	12.1	890	48.638
	39.8	10.15	10.1	11.6	850	48.769
	40.6	10.15	10.1	11.9	880	51.505

Kuat Lentur Rata-rata

Variasi Serat	Variasi Komposisi (%)	Kuat Lentur Rata-Rata (kg/cm ²)	
		7 hari	28 hari
BN	0%	39.3410	57.6950
BS-2	0,25 %	44.4950	59.2440
BS-4	0,25 %	55.4130	60.1520
BS-6	0,25 %	61.3940	65.6780
BS-2	0,75 %	46.1160	58.3920
BS-4	0,75 %	45.0610	53.0190
BS-6	0,75 %	43.7610	49.6370



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

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

Prosentase Perubahan Kuat Lentur Terhadap Beton

Komposisi serat 0.25 % dengan umur perawatan 7 Hari

No	Panjang serat (cm)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	% Perubahan
1	BN	39.341	0
2	BS-2	44.495	13.101
3	BS-4	55.413	40.853
4	BS-6	61.394	56.056

Komposisi serat 0.25 % dengan umur perawatan 28 Hari

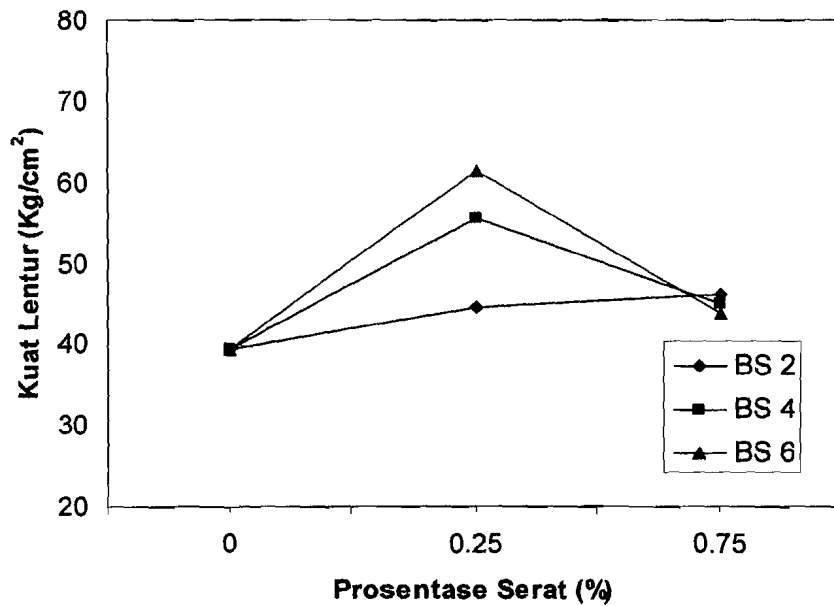
No	Panjang serat (cm)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	% Perubahan
1	BN	57.695	0
2	BS-2	59.244	2.685
3	BS-4	60.152	4.259
4	BS-6	65.678	13.837

Komposisi serat 0.75 % dengan umur perawatan 7 Hari

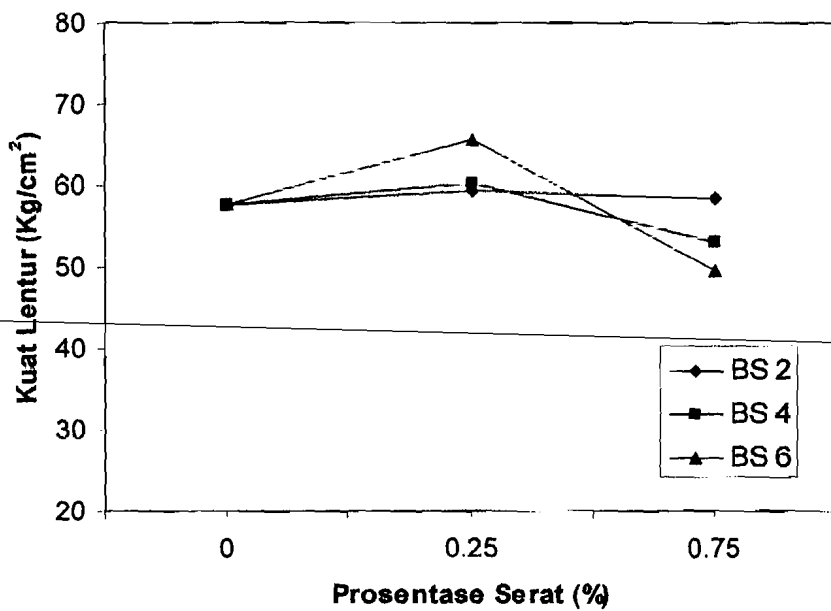
No	Panjang serat (cm)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	% Perubahan
1	BN	39.341	0
2	BS-2	46.116	17.221
3	BS-4	45.061	14.540
4	BS-6	43.761	11.235

Komposisi serat 0.75 % dengan umur perawatan 28 Hari

No	Panjang serat (cm)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)	% Perubahan
1	BN	57.695	0
2	BS-2	58.392	1.208
3	BS-4	53.019	-8.105
4	BS-6	49.637	-13.967



Grafik Perubahan Prosentase Penambahan Serat Terhadap Kuat Lentur Pada Umur Perawatan 7 Hari



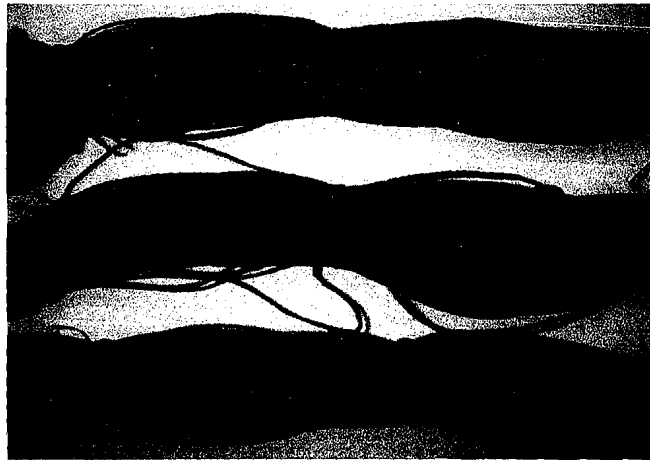
Grafik Perubahan Prosentase Penambahan Serat Terhadap Kuat Lentur Pada Umur Perawatan 28 Hari

(Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian)

LAMPIRAN 5

DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN

Gambar Serat *polypropylene*



Serat *polypropylene*

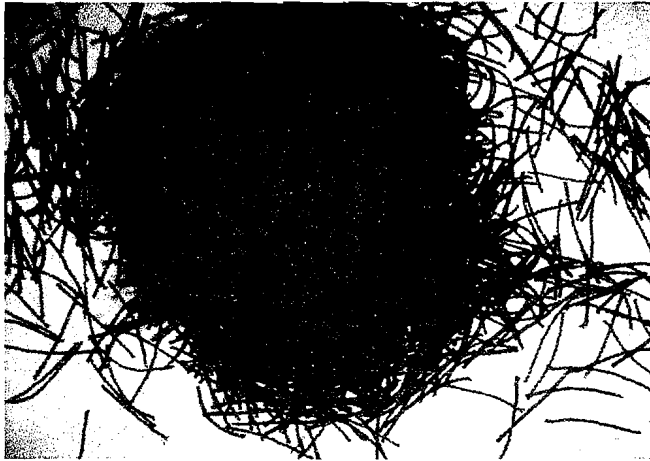


Serat *polypropylene* Panjang 2 cm

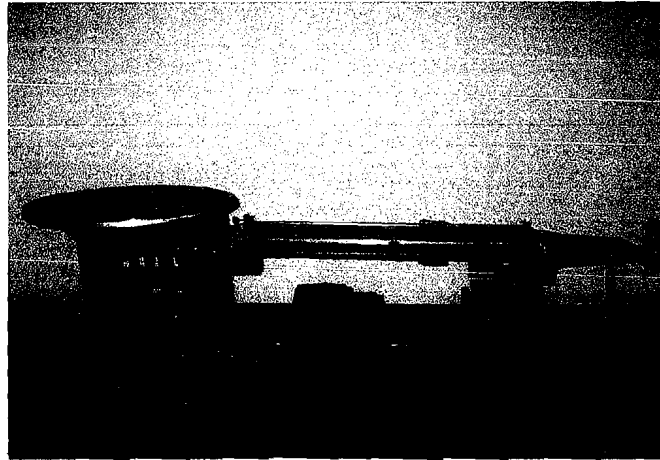
Serat *polypropylene* Panjang 6 cm



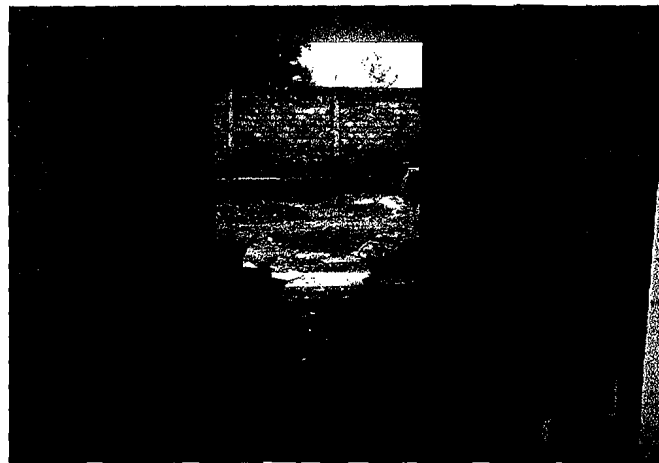
Serat *polypropylene* Panjang 4 cm



Gambar Alat Dan Bahan



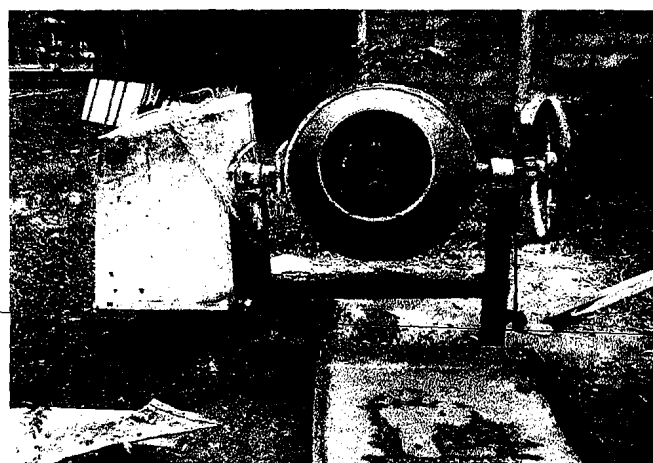
Timbangan



Silinder Ukuran 15 cm x 30 cm

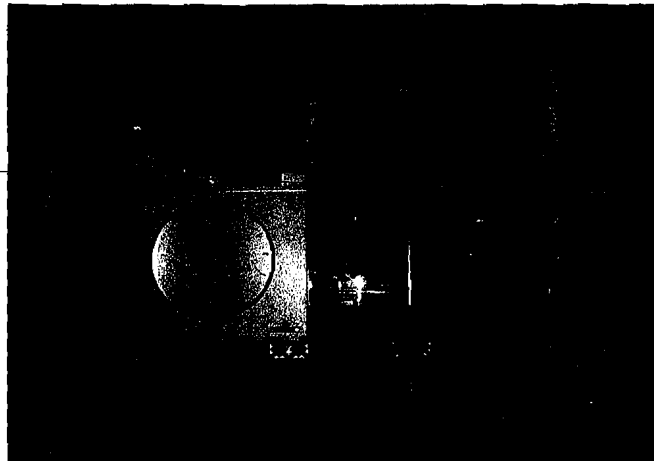


Cetakan Balok Ukuran 10 cm x 10 cm x 50 cm

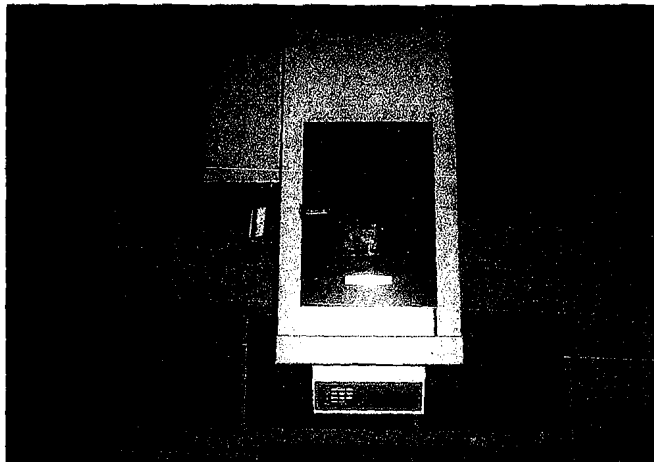


Mesin Pengaduk Campuran (*Molen*)

Mesin Uji Lentur



Mesin Uji Desak Dan Tarik





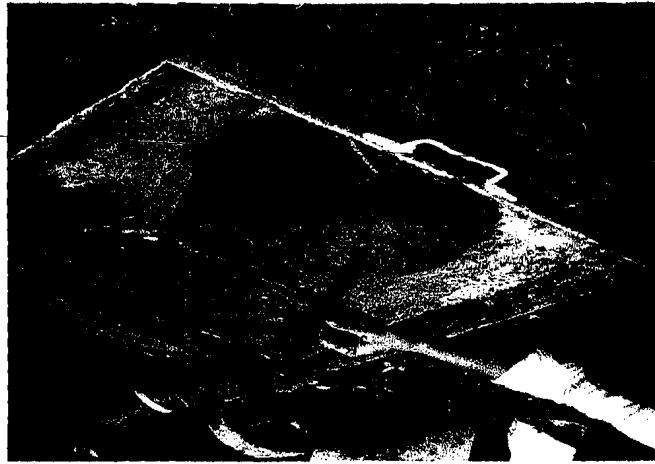
Semen Tipe I Merk Gresik

Gambar Pembuatan Campuran Beton



Penimbangan Material

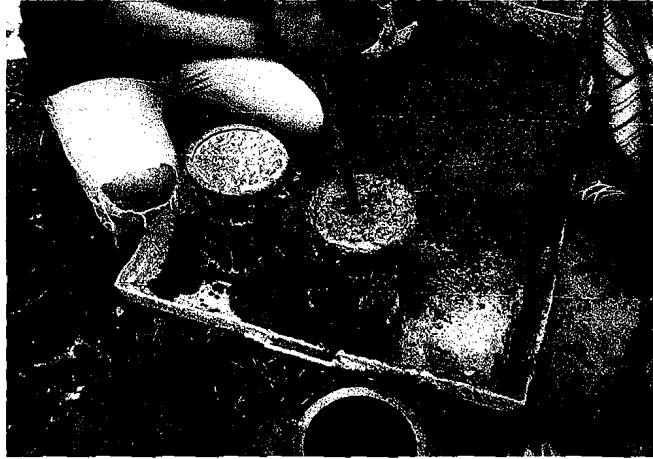
Pengujian Slump



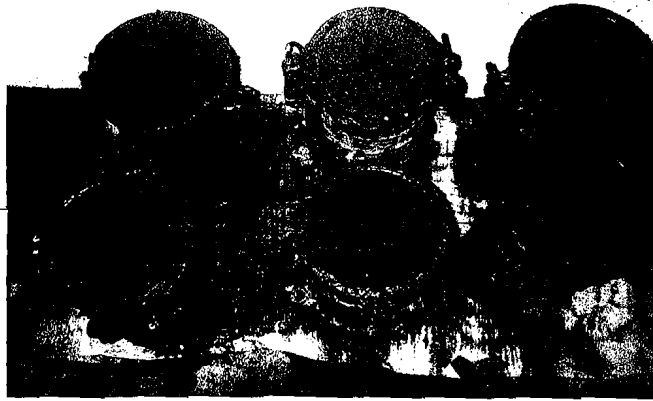
Pembuatan Campuran Beton



Gambar Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji



Pengecoran Dan Pemasatan Beton

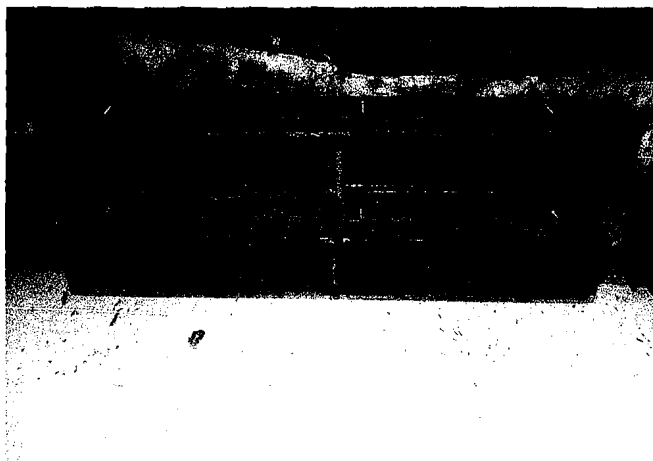


Silinder Setelah Dilakukan pengecoran

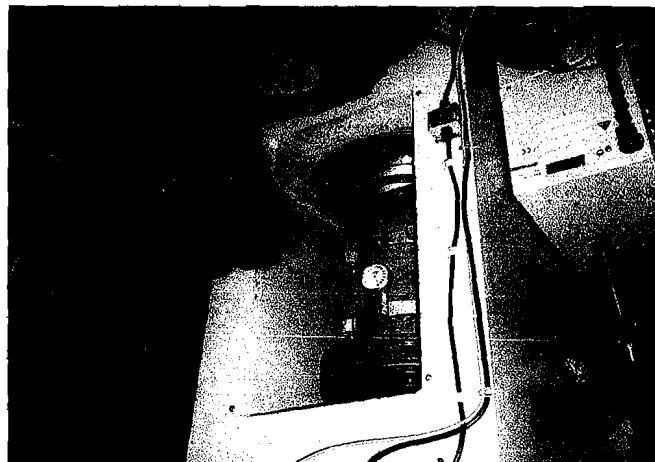
Perendaman Benda Uji



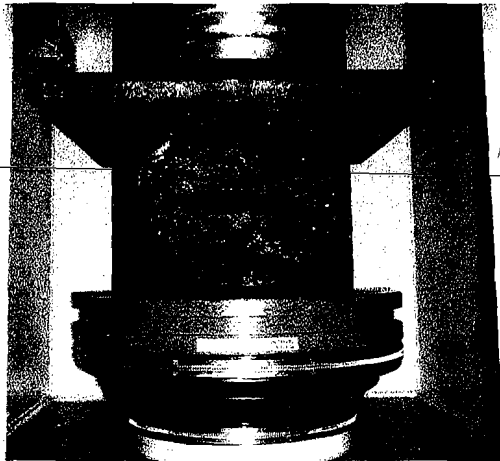
Balok Setelah Dilakukan Pengecoran



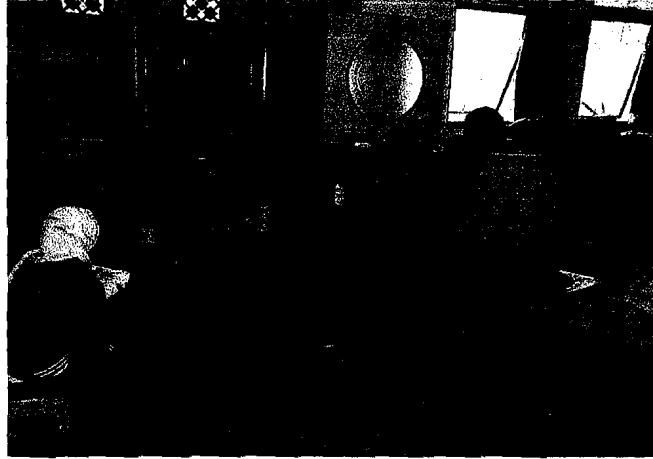
Gambar Pengujian benda Uji



Pengujian Desak

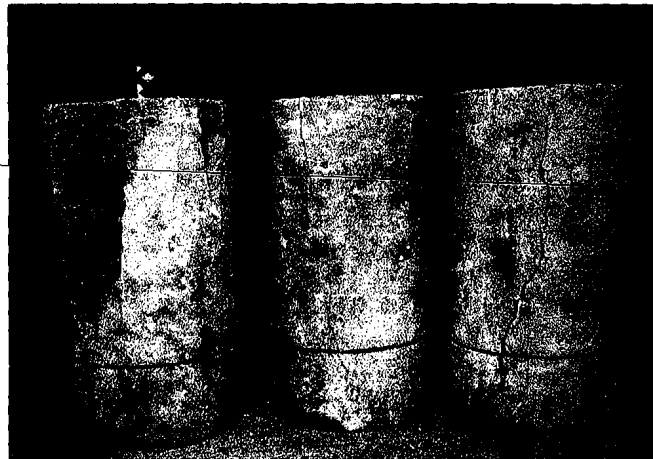


Pengujian Tarik



Pengujian Lentur

Gambar Hasil pengujian Beton



Hasil Uji Desak Beton Normal

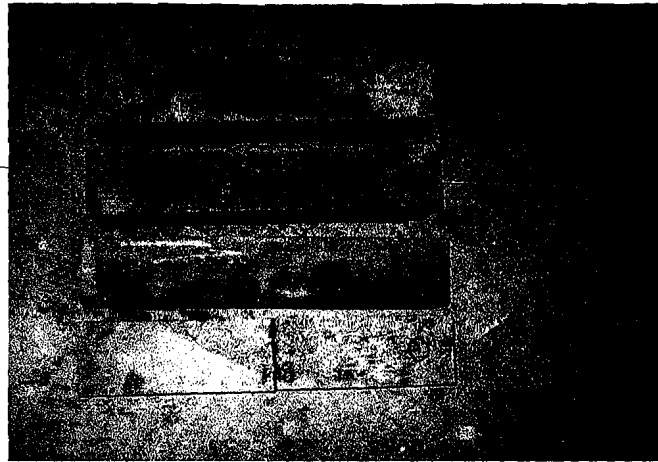
Hasil Uji Tarik Beton Normal



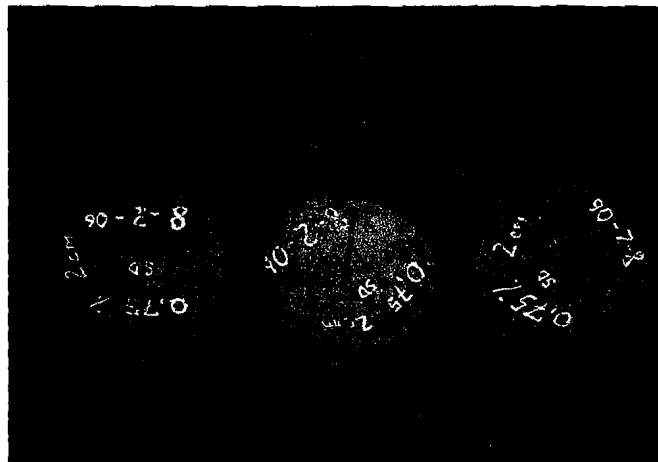
Hasil Uji Desak Beton Serat



Hasil Uji Lentur Beton Normal



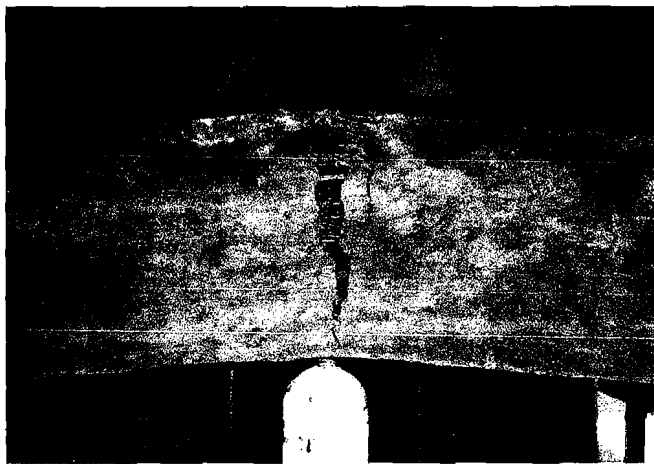
Hasil Uji Tarik Beton Serat

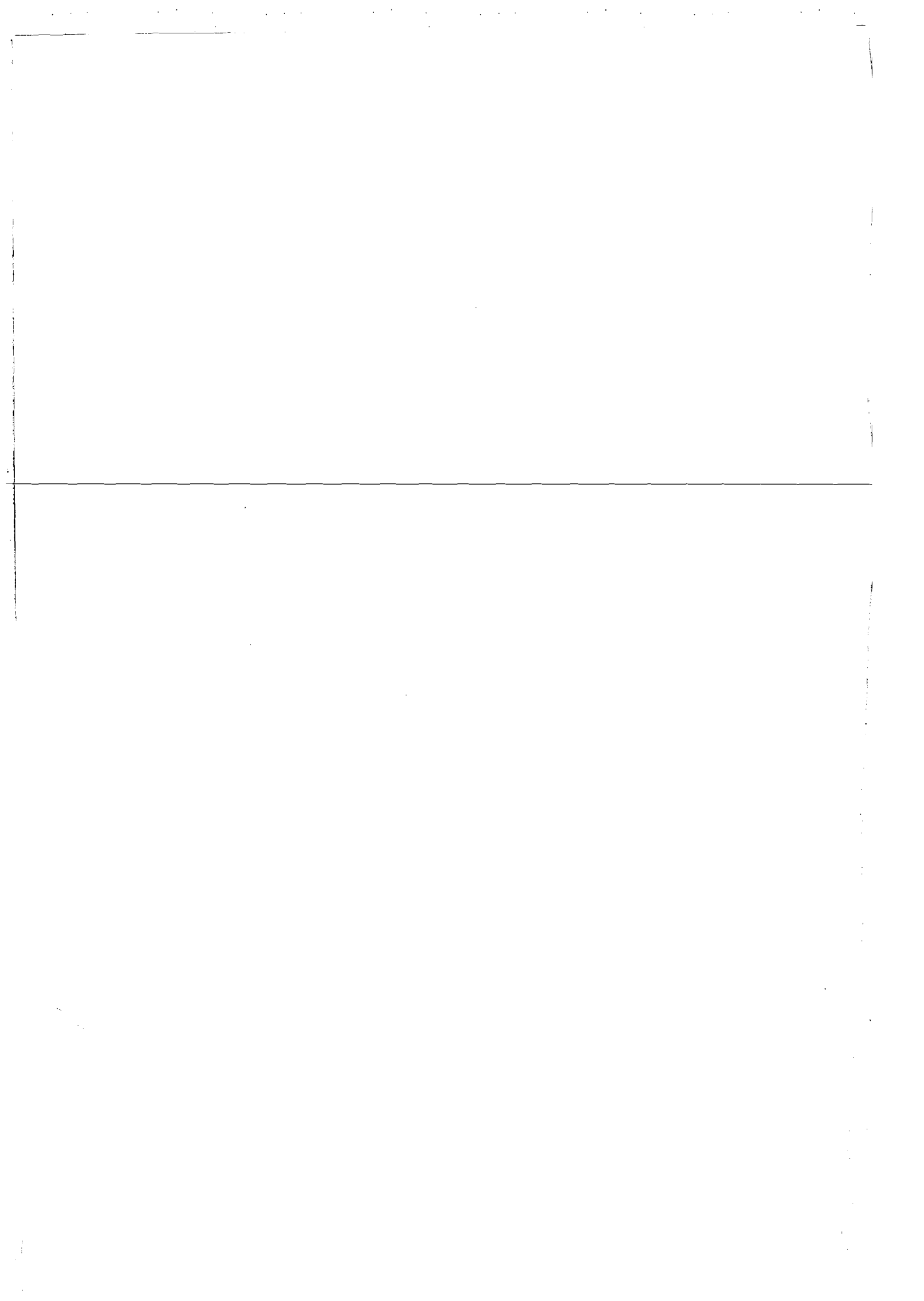


Hasil Uji lentur beton serat



Hasil Uji lentur beton serat







KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	SIGIT WIDIANTO PURNOMO	00 511 147	Teknik Sipil
2.	DIDIK DARMADI	00 511 213	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penambahan Serat Polyethelene Dengan Variasi Panjang Serat Terhadap Kekuatan Beton

PERIODE KE : I (Sep 05 - Peb 06)

TAHUN : 2005 - 2006

Sampai akhir Pebruari 2006

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		SEP	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	PEB.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Ade Ilham ,Dr,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Ade Ilham,Dr,Ir,MT



Jogyakarta , 21-Sep-05

a.n. Dekan,



(Signature)

Mr. H. Munadhir, MS

Catatan

- Seminar : _____
- Sidang : _____
- Pendadaran : _____



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
	SIGIT WIDIANTO PURNOMO	00 511 147	Teknik Sipil
	DIDIK DARMADI	00 511 213	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

engaruh Penambahan Serat Polypropylene Dengan Variasi Panjang Serat Terhadap Kekuatan Beton

PERIODE KE	: IV (Juni 06 - Nop 06)
TAHUN	: 2005 - 2006
Perpanjangan Sampai Akhir Nopember 2006	

o.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		JUN.	JUL.	AGT.	SEP.	OKT.	NOP
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : Ade Ilham ,Dr,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Ade Ilham,Dr,Ir,MT



Jogjakarta , 1-Jul-06
 a.n. Dekan

Ir.H.Faisol AM, MS

eminar	:
dang	:
endadaran	:

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI
1.	4/12 '05	<ul style="list-style-type: none"> - perbaikan: perhit Komposisi Campuran Beton - pasai ukuran batu 20 cm - slump 7,5 - 15 cm.
2.	6/06/06	<ul style="list-style-type: none"> - perbaikan hasil foreksi - pembahasan fungsi tayan, beri alasan utk setiap pernyataan anda. - Hasil uji dibandingkan dg hasil penelitian buku literatur - tampilan hasil uji Berat Volume dll. - Sudah lengkap → dpt diterima dg memperbaharui log administrasi
3.	30/06/06	<ul style="list-style-type: none"> - utk BV, tabel lengkapi dg prosentasi & pembahasan - dpt dilakukan dg membandingkan prosentase - teori pd pembalokan manula pd teori. - Pembahasan yg menyajikan pendapat org lain harus ada kesimpulan dg pembalokan