

PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	3-12-2007
NO. JUDUL :	2655
NO. INV. :	5120002655001
NO. INDUK :	002655

TUGAS AKHIR

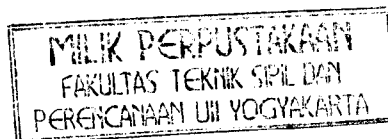
PENGARUH SUPERPLASTICIZER TERHADAP BETON PASIR SERAT KAWAT BENDRAT 40 MM

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



M Syukron Fikri
03.511.056

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007



TUGAS AKHIR

PENGARUH SUPERPLASTICIZER TERHADAP BETON PASIR SERAT KAWAT BENDRAT 40 MM

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Jogjakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun Oleh :
M Syukron Fikri
03.511.056

Disetujui
Pembimbing :


A. Kadir, Doc. Ir. MS. H

Tanggal: 13/10/2007

KATA PENGANTAR



Assalamu'alikum Wr.Wb

Puji sukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nyalah, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul “ Pengaruh Superplasticizer Terhadap Beton Pasir Serat Kawat Bendrat 40 mm”.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang keserjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir, kami telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu yang selalu mendoakan saya (amin).
2. bu yang selalu mendoakan saya (amin).
3. bu yang selalu mendoakan saya (amin).
4. Bapak Dr. Ir. H Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.

MOTTO

قُلْ إِنَّ صَلَاتِي وَنُسُكِي وَمَحْيَايَ وَمَمَاتِي لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ ﴿١٦٢﴾ لَا شَرِيكَ لَهُ
وَبِذَلِكَ أُمِرْتُ وَأَنَا أَوَّلُ الْمُسْلِمِينَ ﴿١٦٣﴾

Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidup dan matiku hanyalah untuk Allah, penguasa semesta alam tiada sekutu bagi-Nya, dan demikian itulah yang diperintahkan kepadaku dan aku adalah orang yang pertama-tama menyerahkan diri kepada Allah”.
(QS. Al An Am: 162-163)

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

Karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. (QS. AL ANS HJRO: 5-6)

“Matahari dapat tertutup awan tapi sinarnya selalu kebumi, kuncinya adalah OPTIMIS”

**“DON’T DEPEND ON OTHERS BUT
REALY ON YOUR SELF”**

*“tumindak kanthi duga lan prayogo, becik
ketitik alo kethoro “*

“ vini vidi visi”

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan perasaan bahagia dan sujud syukur
Berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya
kupersembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada:*

- ~ Ayahku tercinta*
- ~ Ibuku tercinta*
- ~ Keempat adiku tercinta*

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar	iii
Lembar Motto.....	v
Lembar Persembahan.....	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Notasi.....	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Lampiran.....	xvii
Abstraksi	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Umum	7
2.2 Penelitian Terdahulu	7
2.2.1 “Pengaruh <i>fiber</i> local pada sifat-sifat beton” (Suhendro,1990)	8
2.2.2 “Pengaruh Penambahan <i>fiber</i> terhadap sifat struktur beton“ (Santosenengtyas dan Pratomo,1991).....	9

2.2.3	“Pengaruh variasi panjang dan prosentase serat terhadap kuat geser pada beton bertulang” (Sukmawati dan Herawati,2001).....	9
2.2.4	“Pengaruh penambahan <i>fiber</i> kawat bandrat dan <i>superplasticizer</i> pada kuat tekan,kuat tarik,dan kuat lentur” (Luthfi Zamroni dan Yefta,2004).....	10
2.2.5	“Pengaruh penambahan bendrat lurus terhadap kuat tarik, kuat lentur, dan kuat tekan beton serat” (Journal Teknisia,A.Kadir Aboe,2005).....	10
2.2.6	“Pengaruh penggunaan serat kawat bendrat pada beton pasir terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton” (Ary Novrizaldy, 2006).....	11
2.3	Literatur Yang Menunjang	11
BAB III	LANDASAN TEORI	13
3.1	Umum.....	13
3.2	Beton Serat	14
3.3	Beton Pasir (Mikro Beton).....	21
3.3.1	Material penyusun beton pasir	22
3.3.1.1	Semen <i>Portland</i>	22
3.3.1.2	Air	23
3.3.1.3	Agregat	23
3.3.1.4	Bahan Tambah	26
	a. Serat	26
	b. <i>Superplasticizer</i>	28
3.4	Modulus Kehalusan Butir	30
3.5	Faktor Air Semen	30
3.6	<i>Slump</i>	31
3.7	<i>Workability</i>	32
3.8	Segregasi	34
3.9	<i>Bleeding</i>	34

3.10	Modulus Elastisitas	35
3.10	Kuat Tekan Beton	35
3.11	Kuat Tarik Beton	37
3.12	Kuat Lentur Beton	37
BAB IV	METODE PENELITIAN.....	40
4.1	Umum.....	40
4.2	Bahan Penelitian	40
4.2.1	Semen.....	40
4.2.2	Agregat	40
4.2.3	Air	40
4.2.4	Serat	41
4.2.5	<i>Superplasticizer</i>	41
4.3	Peralatan Penelitian	41
4.3.1	Alat Pemotong	41
4.3.2	Saringan.....	41
4.3.3	Timbangan dan Ember	41
4.3.4	Mistar Kaliper	41
4.3.5	Mesin Pengaduk	41
4.3.6	Cetok Dan Talam Baja	42
4.3.7	Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk	42
4.3.8	Mesin Uji Tekan dan Tarik Beton.....	42
4.3.9	Mesin Uji Lentur	42
4.4	Pelaksanaan Penelitian	43
4.4.1	Tahapan persiapan bahan	43
4.4.2	Pembuatan dan Perawatan Benda Uji	44
4.4.3	Pelaksanaan Pengujian	46
	1. Pengujian Kuat Tekan	46
	2. Pengujian Kuat Tarik	46
	3. Pengujian Kuat Lentur	47
4.4	Perencanaan Campuran Beton	47

4.8	Bagan Alir Penelitian	56
BAB V	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57
5.1	Umum.....	57
5.2	Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> Dan <i>Workability</i>	57
5.3	Kuat Tekan	62
5.4	Hasil Pengujian Tegangan-Regangan	67
5.5	Modulus Elastisitas	68
5.6	Kuat Tarik	70
5.7	Kuat lentur dan lendutan	74
5.7.1	Kuat Lentur	74
5.7.2	Hasil Pengujian Lendutan kuat lentur	79
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	83
6.1	Kesimpulan	83
6.2	Saran-saran.....	85
Daftar Pustaka.....		86
Lampiran		



DAFTAR NOTASI

σ_{28}	= kuat tekan rencana umur 28 hari
G	= faktor granular
σ_c	= kuat tekan semen
C	= jumlah semen per m ³
E	= jumlah air per m ³
PW_{crit}	= konsentrasi kritis serat
γ_c	= berat jenis <i>concrete</i>
γ_f	= berat jenis serat
d	= diameter serat
l	= panjang serat
d/l	= nilai banding diameter dan panjang serat
W _m	= berat fraksi mortar
W _a	= berat fraksi agregat
V _f	= volume frasi serat
#	= nomer saringan
E	= modulus elastisitas
f	= tegangan
ε	= regangan
f'_c	= kuat tekan benda uji
P	= beban maksimum
A	= luas penampang
f'_{cr}	= kuat tekan rata-rata
N	= jumlah benda uji
f_t	= kuat tarik beton
P	= beban maksimum kuat tarik
M	= momen lentur
F	= beban lentur

- L = jarak antar tumpuan
b = lebar tampang balok
h = tinggi tampang balok
Y = jarak garis netral dengan titik yang ditinjau
KN = kilonewton
Kg = kilogram
BPN = beton pasir normal
BPS = beton pasir serat
SP = superplasticizer
 W_{fiber} = berat fiber
 W_c = berat stuan beton
C = tahanan momen



DAFTAR TABEL

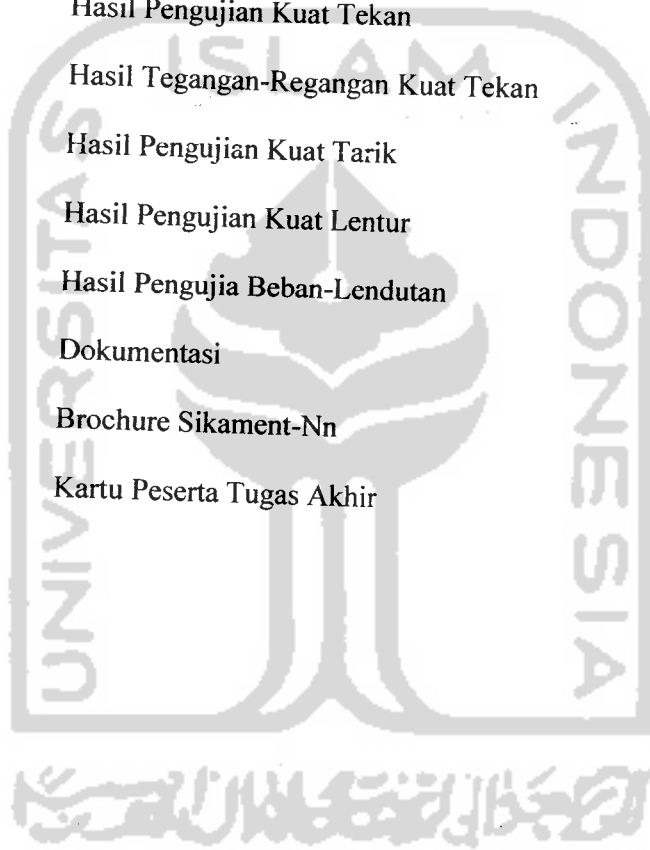
Tabel 3.1	Batas Gradasi Pasir.....	27
Tabel 3.2	<i>Basic Propertis</i> berbagai macam fiber	28
Tabel 3.3	Sifat-sifat brbagai macam kawat yang digunakan sebagai bahan fiber lokal.....	29
Tabel 3.4	Nilai <i>Slump</i> (cm).....	33
Tabel 3.5	Tingkat <i>Workability</i> Berdasarkan Nilai <i>Slump</i>	35
Tabel 4.1	Faktor Granular Butiran	50
Tabel 4.2	Koreksi Kadar Air.....	52
Tabel 4.3	Harga – harga K, Ks, Kp	53
Tabel 4.4	Distribusi Butiran Agregat untuk Beton Pasir	54
Tabel 4.5	Klasifikasi Plastisitas Beton.....	55
Tabel 4.6	Koefisien Kekompakan Beton (γ).....	56
Tabel 5.1	Nilai <i>Slump</i> Adukan Beton Pasir, Penambahan Fiber Dan Penambahan Superplasticizer	61
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	66
Tabel 5.3	Presentase Perubahan Kuat Tekan Beton Pasir Serat Dengan Atau Tanpa Zat Additive Superplasticizer Terhadap Beton Pasir Normal	66
Tabel 5.4	Presentase Perubahan Kuat Tekan Beton Pasir Serat Zat Additive Superplasticizer Terhadap Beton Pasir Serat.....	67
Tabel 5.5	Modulus Elastisitas Beton	71
Tabel 5.6	Hasil Pengujian Kuat Tarik	73

Tabel 5.7 Presentase Perubahan Kuat Tarik Beton Fiber Normal Dan Beton Fiber Superplasticizer Terhadap Beton Normal	74
Tabel 5.8 Presentase Perubahan Kuat Tarik Beton Fiber Superplasticizer Terhadap Beton Fiber	74
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Pasir.....	78
Tabel 5.10 Presentase Penambahan Kuat Lentur Beton Pasir Fiber Tanpa Atau Dengan Superplasticizer Terhadap Beton Pasir Normal	79
Tabel 5.11 Presentase Penambahan Kuat Lentur Beton Pasir Fiber Dengan Superplasticizer Terhadap Beton Pasir Fiber	79
Tabel 5.12 Kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur beton pasir, beton pasir serat,serta beton pasir serat variasi superplasticizer.....	83



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Analisa Kadar Lumpur Dan Berat Jenis
- Lampiran 2 Hasil Analisa Saringan Dan Kurva Gradasi Pasir
- Lampiran 3 Kebutuhan Bahan Material Penyusunan Beton
- Lampiran 4 Tahapan Dalam Pembuatan Benda Uji
- Lampiran 5 Data Benda Uji
- Lampiran 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan
- lampiran 7 Hasil Tegangan-Regangan Kuat Tekan
- lampiran 8 Hasil Pengujian Kuat Tarik
- lampiran 9 Hasil Pengujian Kuat Lentur
- lampiran 10 Hasil Pengujia Beban-Lendutan
- lampiran 11 Dokumentasi
- lampiran 12 Brochure Sikament-Nn
- lampiran 13 Kartu Peserta Tugas Akhir



ABSTRAKSI

Beton pasir adalah campuran semen portlan atau semen hidrolis lainnya, agregat halus yang dikelompokkan atas dua atau tiga fraksi dan air. Beton memiliki kelebihan dalam mendukung kuat tekan yang cukup tinggi, namun beton juga memiliki kelemahan yaitu kuat tarik yang cukup rendah dan bersifat getas. Penggunaan serat/*fiber* pada beton pasir diharapkan dapat meningkatkan kekuatan beton tersebut. Namun penambahan *fiber* akan menyebabkan *workability*-nya menjadi rendah. Penggunaan *superplasticizer* akan menambah tingkat *workability* dalam adukan beton pasir tanpa penambahan air sehingga penyebaran serat akan merata.

Dalam penelitian ini serat yang digunakan berupa kawat bendrat dengan panjang ± 4 cm dan diameter ± 1 mm. dengan volume serat 1,5% terhadap kuat betonnya. *Superplasticizer* yang digunakan adalah sikamen-NN dengan variasi penambahan 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,00%, 1,25%, 1,50% terhadap berat semennya. Benda uji yang dibuat berupa silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Serta balok dengan ukuran panjang 40 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm. Setiap komposisi campuran dibuat beda uji sebanyak 5 buah uji tekan, 3 buah uji tarik, 3 buah uji lentur.

Hasil penelitian didapat kuat tekan tertinggi 34,962 MPa pada variasi beton pasir serat dengan *Superplasticizer* 1,5% dari berat semen, dengan prosentase peningkatan sebesar 38,53% dari kuat tekan beton pasir serat, kuat tarik tertinggi 2,411 MPa pada variasi beton pasir serat dengan *Superplasticizer* 1,5% dari berat semen, dengan prosentase peningkatan sebesar 4,72% dari kuat tarik beton pasir serat, kuat lentur tertinggi 5,754 MPa pada variasi beton pasir serat dengan *Superplasticizer* 1,25% dari berat semen, dengan prosentase peningkatan sebesar 16,50% dari kuat lentur beton pasir serat. Dan dilihat dari hasil pengujian tegangan-regangan dan beban lendutan menunjukkan bahwa beton pasir serat dengan *superplasticizer* lebih ductile bila dibanding beton pasir. Dengan hasil pengamatan juga penyebaran serat pada beton pasir dengan SP lebih baik dari beton pasir serat.

Kata kunci : *Superplasticizer*, serat (*fiber*)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton sudah lama dikenal dan sangat populer dalam pekerjaan sipil karena mempunyai beberapa keunggulan dengan bahan lain. Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air dan agregat, dan kadang-kadang ada bahan tambahannya. Pengerasan beton ini terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dan semen, dan hal ini berjalan selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran tersebut selalu bertambah keras setara dengan umurnya.

Kelebihan-kelebihan yang dimiliki beton adalah mampu mendukung tegangan tekan yang cukup tinggi, sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat, beton segar juga dapat digunakan untuk memperbaiki permukaan beton lama yang retak dengan cara disemprotkan dan beton ini termasuk tahan aus dan tahan kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah. Mudah dibentuk sesuai kebutuhan, bahan penyusun beton tersedia cukup banyak dengan harga relatif murah.

Dalam pembuatan beton normal yang berkualitas baik selalu menggunakan minimal dua kelompok ukuran agregat, kedua kelompok tersebut adalah agregat halus (pasir) dengan ukuran butiran $\leq 4,80$ mm dan agregat kasar (kerikil) dengan ukuran butiran $> 4,80$ mm.

Di Indonesia, daerah tertentu seperti sebagian wilayah Sumatra, sebagian wilayah Kalimantan dan beberapa daerah lainnya yang kurang banyak tersedianya agregat kasar sehingga untuk membuat beton normal harus mendatangkan dari daerah lain yang memiliki agregat kasar yang banyak. Hal ini menyebabkan pembuatan beton normal tidak lagi efisien dan ekonomis, akibat jarak yang cukup jauh sehingga harga agregat kasar relatif mahal.

Oleh karena itu, pada penelitian ini mencari solusi alternatif sebagai pengganti beton normal yaitu dengan membuat beton yang hanya menggunakan agregat halus (pasir) saja tanpa menggunakan agregat kasar (krikil) yang disebut “*beton pasir*”. Seperti halnya dalam pembuatan beton normal yang menggunakan minimal dua jenis ukuran agregat, dalam pembuatan beton pasir juga demikian namun ukuran agregat halusnya adalah agregat dengan ukuran butiran $\leq 2,40$ mm dan agregat kasarnya dengan ukuran butiran $> 2,40$ mm sampai dengan $\leq 4,80$ mm.

Sebelumnya telah kita ketahui bahwa beton memiliki kelebihan mendukung tegangan tekan cukup tinggi, namun beton juga memiliki kelemahan yaitu beton bersifat getas (tidak daktail) sehingga tidak mampu menahan tegangan tarik. Kuat tarik beton hanya berkisar 9 % - 15 % dari kuat tekannya (Dipohusodo, Istimawan, 1994), sehingga beton memiliki keterbatasan dalam penggunaannya. Dalam praktek, sifat kurang baik dari beton ini diatasi dengan mengkompositkan dengan baja tulangan sehingga beton bertulang tersebut bersifat daktail.

Pada komponen struktur yang banyak didominasi tegangan tarik dan lentur yang besar (misal struktur balok), bagian tarik beton akan terjadi retak- retak seperti rambut karena tegangan tarik yang tidak begitu besar, ini merupakan sifat alami dari beton. Namun secara struktural kondisi seperti ini tidaklah membahayakan, karena tegangan tarik tersebut sepenuhnya telah didukung oleh baja tulangan. Tetapi, sebaiknya retak tersebut dihilangkan karena bisa menimbulkan kontak oksigen dengan tulangan yang menyebabkan korosi sehingga lama kelamaan luas tampang baja tulangan menjadi berkurang. Dengan demikian, kuat layanan dari tulangan baja tersebut menjadi berkurang dari yang seharusnya.

Untuk mengurangi retak tersebut, maka pada penelitian ini menggunakan campuran bendrat pada adukan beton pasirnya, karena bendrat memiliki kekuatan dan modulus elastisitas yang relatif tinggi. Selain itu juga, bendrat tidak mengalami perubahan bentuk terhadap pengaruh alkali dalam semen. Pembebanan jangka panjang juga tidak mempengaruhi sifat mekanikal dari bendrat. Namun penyebaran serat secara acak/*random* akan mengakibatkan terjadinya *balling effect*, yaitu bendrat

tidak tersebar secara merata pada saat dicampur, tetapi menggumpal menjadi suatu bola- bola bendrat. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu usaha tambahan sehingga didapat penyebaran bendrat secara merata pada adukan beton pasir.

Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa penambahan bendrat pada adukan akan mengurangi nilai *slump* sehingga akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan (*Workability*). Oleh karena itu, penelitian kali ini akan menggunakan bahan tambah *superplasticizer*, yaitu salah satu jenis *chemical admixture* (bahan tambah kimia) yang berfungsi untuk meningkatkan nilai *slump* pada adukan beton sehingga mendapatkan nilai *slump* yang lebih tinggi dengan nilai faktor air semen yang sama.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk dari latar belakang masalah diatas, maka untuk menjaga supaya penelitian tidak meluas dan melebar dari masalah yang dihadapi, maka saya memberikan rumusan masalah yaitu:

” Bagaimanakah pengaruh penambahan superplasticizer dengan presentase 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,00%, 1,25%, dan 1,50% dari berat semen terhadap beton pasir kawat bendrat panjang 40 mm diameter 1 mm dengan presentase 1,5% dari berat beton pada kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur beton ?”

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton pasir kawat bendrat dengan variasi penambahan *superplasticizer*.
2. Untuk mendapatkan rasio perubahan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton pasir normal dan beton pasir bendrat dengan atau tanpa penambahan *superplasticizer*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan bisa mendapatkan beton pasir yang efisien dan ekonomis dengan spesifikasi yang mampu menahan tegangan tekan, tegangan tarik, dan tegangan lentur dengan memanfaatkan serat kawat bendrat yang murah dan mudah didapatkan di pasaran, sehingga didapat model beton pasir yang liat (*ductile*). Selain hal tersebut, penelitian ini juga bisa bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan dapat berguna bagi jasa konstruksi yang mengarah pada aplikasi struktural dari beton.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dititik beratkan pada analisis penambahan kawat bendrat dan variasi *superplasticizer* pada beton pasir ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur. Untuk lebih memfokuskan permasalahan yang dihadapi maka perlu diberikan batasan- batasan sehingga masalah yang diteliti tidak meluas.

Adapun batasan penelitian yang digunakan sebagai kontrol dalam penelitian ini adalah :

- a. Perencanaan campuran beton pasir (*mix design*) dalam penelitian ini menggunakan metode *Dreux*, dengan rumusan sebagai berikut :

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c \cdot \left[\frac{C}{E} - 0,5 \right]$$

- b. Kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (σ_{28}) = 30 Mpa
- c. *Portland Cement* yang digunakan adalah semen serbaguna dengan merk Holcim kemasan 50 kg, yang memiliki kuat tekan semen (σ_c) = 500 kg/cm² (dari penelitian sebelumnya)
- d. Nilai *slump* beton pasir normal yang direncanakan adalah 100 mm
- e. Agregat yang digunakan adalah agregat halus yang berasal dari Kali Boyong Merapi, Kaliurang (laboratorium Bahan Konstruksi Teknik sipil UII). Untuk pasir yang lolos saringan 2,40 mm sebagai agregat halus (pasir), sedangkan agregat yang tertahan saringan 2,40 mm dan lolos saringan 4,80 mm merupakan

- agregat kasar (krikil). Agregat yang digunakan dalam penelitian ini dalam keadaan jenuh kering permukaan (*saturated surface dry*)
- f. Air yang digunakan adalah air dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
 - g. Diameter serat kawat bendrat $\pm 1,00$ mm dengan panjang ± 40 mm dan tidak bengkok.
 - h. Komposisi serat bendrat adalah 1,5 % berat beton.
 - i. *Superplasticizer* yang digunakan adalah merk Sikament[®] - NN produksi PT. Sika Nusa Pratama, Jakarta dengan ukuran kemasan drum 250 kg.
 - j. Variasi penambahan *superplasticizer* : 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,00%, 1,25%, dan 1,50% dari berat semen.
 - k. Setiap komposisi campuran dibuat benda uji sebanyak 11 buah yang terdiri dari :
 1. 5 buah benda uji silinder untuk uji tekan dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
 2. 3 buah benda uji silinder untuk uji tarik dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
 3. 3 buah benda uji balok untuk uji lentur ukuran 10 x 10 x 40 (cm)
 - l. Pengujian kuat tekan beton menggunakan mesin uji tekan (*compression testing machine*) dengan merk "Control". Kecepatan tekan untuk benda uji silinder sebesar 265 kN/menit.
 - m. Pengujian kuat tarik beton dilakukan dengan menggunakan metode uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*) berdasarkan pada *Method for Determine of Tensile Splitting Strength (British Standard Institution, 1983)* dengan menggunakan mesin uji tekan merk "Control" dengan kecepatan tekan 265 kN/menit.

- n. Pengujian kuat lentur dilakukan dengan mesin uji tekan tarik bermerk "Shimidzu" pada benda uji balok 10 x 10 x 40 (cm), yang berdasar pada *Method for Determine of Tensile Splitting Strength (British Standard Institution, 1983)*.
- o. Penelitian ini merupakan uji laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Menurut SK SNI T-15-1991-03 (1991), beton (*Concrete*) terbuat dari semen (*Portland cement*), air, agregat (berupa batuan kasar dan halus) dalam proporsi perbandingan tertentu dengan ataupun tanpa bahan tambah yang membentuk masa padat.

Menurut SK SNI-03-2824-1993 (1993), beton normal adalah beton yang mempunyai berat satuan 2200 kg/m^3 sampai 2500 kg/m^3 dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah.

Menurut Kardiyono (1992), beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton normal dan bahan lain berupa serat.

ACI Committee 554, mendefinisikan beton serat (*Fiber Reinforced Concrete*) adalah beton yang terbuat dari campuran *sement portland*, agregat halus dan agregat kasar, air, serta sejumlah kecil serat (*fiber*).

Menurut A.Kadir Aboe (1993), beton pasir (mikro beton) merupakan campuran semen *Portland* atau semen *hidroulik* lainnya, agregat halus (lolos saringan no.4 ukuran lubang 4,80 mm) yang dikelompokkan atas dua atau tiga fraksi, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, dengan perbandingan tertentu yang menyebabkan hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut setelah mengeras.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang penggunaan *fiber* baja pada adukan beton sudah dilakukan di luar negeri, *fiber* baja (*steel fiber*) yang populer digunakan diluar negeri memiliki diameter sekitar 0,50 mm dan panjangnya sekitar 50 mm, dengan bentuk geometrinya yang beraneka ragam, telah terbukti bahwa *fiber* baja tersebut secara efektif dan efisien dapat menunda terjadinya retakan-retakan mikro beton dan pada akhirnya

mampu meningkatkan secara dramatis berbagai sifat mekanik dari beton. Karena belum tersedianya fiber baja secara murah dan jumlah belum cukup di Indonesia, maka untuk mengatasi hal tersebut telah ditemukan alternatif lain yaitu menggantikan *fiber* baja dengan menggunakan *fiber* lokal yang terbuat dari potongan-potongan kawat lokal (berdiameter sekitar 0,8 mm dan panjang sekitar 60 mm) yang telah tersedia di pasaran. Dengan menggunakan fiber lokal hasil yang diberikan tidak jauh berbeda dan harganya yang relative lebih murah bila dibandingkan dengan *steel fiber* asli (Bambang Suhendro,2000).

2.2.1“Pengaruh *fiber* local pada sifat-sifat beton” (Suhendro,1990)

Jenis *fiber* yang dipilih dari penelitiannya terdiri dari kawat biasa, kawat bendrat dan kawat baja dengan diameter adalah 0,6 sampai dengan 1,0 mm, masing-masing kawat panjangnya adalah ± 6 cm. Agregat yang dipakai berupa agregat halus dan agregat kasar dengan diameter agregat kasar adalah 20 mm. Nilai FAS yang dipilih sebesar 0,55. Volume *fiber* kawat yang ditambahkan dalam adukan beton dipilih sebesar 0,5% dan 1%.

Pada pengujian tegangan-regangan yang dihasilkan oleh pengujian tekan silinder (dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) beton *fiber* pada umur 28 hari kuat tekan (tegangan tekan maksimum) menunjukkan bahwa pada beton *fiber* (dengan $V_f = 0,5\%$) hanya bertambah 5 s/d 10% bila dibandingkan dengan beton normal. Ini menunjukkan bahwa beton *fiber* tidak banyak berpengaruh terhadap pertambahan kuat tekan beton. Namun setelah tercapainya tegangan yang cukup besar (sekitar 60% tegangan maksimum) regangan (deformasi) yang diperoleh cukup besar pula, hal ini menunjukkan bahwa beton *fiber* tersebut bersifat *ductile* (liat).

Dari hasil pengujian split silinder pada umur 28 hari (dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) diperoleh hasil kuat tarik beton. Beton normal memiliki kuat tarik sebesar 2,8 MPa sedangkan beton *fiber* baja ($V_f = 0,5$ dan 1,0), beton *fiber* bendrat ($V_f = 0,5$) dan beton *fiber* kawat ($V_f = 1,0$), berturut-turut mempunyai kuat tarik

sebesar 37,5 MPa, 45,0 MPa, 44,25 MPa, dan 35 MPa. Dengan kata lain terdapat peningkatan terhadap beton normal, berturut-turut sebesar 34%, 61%, 58%, dan 25%. Disamping itu, mekanisme keruntuhan pada uji tarik tersebut berubah drastis. Pada beton normal bersifat getas (*brittle*) menjadi bersifat sangat *ductile* (liat) pada beton *fiber* yang berupa kawat baja, kawat bendrat, dan kawat biasa,

Pada pengujian kuat lentur beton memperhatikan kurva beban lendutan menunjukkan bahwa kuat lentur (beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji balok dengan ukuran 10 x 10 x 50 cm) beton *fiber* lokal meningkat cukup besar (sekitar 50%) dibandingkan dengan beton normal. Selain itu perilaku setelah tercapainya tegangan maksimum dari beton *fiber* lokal juga menunjukkan perilaku yang liat (*ductile*). Balok beton *fiber* lokal masih mampu mendukung beban yang cukup tinggi (sekitar 50% beban maksimumnya), meskipun lendutan yang terjadi sudah cukup besar pula (± 2 cm). dengan memperbesar V_f menjadi 1%, kedua nilai tersebut (kuat lentur dan daktilitasnya) juga meningkat.

2.2.2 “Pengaruh Penambahan *fiber* terhadap sifat struktur beton” (Santosenengtyas dan Pratomo, 1991)

Hasil penelitiannya dengan menggunakan serat bendrat panjang 3 cm yang disebabkan secara random dan variasi penambahan *fiber* 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1,0%, dan 1,25% dari berat beton menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kuat tekan tertinggi pada konsentrasi *fiber* 1,25% untuk benda uji kubus (15 X 15 X 15 cm) adalah sebesar 6,68% dan untuk benda uji silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) adalah sebesar 27,90%.

2.2.3 “Pengaruh variasi panjang dan prosentase serat terhadap kuat geser pada beton bertulang” (Sukmawati dan Herawati, 2001)

Hasil penelitiannya dengan variasi panjang *fiber* lokal 5 cm, 6cm, 7cm, 8cm, 9cm dan variasi konsentrasi *fiber* sebesar 0,75% dan 1,5%. Menunjukkan bahwa kuat

desak tertinggi terjadi pada benda uji silinder (diameter 15 cm dan tingginya 30 cm) dengan variasi panjang 9 cm dan konsentrasi sebesar 0,75%. Penurunan yang terjadi pada konsentrasi *fiber* 1,5% adalah akibat sebaran *fiber* yang tidak merata pada adukan beton sehingga perlu adanya usaha tambahan untuk penyebaran yang lebih merata.

2.2.4 “Pengaruh penambahan *fiber* kawat bandrat dan *superplasticizer* pada kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur” (Luthfi Zamroni dan Yefta, 2004)

Hasil penelitiannya dengan menggunakan serat kawat bandrat lurus sebagai serat dan volume serat 1%, 2%, dan 3% dari volume beton dengan panjang serat 90 mm. terjadi penambahan kuat tekan pada benda uji silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm), kuat tarik pada benda silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm), dan kuat lentur pada benda uji balok (10 cm X 10 cm X 50 cm) berturut-turut sebesar 36,51%, 56,93%, dan 40,09%. Sedangkan *Workability* mengalami penurunan sejalan dengan peningkatan volume serat.

2.2.5 “Pengaruh penambahan bandrat lurus terhadap kuat tarik, kuat lentur, dan kuat tekan beton serat” (Journal Teknisia, A.Kadir Aboe, 2005)

Beton serat dengan volume serat 3%, panjang serat 90mm (aspek rasio 91,84) memberikan prosentase peningkatan kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur tertinggi, berturut-turut sebesar 36,51%, 56,93%, 40,09%. Sedangkan dengan volume serat yang sama tapi panjang serat 60mm (aspek rasio 61,22), memberikan prosentase peningkatan kuat tekan, kuat tarik, kuat lenturnya adalah 36,16% dan 7,42% dibanding dengan beton normal. Aspek rasio serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton serat dibanding dengan beton normal, terutama kuat lentur, semakin besar aspek rasio serat semakin besar peningkatan prosentase kekuatan beton serat dibanding beton serat dengan aspek rasio serat yang lebih rendah pada volume serat yang sama. *Workability* beton serat sangat dipengaruhi oleh aspek rasio serat. Adukan beton serat dengan panjang serat 90 mm (aspek rasio serat 91,84) lebih sulit

dikerjakan dibanding dengan beton serat panjang 60 mm (aspek rasio serat 61,22) dengan volume serat sama.

2.2.6 “Pengaruh penggunaan serat kawat bendrat pada beton pasir terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton” (Ary Novrizaldy, 2006)

Dari hasil penelitiannya yang menggunakan serat kawat bendrat lurus sepanjang 60 mm dan komposisi serat kawat bendrat 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% dari berat beton. Pada komposisi 1,5% menunjukkan terjadi penambahan tertinggi dari kuat tekan dan kuat tarik pada benda uji silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm), serta kuat lentur pada benda uji balok (10 cm x 10 cm x 50 cm) berturut-turut sebesar 22,69%, 17,32%, dan 11,533%.

2.3 Literatur yang menunjang

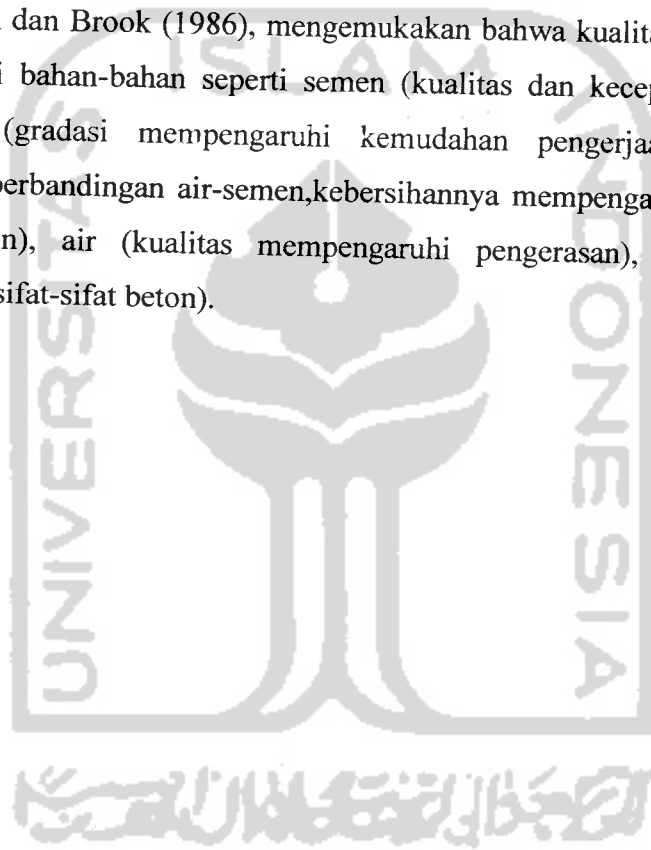
Kardiono Tjokrodimuljo (1992), mengemukakan bahwa agregat adalah butiran mineral alami sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar/beton. Agregat ini kira-kira memenuhi sebanyak 70% volume mortar/beton. Agregat yang butir-butirannya lebih besar dari 4,80mm disebut kerikil, sedangkan yang butir-butirannya lebih kecil dari 4,80 mm disebut pasir.

Tri mulyono (2004), mengemukakan bentuk agregat halus akan mempengaruhi kualitas mutu beton yang dibuat. Agregat berbentuk bulat mempunyai rongga udara minimum 33% lebih kecil dari rongga udara yang dipunyai agregat lainnya. Gradasi yang baik dan teratur (*continius*) dari agregat halus besar kemungkinan akan menghasilkan beton mempunyai kekuatan tinggi. Gradasi yang baik adalah gradasi yang memenuhi syarat zona tertentu dan agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu ayakan lebih besar dari 45% dan tertahan pada ayakan berikutnya.

Kole dan Kusuma (1993), menyatakan air dibutuhkan dalam campuran beton untuk bereaksi dengan semen dan juga sebagai pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan,

Popovics (1998), mengemukakan bahwa kuat desak beton dipengaruhi porositas yang terdiri dari pori gel, pori kapiler, dan pori udara. Porositas ini terjadi pada saat hidrasi semen berlangsung. Semakin besar porositas, semakin kecil daya desak yang bisa ditahan. Untuk memperoleh kualitas beton yang baik, maka porositas ini harus dikurangi. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan bahan tambah.

Murdock dan Brook (1986), mengemukakan bahwa kualitas dari beton dapat dipengaruhi dari bahan-bahan seperti semen (kualitas dan kecepatan pengerasan), agregat halus (gradasi mempengaruhi kemudahan pengerjaannya, kadar air mempengaruhi perbandingan air-semen, kebersihannya mempengaruhi kekuatan dan sifat awet beton), air (kualitas mempengaruhi pengerasan), bahan campuran (modifikasi dari sifat-sifat beton).



BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Salah satu material yang banyak digunakan untuk struktur teknik sipil adalah beton. Beton dihasilkan dari pencampuran semen Portland, air, dan agregat pada perbandingan tertentu. Sifat-sifat beton akan sangat bergantung pada sifat-sifat bahan penyusunnya, cara pengadukan, penuangan, pemadatan, dan perawatan beton selama proses pengerasannya. Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat, para ahli yang berkompeten di dalamnya senantiasa berupaya untuk meningkatkan sifat-sifat beton yang meliputi antara lain : *strength, workability, placebelity, durability, permeability, dan corrosivity*.

Keistimewaan beton adalah kemampuannya dalam menahan tegangan tekan yang relatif tinggi, akan tetapi karena beton bersifat getas maka sangat kecil kekuatan yang dimiliki dalam menahan tarik. Kuat tarik yang dimiliki beton hanya berkisar antara 9-15% dari kuat takannya (Dipohusodo, 1994) karenanya sering kali dalam perencanaan kuat tarik beton dianggap sama dengan nol. Kelemahan pada kuat tarik ini dapat diatasi dengan menambahkan besi baja sebagai tulangan sehingga tegangan tarik akan disalurkan ke besi baja yang memiliki kuat tarik yang lebih kuat. Adanya penambahan besi baja sebagai tulangan secara linier akan berakibat pada kenaikan biaya yang dibutuhkan dalam proses pembuatan beton. Resiko retak rambut yang ditimbulkan karena adanya tegangan tarik akan menyebabkan terjadinya kontak antara oksigen dan besi yang berakibat karat pada besi baja sehingga akan menurunkan kualitas kuat tarik dari besi baja tersebut.

Oleh karenanya diupayakan untuk meningkatkan mutu beton dengan penambahan *fiber* yang berupa kawat bendrat yang sangat mudah didapatkan dipasaran secara umum. Kawat bendrat yang berasal dari besi baja akan dicampurkan secara *random* dengan ukuran panjang tertentu akan berfungsi layaknya tulangan sehingga dihasilkan beton yang lebih liat (ductile).

Penambahan kawat bandrat pada adukan beton dipastikan akan menurunkan tingkat kelecakan (*workability*) beton, untuk mengatasi hal tersebut maka perlu adanya bahan *additive* berupa *superplasticizer*. Adanya *superplasticizer* akan meningkatkan *workability* tanpa mengurangi kuat tekan beton.

3.2 Beton serat

Menurut kardiyo (1992), beton serat (*Fiber Concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain berupa serat.

Penambahan serat pada saat adukan beton akan mengakibatkan berkurangnya sifat mudah dikerjakan dan mempersulit terjadinya segregasi. Serat dalam beton itu berguna untuk mencegah terjadinya retak-retak pada beton, sehingga menjadikan beton serat lebih *ductile* (liat) bila dibandingkan dengan beton normal. Jika serat yang dipakai mempunyai modulus elastis lebih tinggi dari beton, misalnya serat baja (*steel fiber*), maka beton serat akan bersifat lebih tahan benturan dan lendutan, sedangkan jika modulus elastisnya lebih rendah dari beton, misalnya serat *polypropylene* berupa plastik, hanya membuat beton akan tahan benturan saja. Karena sifatnya yang lebih tahan benturan, maka beton serat sering dipakai pada bangunan hidrolis, landasan pesawat udara, jalan raya, lantai jembatan, dan lain-lain (Kardiono Tjokrodinuljo,1992).

Penambahan serat pada beton diharapkan dapat mencegah terjadinya retak-retak rambut yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi ataupun akibat beban. Tertundanya retak-retak yang terlalu dini, mengakibatkan kemampuan beton untuk mendukung tegangan-tegangan (aksial, lentur dan geser) yang terjadi menjadi semakin meningkat (Bambang Suhendro,2000).

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

1. Keliatan/daktelitas (*ductility*) yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi (*energy absorption*).
2. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*).
3. Ketahanan terhadap tarik dan lentur (*tensile and flexure strength*).
4. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue life*).

5. Ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*)
6. Ketahanan terhadap keausan (*abrasion*), selip (*skid*), dan fragmantasi (*fragmentation*)

Hal-hal yang perlu mendapat perhatian khusus pada beton *fiber* (baja) adalah (Bambang Suhendro,2000):

1. Masalah *fiber dispersion*, yang menyangkut teknik pencampuran fiber ke dalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random.
2. Masalh *Workability* (keleccakan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan,termasuk indikatornya.
3. masalah mix *design/proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan keleccakan yang memadai.

Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan serat ke dalam beton mempunyai maksud utama yaitu menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah berakibat beton mudah retak yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat maka beton akan menjadi tahan retak dan tahan benturan jika masalah penyerapan energi diperlukan. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat takan beton, namun hanya menambah dektilitasnya (Kardiyono Tjorodimulyo,1996).

Warsena (1988) dan Yusron Effendi dan Edi suwarna (1995) menyatakan bahwa agar serat dapat memperbaiki sifat-sifat beton, maka serat harus memenuhi syarat-ayarat :

1. Durabilitas/keawetan,ketahanan terhadap lingkungan beton.
2. Ikatan-ikatan mekanik dari kimia atau penjangkaran serat dalam beton.
3. Sifat mekanik, yaitu kekuatan,kekerasan dan keliatan.
4. Penyebaran dalam adukan beton

Teori yang digunakan sebagai pendekatan untuk menjelaskan mekanisme kerja *fiber* sehingga dapat memperbaiki sifat atau prilaku beton ada dua (*Sourosnian,dkk,1987*) yaitu:

a. 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 teratur dan saling *overlap*.

b. Composite Material Concept

Konsep material komposit adalah suatu teori yang banyak digunakan untuk memperkirakan kuat tarik dan kuat lentur beton serat terjadi pada retakan pertama (*first crack strength*). Menurut konsep ini bahan penyusun beton serat diasumsikan saling melekat sempurna dan bentuk serat menerus.

Berdasarkan pendekatan tersebut, kekuatan komposit pada retak pertama, dengan asumsi bahwa penyusun saling melekat sempurna, bentuk *fiber* menerus dan angka poisson ratio dianggap nol. dinyatakan dengan persamaan (Balaguru, Perumalsamy, dan surendra P shah, 1992):

$$\sigma_c = \sigma_f \cdot V_f + \sigma_m \cdot V_m \dots \dots \dots (3.1)$$

atau
$$\sigma_c = \sigma_f \cdot V_f + \sigma_m \cdot (1 - V_f) \dots \dots \dots (3.2)$$

karena
$$V_f + V_m = 1 \dots \dots \dots (3.3)$$

dengan :

σ_c : kekuatan komposit saat retak pertama

σ_f : tegangan tarik serat saat beton hancur

σ_m : kuat tarik beton

V_f : prosentase volume serat

V_m : prosentase volume beton

dimana,
$$\sigma_f = 2 \tau (l_f / d_f) \dots \dots \dots (3.4)$$

dengan :

τ : tegangan lekat (bond stress) pada panjang lekatan fiber yang diperhitungkan ($l_f/2$)

l_f : panjang *fiber*

d_f : diameter *fiber*

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

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

Dengan pertimbangan-pertimbangan diatas dan dengan mensubstitusikan persamaan (3.4) ke persamaan (3.2) maka persamaan menjadi :

$$\sigma_c = 2 \eta_l \eta_e \tau V_f l_f/d_f + \gamma \sigma_m (1-V_f) \dots \dots \dots (3.5)$$

dengan :

η_l : factor efisiensi orientasi penyebaran serat

= 0,5, jika $l_f \leq l_e$

= $1 - \frac{l_e}{(2l_f)}$, jika $l_f > l_e$

l_e : panjang efektif serat

η_e : faktor efisiensi panjang fiber tertanam

= 0,41

τ : koefisien tarik beton ($0 \leq \tau \leq 1$)

Bila dilihat dari persamaan (3.5), maka terdapat dua faktor yang mempengaruhi kekuatan beton serat, yaitu :

1. *Fiber Aspect Ratio* (l_f/d_f)

Rasio panjang (l_f) terhadap diameter (d_f) serat berpengaruh terhadap penggumpalan (*balling effect*). Brigg, dkk (1974) meneliti bahwa serat yang mempunyai rasio tinggi ($l_f/d_f > 100$) akan menyebabkan serat menggumpal sehingga sulit disebar merata pada adukan beton, sedang untuk serat beraspect rasio rendah ($l_f/d_f < 50$) tidak akan terjadi ikatan yang baik dengan beton. Untuk memperbaiki lekatan dapat digunakan serat dengan berbagai bentuk, seperti kedua ujungnya berikat, sepiral, dll.

2. Volume Fraksi Serat (V_f)

Volume fraksi serat adalah presentase volume serat yang ditambahkan pada setiap satuan volume beton. Penelitian yang dilakukan Edgington, dkk (1974) menunjukkan bahwa kelecakan adukan akan menurun sejalan dengan peningkatan konsentrasi dan aspek rasio serat. Dengan menggunakan *fiber* berapek rasio 100, didapat hasil kelecakan adukan *fiber* yang cukup meningkat akibat penurunan diameter dari 20 mm ke 10 mm. Penurunan diameter agregat dari 10 mm ke 5 mm juga menghasilkan peningkatan kelecakan adukan. Adukan beton serat dengan diameter agregat maksimum 5 mm dan pasta semen menghasilkan nilai kelecakan tidak jauh berbeda. Perkiraan konsentrasi serat yang mengakibatkan adukan beton serat menjadi sulit diaduk :

$$PW_{crit} = 75 \frac{\pi \cdot \gamma_f \cdot d}{\gamma_c \cdot l} K \dots\dots\dots(3.6)$$

dengan,

PW_{crit} : konsentrasi kritis serat (persen berat adukan)

γ_c : berat jenis adukan

γ_f : berat jenis serat

$\frac{d}{l}$: nilai banding diameter dan panjang serat

dimana,

$$K = \frac{W_m}{W_m + W_a}$$

dengan,

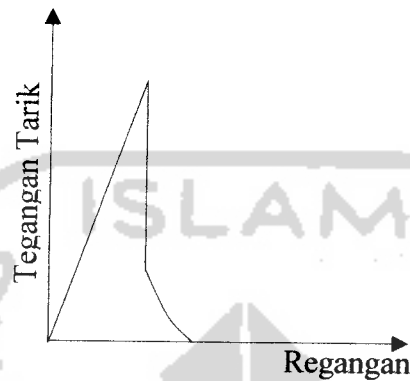
W_m : berat fraksi mortar, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel kurang dari 5 mm

W_a : berat fraksi agregat, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel lebih dari 5 mm.

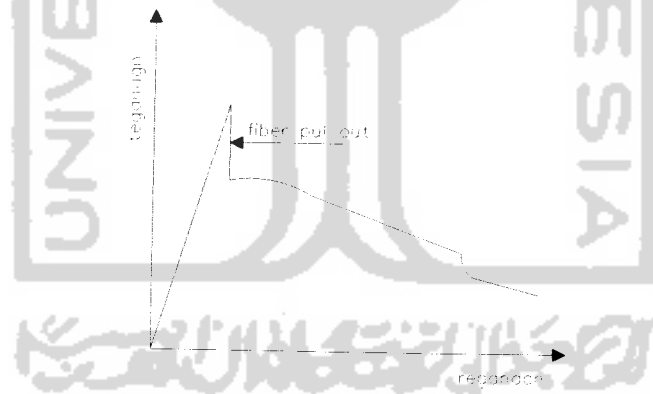
ACI Committee 544, menyarankan agar ukuran agregat maksimum yang digunakan pada beton serat adalah 20 mm, yaitu guna memudahkan dalam pengadukan

beton dan tersedia ruang bagi serat, sehingga akan meningkatkan kelecakan (*workability*) pada beton serat.

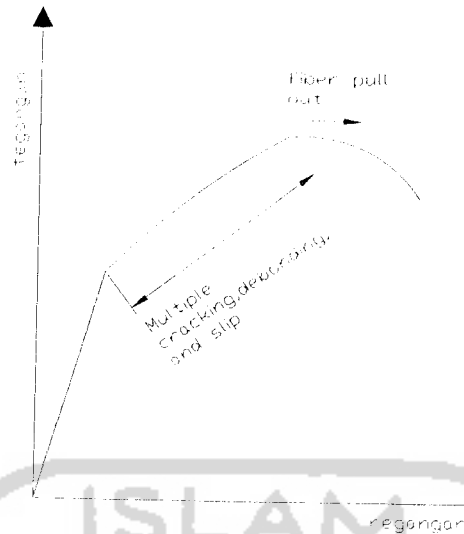
Pengaruh konsentrasi/volume serat terhadap kuat tarik beton serat dapat dilihat pada gambar 3.1, gambar 3.2, gambar 3.3 (Balaguru,perumalsamy,dan surendra P.syah,1992):



Gambar 3.1 Tegangan-regangan tarik pengaruh volume serat kecil.



Gambar 3.2 Tegangan-regangan tarik pengaruh volume fraksi sedang.



Gambar 3.3 Tegangan-regangan tarik volume fraksi serat maksimum

Setelah terjadi retak pertama, beban akan ditransfer dari bahan komposit (beton serat) ke serat. Kemudian serat akan menerima beban berdasarkan lekatan antara serat dan beton atau kekuatan serat jika panjang lekat mencukupi.

Bila volume fraksi serat kecil seperti yang terlihat pada gambar 3.1, setelah terjadi retak kuat tarik pertama beton serat turun secara drastis karena serat yang menanggung tarikan sedikit sehingga tidak mampu menaikan kekuatannya.

Sedang bila volume fraksi serat sedang seperti yang terlihat pada gambar 3.2, setelah terjadi retak pertama kuat tarik serat sedikit berkurang namun masih mampu menahan beban meskipun tidak sebesar beban retak pertama dan regangan yang cukup besar.

Dan bila volume fraksi serat maksimum seperti yang terlihat pada gambar 3.3, setelah terjadi retak pertama beton serat masih dapat menerima beban tarik yang lebih besar dari beban yang menyebabkan retak pertama. walaupun jumlah retak bertambah dan regangan yang terjadi bertambah besar. hal ini disebabkan oleh serat yang cukup banyak. Dan setelah sebagian serat tercabut atau putus baru kemudian beton serat mengalami keruntuhan.

Penambahan volume fraksi serat (V_f) juga menambah kuat tekan maupun dektilitas beton *fiber* yang dihasilkan. Namun demikian, perlu dicatat bahwa semakin besar V_f juga akan mempersulit dalam teknik pencampuran *fiber* ke dalam adukan agar

dapat tersebar secara merata dengan orientasi yang random dan menurunkan kelecikan adukannya. Untuk *fiber* yang lurus, penambahan kuat tekan maupun dektilitasnya tidak banyak dipengaruhi oleh kuat tarik kawat yang sebagai bahan *fiber*. Hal ini dikarenakan kemampuan bahan dalam menahan tegangan tarik dan tekan yang terjadi (*pull-out resistance*) dari *fiber* hanya mengadakan pada lekatan (*bond*) antara fiber dan betonnya (Bambang Suhendro,2000).

3.3 Beton pasir (mikro beton)

Beton pasir (mikro beton) merupakan campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus (lolos saringan no.4 ukuran lobang 4,80 mm) yang dikelompokkan atas dua atau tiga fraksi, dan air,dengan atau tanpa bahan tambahan, dengan perbandingan tertentu menyebabkan hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut mengeras (tesis A. Kadir,1993).

Mutu dan kualitas dari beton dapat dilihat/didasarkan pada: (Murdock L.J,Brook K.M,1986)

1. Kekuatan tekannya.
2. Workabilitas (sifat mudah dikerjakan, yang berkaitan dengan plastisitas,mobilitas dan monolitas campuran)
3. Durabilitas (keawetan)
4. Permeabilitas (kerapatan terhadap air)
5. Penyelesaian akhir.

Mutu dan kualitas beton diatas hanya secara umum, secara lebih terinci mutu dan kualitas beton dipengaruhi oleh : (Tesis,A. Kadir Aboe,1993)

1. Tipe dan mutu semen
2. Sifat,bentuk dan kualitas agregat.
3. Ukuran dan gradasi agregat.
4. Rasio perbandingan antara air dan semen.
5. Kandungan bahan organik dan kotoran dalam agregat dan air.
6. Cara pelaksanaan (pencampuran,pengangkutan,penuangan dan pemadatan)
7. Perawatan

Didalam buku lain mengatakan faktor-faktor yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton antara lain (Tri molyono,2004):

1. Proporsi bahan-bahan penyusun,
2. Metode perancangan,
3. Perawatan,dan
4. Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan.

Dalam pengerjaan beton segar ada tiga sifat yang penting yang harus selalu diperhatikan adalah workability,segregasi,bleeding (Tri Molyono,2004).

3.3.1 Material Penyusun Beton Pasir

3.3.1.1 Semen *Portland*

Semen *Portland* dibuat dari serbuk halus mineral kalsium yang komposisi utamanya terdiri dari kalsium dan alumunium silikat.

Semen Portland Pozzoland (PPC) adalah campuran semen Portland dan bahan-bahan yang bersifat Pozzoland seperti terak tanur tinggi dan hasil residu PLTU. (Tri Mulyono, 2003).

Menurut perbedaan komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam semen dapat dibedakan menjadi 5 jenis sebagai mana tercantum dalam *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia* (1982) yaitu :

- Jenis I : Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan kusus
- Jenis II : Semen *Portland* yang penggunaannya memerlukan ketahan sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen *Portland* yang penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
- Jenis IV : Semen *Portland* dengan panas hidrasi rendah.
- Jenis V : Semen *Portland* dengan ketahanan sulfat tinggi

Jika semen *Portland* dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawa, yang banyaknya mencapai 20% dari berat semen. Kondisi tersebut yang bisa

terjadi adalah lepasnya kapur dari semen yang dapat menyebabkan pemisahan struktur. Situasi ini harus dicegah dengan menambahkan pada semen suatu mineral silika. Mineral yang ditambahkan ini akan bereaksi dengan kapur bila ada uap air membentuk bahan yang kuat yaitu kalsium silikat.

3.3.1.2 Air

Dalam bukunya *Kardiyono Tjokrodinuljo*, 1992 menerangkan bahwa air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Tambahan yang berfungsi sebagai pelumas tidak boleh terlalu banyak karena menyebabkan kekuatan beton menurun.

Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan (*Tjokrodinuljo*, 1992):

- a. Tidak mengandung Lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya)
- c. Tidak mengandung klorida (CL) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung seyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

3.3.1.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang merupakan bahan pengisi campuran beton. Untuk mendapatkan beton yang mempunyai mutu tinggi, maka sifat-sifat agregat tidak dapat diabaikan, karena agregat menempati 70-75% pada beton (Nilson dan Winter, 1991). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh masa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat. Agregat yang berukuran kecil sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat besar.

Agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya, seperti dijelaskan sebagai berikut :

1. Agregat normal.

- Agregat dengan berat jenisnya antara 2,5-2,7
- 2. Agregat berat
 - Agregat dengan berat jenisnya lebih dari 2,8
- 3. Agregat ringan
 - Agregat dengan berat jenisnya kurang dari 2

Agregat juga dibedakan berdasarkan ukuran butirnya, sebagai berikut

1. Agregat halus
 - Agregat yang ukuran butirannya lebih kecil dari 4,8 mm, yang disebut pasir.
2. Agregat kasar
 - Agregat yang ukuran butirannya lebih besar dari 4,8 mm, yang disebut kerikil.

Dalam pembuatan beton normal dengan kualitas baik agregat yang digunakan sedikitnya dua kelompok ukuran, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Begitu pula pada beton pasir, agregat dikelompokkan minimal dua fraksi.

Bila dalam pembuatan beton pasir digunakan agregat yang dikelompokkan dalam dua fraksi, maka fraksi tersebut adalah:

1. Agregat halus dengan ukuran 0 - 2,40 mm
2. Agregat halus dengan ukuran 2,40 - 4,80 mm

Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi kekuatan beton, kekuatan lenturnya lebih terpengaruh dari pada kekuatan tekannya. Ikatan antara agregat dan pasta semen adalah faktor yang menentukan kekuatan beton, terutama kekuatan lentur. Ikatan ini disebabkan antara lain adanya interlocking agregat dengan pasta semen akibat kekasaran permukaan agregat. Permukaan yang lebih kasar menghasilkan gaya adhesif yang lebih besar antara partikel dengan semen. Ikatan yang lebih baik juga diperoleh bila digunakan partikel yang lebih lembut, porous dan yang mineralnya heterogen. (Tesis, A Kadir Aboe, 1993).

Agregat yang baik adalah harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no.100, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton (Nawy, 1985)

Agregat yang cukup kuat dan tahan aus dapat saja mengalami ketidakmurnian organik, yang tidak memuaskan sebagai bahan pembentuk beton, karena bahan organik dapat mengganggu reaksi kimia hidrasi. Bahan organik tersebut berupa humus, bahan ini lebih sering terdapat pada pasir dari pada kerikil.

Dalam PBI 1971 pasal 3.3 ayat 3 disebutkan bahwa: "Agregat halus (pasir) tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering) yang dapat diartikan bahwa Lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar Lumpur melampaui 5% maka agregat halus harus dicuci/diurai.

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai presentase butir yang tertahan atau lolos saringan standar. Gradasi agregat untuk campuran beton akan mempengaruhi (Tesis, A. Kadir Aboe, 1993):

1. Jumlah semen yang dibutuhkan
2. Jumlah air yang dibutuhkan
3. Pengecoran, pemadatan beton (workabilitas dan segregasi)
4. Penyelesaian akhir beton
5. Sifat-sifat beton setelah mengeras

Batas-batas gradasi agregat halus (pasir) untuk campuran beton telah ditetapkan oleh British Standard untuk agregat dengan ukuran diameter maksimum 40 mm, 30 mm, 20 mm, 10 mm. Karena penelitian kali ini menggunakan beton pasir, dimana agregat maksimum yang digunakan adalah 4,8mm, maka digunakan gradasi agregat halus. Batasan gradasi agregat halus dikelompokkan menjadi 4 zona (daerah) seperti pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Batas Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butiran yang lewat ayakan			
	1	2	3	4
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	75-100	95-100
1,2	30-70	55-90	55-90	90-100
0,6	15-34	35-59	35-59	80-100
0,3	5-20	8-30	8-30	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

3.3.1.4 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (semen, agregat, dan air) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton dengan tujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. (Tjokrodinuljo, 1992)

Dalam penelitian kali ini saya menggunakan 2 macam bahan tambah, yaitu :

a. Serat

Didalam pembuatan beton dapat dilakukan berbagai cara untuk menambah/memperbaiki sifat-sifat dari beton. Diantaranya yaitu dengan memberikan bahan tambahan berupa serat atau *fiber* dalam adukan beton.

Berbagai macam serat atau *fiber* yang digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat kurang baik dari beton antara lain : (Bambang Suhendro, 2000)

1. *fiber* baja (*steel fiber*)
2. *fiber polypropylene* (sejenis plastik mutu tinggi)
3. *fiber* kaca (*glass fiber*), dan
4. *fiber* karbon (*carbon fiber*)

Bahan *fiber* tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan dalam memperbaiki *performance* beton. Dalam pemilihan jenis bahan *fiber* dapat disesuaikan dengan sifat mekanik beton yang akan diperbaiki. *Basic properties* dari berbagai macam *fiber* dapat dilihat pada table 3.2

Tabel 3.2 *Basic Propertis* berbagai macam fiber

Fiber type	Specific Gravity	Tensile strength (Ksi)	Young modulus (10^3 Ksi)	Common Volume Fraction	Common diameter (in)	Common lengths (in)
Steel	7,86	100-300	30	0,75-3,00	0,0005-0,040	0,5-1,5
Glass	2,70	Up to 180	11	2-8	0,004-0,03	0,5-1,5
Plastic	0,91	Up to 100	0,14-1,20	1-3	Up to 0,1	0,5-1,5
Carbon	1,60	Up to 100	Up to 7,2	1-5	0,0004-0,0008	0,02-0,85

(Sumber: Soroushian & Bayasi,1987)

Jenis *fiber* yang digunakan pada penelitian di luar negeri adalah *fiber* baja yang memiliki diameter 0,5 mm dan panjangnya sekitar 40 mm,dengan bentuk geometrinya yang beraneka ragam. Telah terbukti bahwa *fiber* baja tersebut secara efektif dapat menunda retakan-retakan mikro beton dan pada akhirnya mampu meningkatkan secara dramatis berbagai sifat mekanik dari beton.

Penelitian yang dilakukan oleh Suhendro (1990) telah terbukti bahwa *steel fiber* yang asli dapat digantikan dengan menggunakan fiber lokal berupa potongan-potongan kawat pada adukan beton. Yang hasilnya tidak jauh berbeda dengan hasil-hasil dari luar negeri. Jinis *fiber* local tersebut adalah kawat baja, kawat bendrat dan kawat biasa. Nilai kuat tarik modulus elastis (E), dan berat satuan dari ketiga jenis kawat tersebut dapat dilihat pada tabel 3.3 .

Tabel 3.3 Sifat-sifat berbagai macam kawat yang digunakan sebagai bahan *fiber* local

No	Jenis kawat	Kuat tarik (MPa)	Perpanjangan pada saat putus (%)	<i>Specific gravity</i>
1.	Kawat baja	230,0	10,5	7,77
2.	Kawat bendrat	38,5	5,5	6,68
3.	Kawat biasa	25,0	30,0	7,70

Sumber : Teori Model Struktur dan Teknik Eksperimental (Bambang Suhendro,2000)

Pada penelitian ini, penambahan bahan yang diberikan atau ditambahkan pada campuran adukan beton pasir yaitu berupa serat kawat bendrat. Serat kawat yang diberikan atau ditambahkan pada campuran adukan beton pasir disebarakan secara random dengan perbandingan 1,5% dari berat beton. Maksud dari penggunaan serat adalah untuk meningkatkan kualitas beton akibat sifat-sifat kurang baik dari beton. Tujuan dasarnya adalah untuk menulangi beton, agar dapat mencegah terjadinya retakan-retakan mikro dalam beton. Jenis serat yang dipakai adalah serat bendrat. Kawat bendrat termasuk kelompok *steel fiber* yang bisa digunakan sebagai pengikat rangkaian baja tulangan, mempunyai diameter $\pm 1\text{mm}$ dan terbuat dari campuran besi baja tanpa pelapis aluminium atau seng.

b. Superplasticizer

Sesuai dengan namanya, *Superplasticizer* merupakan bahan tambahan pada suatu campuran yang bertujuan kepentingan tertentu, oleh karena itu penggunaan bahan tambah harus dipertimbangkan, misalkan campuran yang kaku dapat diubah lebih plastis dan kohesi dengan penambahan bahan untuk menjadikan plastis (*plasticizer*). *Superplasticizer* merupakan salah satu jenis *admixture* yang disebut juga *water-reducer*, digunakan untuk meminimalkan kandungan air pada campuran beton (Ramachandran, 1979). *Superplasticizer* merupakan bahan tambah yang sangat penting untuk

menghasilkan beton mutu tinggi (Gagne, 1996). Penggunaan *superplasticizer* memberikan perbaikan dalam penanganan, penempatan, pemadatan, dan *finishing* beton secara teknikal, serta memiliki beberapa kelebihan pada nilai ekonomi (Singh dkk, 1992). Bahan tambah yang berlebihan dapat menurunkan sekali kekuatan atau sifat-sifat beton yang lain. (Murdock dan Brook, 1991).

Alasan penggunaan bahan tambah menurut manual of concrete practice dalam admixtures and concrete (ACI.212.1R-18, revised 1986) antara lain:

1. Menambah sifat kemudahan pekerjaan tanpa menambah kandungan air atau mengurangi kandungan air dengan sifat pekerjaan yang sama.
2. Menghambat atau mempercepat waktu pengikatan awal dari campuran beton.
3. Mengurangi atau mencegah secara preventif penurunan atau perubahan volume beton
4. Mengurangi segregasi.
5. Mengembangkan dan meningkatkan sifat penetrasi dan pemompaan beton segar.
6. Mengurangi kehilangan nilai slump.
7. Menghambat atau mengurangi ekolusi panas selama pengerasan awal.
8. Mempercepat laju pengembangan kekuatan beton pada umur muda.
9. Menambah kekuatan tekan.
10. Menambah sifat keawetan atau ketahanan dari gangguan luar, termasuk seangan garam-garam sulfat.
11. Mengurangi kapilaritas air.
12. Mengurangi sifat permeabilitas.
13. Menghasilkan warna tertentu pada beton.

Menurut SK.SNI S-18-1991-03 (Spesifikasi Bahan Tambah Untuk Beton), bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi lima jenis :

1. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi kebutuhan yang dipakai. Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan FAS lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada FAS yang sama.
2. Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton

dengan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1 jam.

3. Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan dibawah permukaan air, atau pada struktur beton yang memerlukan waktu penyelesaian segera, misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang, jembatan dan sebagainya.
4. Bahan tambah kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
5. Bahan tambah kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan.

3.4 Modulus Kehalusan Butir

Modulus Kehalusan Butir adalah jumlah presentase komulatif dari butir-butir agregat yang tertahan pada saringan 0,15-4,80 mm, hingga ukuran saringan terbesar yang ada, dibagi seratus. Makin tinggi nilai modulus kehalusan butir, menunjukkan makin kasar/ makin besar butir-butir agregatnya. Nilai modulus kehalusan butir pasir sekitar 1,5-3,8, sedangkan kerikil/batu pecah sekitar 5-8.

3.5 Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dengan berat semen. Abrams telah menyimpulkan bahwa pada bahan-bahan beton dan keadaan pengujian tertentu, jumlah air campuran gradasi dari agregat yang dipakai menentukan kekuatan beton, selama campuran cukup plastis dan dapat dikerjakan.

Dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semua tujuan, beton yang mempunyai faktor air-semen minimal dan cukup untuk memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik (Murdock dan Brook,1986).

Semakin tinggi nilai FAS, maka semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi, dalam hal ini ada batas-batas tertentu. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

Menurut metode *Dreux*, dalam perencanaan adukan untuk memberikan tingkat workabilitas beton didasarkan pada perbandingan antara berat semen dengan berat air. Setelah didapat jumlah semen dan jumlah air yang dibutuhkan, maka dapat ditentukan nilai faktor air semen yang dipakai dalam campuran beton.

3.6 *Slump*

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecekan suatu adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton, hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai *Slump* berarti makin 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, bila nilai *Slump* sama akan tetapi nilai fas berubah maka beton akan mempunyai kekuatan yang lebih tinggi (Kardiono Tjokrodimuljo, 1992).

Tabel 3.4 Nilai *Slump* (cm)

Pemakaian jenis elemen	Max (cm)	Min(cm)
Dinding plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang,kaison dan struktur bawah pondasi	9,0	2,5
Plat, balok, kolom, dinding.	15,0	7,5
Perkerasn jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kariono,1996

3.7 *Workability*

Murdock dan Brook,1986 mendefinisikan *Workability* sekurang-kurangnya menjadi 3 sifat terpisah, yaitu :

1. Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan.
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 masa homogen dan stabil selama dikerjakan tanpa terjadi pemisahan butiran atau bahan-bahan utamanya.

Kemudahan pengejaan (*Workability*) dapat dilihat dari nilai slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaan. Unsur-unsur yang mempengaruhi antara lain (Tri Mulyono,2004):

1. Jumlah air pencampur.
Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan.
2. Kandungan semen,
Jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannyapun akan lebih tinggi.
3. Gradasi campuran pasir-kerikil

3. Gradasi campuran pasir-kerikil

Jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah dikerjakan.

4. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat bentuk bulat lebih mudah dikerjakan .

5. Butiran maksimum

6. Cara pemadatan dan alat pemadat.

Untuk pengujian *Workability* suatu adukan dapat diperiksa dengan pengujian *slump*. Pengujian *slump* dilaksanakan dengan menggunakan kerucut Abrams, berupa kerucut terpancung dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm. Cara kerjanya adalah adukan beton dimasukkan kedalam kerucut sebanyak tiga lapis dengan perbandingan setiap sepertiga dari tinggi kerucut. Setiap lapis dilakukan pemadatan dengan cara ditusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat baja diameter 16 mm dan panjang 60 cm. nilai slump diperoleh dari mengukur tinggi penurunan puncak kerucut dari tinggi semula kerucut tersebut, setelah cetakan kerucut ditarik keatas.

Selain itu pengujian diatas, tingkat *Workability* dapat dilakukan dengan menggunakan alat VB-apparatus. Alat ini terdiri dari kerucut (yang dipakai untu nilai *slump test*) yang diletakan dalam sebuah container, dan ditempatkan diatas meja getar (*vibrating table*). Cara kerjanya adalah adukan beton dimasukkan dalam kerucut (dalam tiga lapis), kemudian kerucut diangkat keatas. Adukan yang tertinggal dalam container digetarkan sampai bentuk kerucut berubah menjadi rata. Kemudian diuji dan dicatat nilai *VB-time*. *VB-time* adalah waktu penggetaran yang diperlukann yang menunjukkan tingkat kelecakan adukannya. Bila adukan mempunyai *VB-time* antara 5-25 detik, maka adukan tersebut dapat diterima.

Jackson dan Dhir (1983) dalam Luthi Zamroni dan yefta (2004) mengemukakan bahwa tingkat *Workability* berdasarkan *slump* terdiri atas:

Tabel 3.5 Tingkat *Workability* Berdasarkan Nilai *Slump*

<i>Slump</i> (mm)	<i>Workability</i>
25-100	<i>Medium</i>
10-50	<i>Low</i>
-	<i>Very low</i>

Sumber: Jackson dan Dhir (1983)

3.8 Segregasi

Segregasi adalah kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton. Dalam hal ini akan mengakibatkan terjadinya serang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan beton keropos. Segregasi disebabkan beberapa hal (Tri Mulyono, 2004):

1. Campuran kurus atau kurang semen
2. Terlalu banyak air
3. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 400 mm
4. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan burir agregat, maka semakin mudah terjadi segregasi.

3.9 Bleeding

Bleeding adalah kecenderungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan. Air yang naik pada permukaan akan membawa semen dan butir-butir halus, yang pada saat mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*). *Bleeding* dipengaruhi oleh (Tri Mulyono, 2004):

1. Susunan butir agregat
jika komposisi sesuai, kemungkinan untuk terjadi *bleeding* kecil.
2. Banyaknya air.
Semakin banyak air berarti semakin besar pula kemungkinan *bleeding*.
3. Kecepatan hidrasi

Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan *bleeding*.

4. Proses pemadatan

Pemadatan yang berlebihan menyebabkan terjadinya *bleeding*.

3.10 Modulus Elastisitas

Menurut Murdock dan Brook (1991), tolak ukur yang umum dari sifat suatu bahan adalah modulus elastis, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan tersebut. Beton merupakan bahan yang benar-benar elastis. Kekuatan yang lebih tinggi biasanya mempunyai harga modulus elastis yang tinggi pula. Modulus elastis dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{f}{\varepsilon} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana : E : modulus elastis

f : tegangan

ε : regangan atau perubahan bentuk persatuan panjang.

SK SNI 03-2847-2002 menentukan untuk nilai berat satuan beton (w_c) daintara 1500 kg/m³- 2500 kg/m³, nilai modulus elastis beton (E_c) dapat diambil sebesar :

$$E_c = (w_c)^{1,5} 0,043 \sqrt{f'c} \text{ (dalam MPa)} \dots\dots\dots(3.9)$$

3.11 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya desak tertentu. Pada umumnya beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Karena mutu beton hanya ditinjau dari kuat tekan saja. Umur beton berpengaruh pada kuat tekan beton (Kardiyono,1992).

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain dari perbandingan air-semen dan tingkat pematatannya (Murdock dan Brook,1986), diantara faktor yang penting lainnya sebagai berikut :

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton
2. Jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat. Bahwa agregat akan menghasilkan beton, dengan kuat desak maupun kuat tarik yang lebih besar dari pada penggunaan krikil halus dari sungai.
3. Efisiensi dari perawatan (curing). Kehilangan kekuatan sampai 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji.
4. Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu pada titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang lama.
5. Umur. Pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan umur, kecepatan bertambahnya kekuatannya tergantung pada jenis semen.

Pengukuran kuat tekan beton dilaksanakan dengan membuat benda uji pada saat pengadukan beton berlangsung. Benda uji berupa silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, benda uji kemudian ditekan dengan mesin penekan sampai pecah. Beban tekan maksimum yang memecahkan itu dibagi dengan luas penampang silinder maka diperoleh nilai kuat tekan. Nilai kuat tekan dinyatakan dalam MPa atau kg/cm^2 dihitung dengan rumus sebagai berikut (SK-SNI-M-14-1989-F):

$$\text{Kuat desak beton} \quad f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dengan : f_c : kuat tekan masing-masing benda uji (MPa)
 P : beban maksimum (N)
 A : luas penampang (mm^2)

Nilai uji yang diperoleh dari beberapa benda uji berbeda, dikarenakan beton merupakan material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, kecepatan pembebanan, dan oleh kondisi lingkungan pada saat pengujian. Dari kuat tekan masing-masing benda uji kemudian dihitung kuat tekan rata-rata (f_{cr}) pada umur 28 hari, dengan kuat desak disyaratkan (f_c') adalah 30 Mpa.

$$f_{cr}' = \frac{\sum_{i=1}^{N=1} f_c'(i)}{N} \dots\dots\dots(3.11)$$

dengan : f_{cr}' : kuat tekan rata-rata
 f_c : kut tekan masing-masing benda uji (MPa)
 N : jumlah benda uji yang diperiksa

3.12 Kuat Tarik Beton

Kuat tarik didapatkan dari hasil pengujian, dengan uji pembelahan selinder-silender oleh suatu desakan kearah diameternya, secara terperinci cara ini diuraikan oleh British Standard – 19881 : 1970 (Murdock dan Brook, 1986), kekuatan tarik dapat dihitung sebagai berikut :

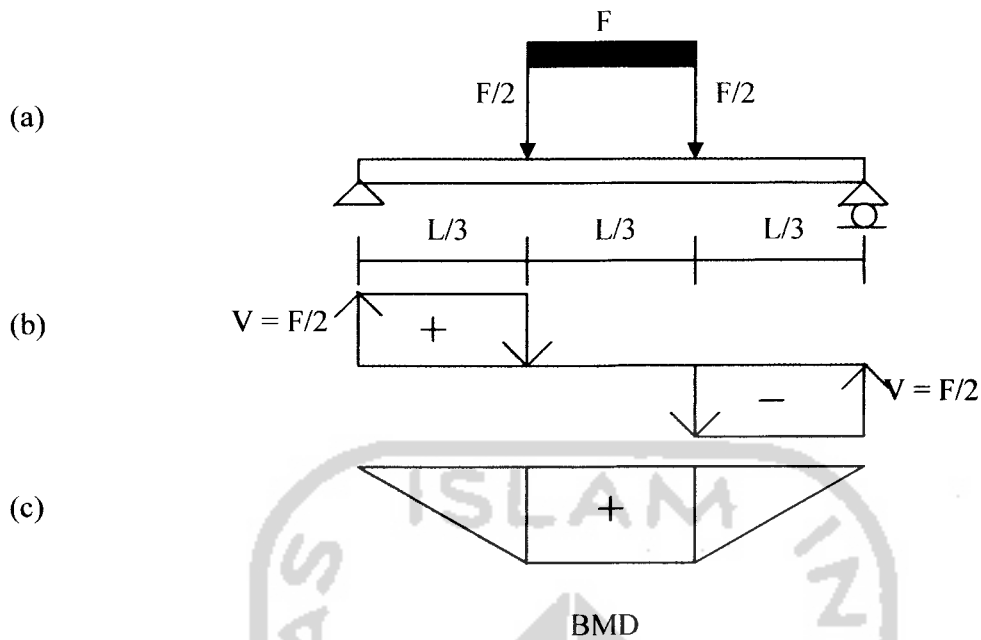
$$f_1 = \frac{2p}{\pi d} \dots\dots\dots(3.12)$$

Dimana, f_1 = Kuat tarik (N/mm²)
 p = Beban maksimum yang diberikan (N)
 l = Panjang silinder (mm)
 d = Diameter (mm)

3.13 Kuat Lentur

Lentur murni adalah suatu lenturan yang berhubungan dengan sebuah balok dibawah suatu momen lentur (“*bending moment*”) konstan, yang berarti bahwa suatu momen gaya lintang sama dengan nol. Definisi dari lentur dapat diilustrasikan sebagai berikut :

1. Sebuah balok sederhana yang dibebani secara sistematis oleh kedua buah gaya $\frac{f}{2}$ (Gambar 3.4 a).
2. Gaya lintang (V) yang bersangkutan (Gambar 3.4 b).
3. Diagram momem lentur (Gambar 3.4 c).



Gambar 3.4 Balok Dengan Pusat Berada Dalam Keadaan Lentur Murni

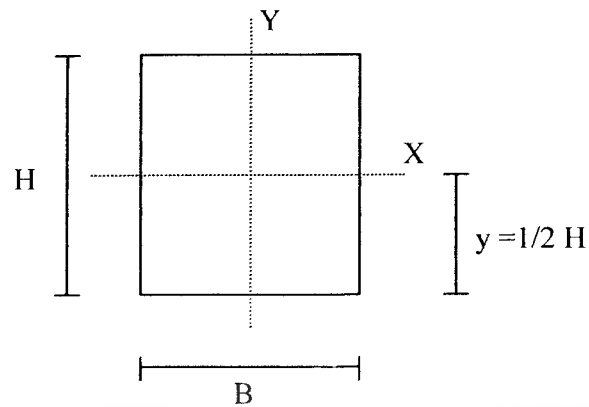
- a. Balok dengan dua gaya simetris
- b. Diagram gaya lintang
- c. Diagram momen

Daerah diantara beban-beban $F/2$ tidak memiliki gaya lintang dan hanya dikenakan suatu momen lentur konstan yang besarnya :

$$M = \frac{F L}{2 \cdot 3} \dots \dots \dots (3.13)$$

Karena itu daerah pusat dari balok berada dalam keadaan lentur murni. Daerah-daerah yang panjangnya $L/3$ didekat ujung-ujung balok berada dalam keadan lentur tidak merata dikenakan momen (M) tidaklah konstan dan terdapat gaya lintang.

Tegangan lentur dalam balok berhubungan dengan momen lentur (M) dan momen inersia (I) dari tampang balok.



Gambar 3.5 Bentuk penampang balok

Dan nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\sigma_{lt} = \frac{M \cdot y}{I} \dots \dots \dots (3.14)$$

Dimana : $I = 1/12 bh^3 \dots \dots \dots (3.15)$

Dengan substitusi persamaan (3.15) ke dalam persamaan (3.14) didapat :

$$\sigma_{lt} = \frac{M \cdot (h/2)}{(1/12) \cdot b \cdot h^3} \dots \dots \dots (3.16)$$

$$\sigma_{lt} = \frac{M}{(1/6) \cdot b \cdot h^2} \dots \dots \dots (3.17)$$

Dengan : σ_{lt} = Kuat lentur (N/mm²)

F = Beban (N)

L = Jarak antar tumpuan (mm)

b = Lebar tampang balok (mm)

h = Tinggi tampang balok (mm)

Y = Jarak dari garis netral terhadap titik yang ditinjau (mm)

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian adalah urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang akan dilaksanakan.

4.2 Bahan Penelitian

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan dan bahan yang digunakan sebagai sarana untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun bahan dan alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

4.2.1 Semen

Semen yang digunakan sebagai bahan pengikat beton adalah *Portland cement* tipe 1 dengan merk Holcim kemasan 50 kg. Pengamatan secara visual terhadap kemasan tertutup rapat, bahan butiran halus serta tidak terjadi penggumpalan.

4.2.2 Agregat

Agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat halus (pasir) yang berasal dari Kali Boyong Merapi, Kaliurang, Yogyakarta. Agregat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Agregat halus yaitu pasir halus dengan ukuran butiran $\leq 2,40$ mm,
2. Agregat kasar yaitu pasir kasar dengan ukuran butiran $> 2,40$ dan $\leq 4,80$ mm.

4.2.3 Air

Penelitian ini menggunakan air dari laboratorium bahan konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4.2.4 Serat

Penelitian ini menggunakan serat bendrat lurus dengan diameter $\pm 1,00$ mm dan panjang ± 60 mm.

4.2.5 *Superplasticizer*

Penelitian ini menggunakan *Superplasticizer* dengan merk Sikament[®]- NN dengan berat jenis 1,16- 1,18 kg/ltr produksi PT. Sika Indonesia, Bogor dengan kemasan drum 250 kg.

4.3 Peralatan Penelitian

4.3.1 Alat Pemotong

Alat ini digunakan untuk memotong batangan bendrat menjadi potongan sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

4.3.2 Saringan/ Ayakan

Saringan digunakan untuk mencari modulus kehalusan butir (Mf) dan untuk mengelompokkan agregat menjadi dua kelompok, yaitu agregat butiran $\leq 4,20$ mm dan agregat butiran $> 2,40$ dan $\leq 4,80$ mm.

4.3.3 Timbangan dan Ember

Alat ini digunakan untuk menimbang bahan- bahan yang akan dipakai pada penelitian.

4.3.4 Mistar dan Kaliper

Alat ini digunakan untuk mengukur dimensi benda uji yang akan diteliti dan untuk mengukur tinggi nilai *slump*.

4.3.5 Mesin Pengaduk

Mesin pengaduk (*mixer*) digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton agar menjadi homogen.

4.3.6 Cetok Dan Talam Baja

Cetok digunakan untuk memasukkan campuran beton ke dalam cetakan, sedangkan talam digunakan sebagai penampung campuran yang dikeluarkan dari mesin pengaduk.

4.3.7 Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk

Kerucut Abrams digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan atau *slump* dari adukan beton, bagian atas kerucut berdiameter 10 cm, bagian bawahnya 20 cm, dan tingginya 30 cm. Sedangkan baja penumbuk digunakan untuk menumbuk adukan beton yang telah dimasukkan ke cetakan.

4.3.8 Mesin Uji Tekan dan Tarik Beton

Mesin dengan merk *Control* ini digunakan untuk menguji kuat tekan dan kuat tarik silinder beton. Untuk uji tekan, pengujiannya dengan meletakkan silinder secara vertikal dan kemudian ditekan dari atas, luas bidang tekan sama dengan luas alas silinder tersebut. Untuk uji tarik, pengujiannya dengan merebahkan silinder sehingga bidang kontak ada pada sisi- sisi selimut silinder tersebut. Kapasitas maksimum mesin *Control* ini adalah sebesar 2000 kN.

4.3.9 Mesin Uji Lentur

Mesin dengan merk *Shimidzu* ini adalah rangkaian dari mesin uji tekan beton, namun alat ini telah dilengkapi dengan beban titik dan dua buah tumpuan. Pengujiannya dengan cara meletakkan benda uji ke tumpuan yang berjarak ± 40 cm dan kemudian dikenakan dua buah beban titik dari atas sehingga benda uji tepat menjadi 3 bagian sepanjang bidang tumpu dan pada bidang antara kedua beban titik tersebut merupakan daerah momen maksimum.

4.4 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan – tahapan dari penelitian ini adalah :

4.4.1 Tahapan persiapan bahan

Persiapan bahan pada penelitian ini dimulai dengan pemilihan agregat yang akan dipakai, kemudian agregat tersebut dikelompokkan berdasarkan ukuran butiran yang direncanakan. Kemudian agregat tersebut diperiksa kadar lumpurnya, modulus kehalusan butirannya, dan berat jenisnya. Untuk lebih jelasnya akan dijelaskan seperti berikut :

1. Pemeriksaan kadar lumpur

Agregat diambil seberat 500 gr, lalu dibersihkan dengan air, dengan menggunakan saringan 200 sampai air di wadah kelihatan jernih. Kemudian agregat tersebut dimasukkan ke oven dan setelah 24 jam agregat tersebut ditimbang. Perbandingan antara berat sebelum dicuci dan dioven dengan berat setelah dioven adalah jumlah kandungan lumpur dari agregat tersebut.

Dari pemeriksaan yang dilakukan diperoleh kadar lumpur pasir halus sebesar 1,0% dan kadar lumpur pasir kasar sebesar 1,0 %. Apabila pemeriksaan tersebut diperoleh kadar lumpur > 5%, maka agregat yang digunakan belum memenuhi syarat agregat untuk pekerjaan beton baik menurut PUBLI- 1982. Oleh karena itu, agregat tersebut harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2. Analisa saringan dan modulus kehalusan

Analisa saringan ini dilakukan untuk mengetahui distribusi butir (gradasi) halus yang dilakukan dengan menggunakan saringan yang tersedia. Adapun gradasi dan modulus kehalusan butir akan digunakan pada saat perhitungan perencanaan adukan beton. Dari analisa saringan yang dilakukan diperoleh modulus kehalusan butir = 2,8375

3. Penentuan *Spesific Gravity* (berat jenis)

Berat jenis agregat digunakan untuk menentukan volume yang diisi agregat dan pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton sehingga secara tidak langsung akan menentukan banyaknya kebutuhan agregat pada campuran beton. Berat jenis agregat yang tinggi akan menyerap air yang relatif sedikit begitu juga sebaliknya berat jenis agregat yang rendah akan menyerap air relatif banyak.

Setelah berat jenis agregat diketahui, maka selanjutnya adalah penentuan berat jenis kawat bendrat dengan ukuran $\pm 1,0$ mm dan panjang ± 40 mm, sehingga rasio *fiber* (l/d) adalah 40.

Pada penelitian Suhendro, (1990) telah diketahui berat jenis dari kawat bendrat dengan ukuran $\pm 1,0$ mm dan panjang ± 60 mm sebesar 6,68 seperti yang terdapat pada tabel 3.3. Oleh karena itu, penelitian kali ini tidak melakukan pengujian berat jenis kawat bendrat dan langsung menggunakan berat jenis sebesar 6,8. Adapun berat jenis kawat ini untuk menentukan banyaknya kawat yang akan ditambahkan pada adukan beton.

Setelah berat jenis kawat bendrat diketahui, selanjutnya adalah pemotongan kawat bendrat sepanjang ± 40 mm.

4.4.2 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Proses pembuatan adukan beton (*mix design*) dan perawatan beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pasir kasar dengan ukuran butiran $> 2,40$ mm dan $< 4,80$ mm dimasukkan terlebih dahulu, kemudian molen dijalankan,

2. Masukkan pasir halus dengan ukuran butiran $\leq 2,40$ mm, kemudian molennya dijalankan lagi,
3. Masukkan semen, kemudian molen dijalankan,
4. Setelah campuran terlihat *homogen*, masukkan serat kawat bendrat (panjang ± 40 mm dan diameter $\pm 1,0$ mm) dengan tangan secara perlahan-lahan agar tidak terjadi penggumpalan (*balling effect*), kemudian molennya dijalankan lagi,
5. Setelah campuran terlihat merata dan *homogen*, masukkan air dan molen dijalankan lagi,
6. Setelah beberapa menit dan terlihat campuran sudah merata, masukkan *superplasticizer* dan molen dijalankan lagi,
7. Setelah semua bahan penyusun beton tercampur secara *homogen*, maka dilakukan uji *slump*. Penelitian ini merencanakan nilai *slump* untuk beton normal sebesar 100 mm, apabila nilai *slump* tersebut tidak diperoleh sesuai rencana maka dilakukan penambahan air pada adukan, sehingga hal ini akan mempengaruhi faktor air semen dan pada akhirnya akan menyebabkan penurunan kuat desak desain,
8. Kemudian adukan dapat langsung dimasukkan ke dalam cetakan silinder maupun balok, adukan ditusuk-tusuk dan cetakan dipukul-pukul dengan palu karet agar beton benar-benar padat dan keropos pada beton dapat dihindari,
9. Setelah 24 jam sampel dikeluarkan dari cetakan, untuk kemudian direndam selama 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian, beton dikeluarkan dan di tempatkan di tempat terbuka selama 24 jam,



Pembuatan benda uji terdiri atas beberapa variasi penambahan *superplasticizer*, yaitu 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,00%, 1,25%, dan 1,50%, dari berat semen dan komposisi serat kawat bendrat yang digunakan sebesar 1,5% dari berat beton. Setiap komposisi campuran dibuat benda uji sebanyak 11 buah yang terdiri dari :

1. 5 buah benda uji silinder untuk uji tekan dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
2. 3 buah benda uji silinder untuk uji tarik dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
3. 3 buah benda uji balok untuk uji lentur ukuran 10 x 10 x 40 (cm)

4.4.3 Pelaksanaan Pengujian

Sebelum dilakukan pengujian, benda uji ditimbang dan diukur dimensinya dan semua data yang menyangkut benda uji dicatat dalam formulir yang telah disediakan. Pengujian ini dilakukan dengan tiga tahapan yaitu,

1. Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan beton menggunakan mesin uji tekan (*compression testing machine*) dengan merk "Control". Kecepatan tekan untuk benda uji silinder sebesar 265 kN/menit.

2. Pengujian Kuat Tarik

Untuk pengujian kuat tarik beton dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan merk "Control" dengan kecepatan tekan 265 kN/menit. Benda uji silinder diletakkan pada alat uji dalam posisi rebah, kemudian beban vertikal diberikan sepanjang selimut silinder dan berangsur –angsur dinaikkan pembebanannya hingga dicapai nilai maksimum dan silinder terbelah oleh karena beban tarik horizontal.

3. Pengujian Kuat Lentur

Benda uji balok 10 x 10 x 40 (cm) diletakkan di atas dua tumpuan dengan jarak ± 30 cm, diantara kedua tumpuan tersebut dikenakan dua beban titik sehingga balok terbagi menjadi tiga bentang sama panjang. Beban dinaikkan dengan kecepatan 2000 N/menit, sehingga beban maksimum yang diperoleh digunakan sebagai dasar perhitungan kuat lenturnya.

4.5 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini, perencanaan campuran beton menggunakan metode *Dreux*, dimana urutan perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung perbandingan berat semen dan air

Berdasarkan kuat tekan rata- rata pada umur 28 hari,

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c \left(\frac{C}{E} - 0,5 \right) \dots \dots \dots (4.1)$$

dimana :

σ_{28} = Kuat tekan rata- rata pada umur 28 hari, didasarkan benda uji silinder 15 cm x 30 cm

σ_c = Kekuatan tekan semen

G = faktor granular

C = berat semen per m^3

E = berat air per m^3

Pada penelitian ini pencampuran direncanakan berdasarkan :

- σ_{28} = 30 MPa = 300 kg/cm²

- Slump = 10 cm

- σ_c = 500 kg/m² (penelitian sebelumnya)

- G = 0,45 (dari table 4.1 faktor granular)

Faktor granular diklasifikasikan menurut kualitas butiran dan diameter maksimum agregat, seperti ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Faktor Granular Butiran

Kualitas Butiran	Ukuran agregat D (mm)		
	Halus	Sedang	Kasar
	D<16	25<D>40	D>63
Baik sekali	0,55	0,60	0,65
Normal	0,45	0,50	0,55
Dapat dipakai	0,35	0,40	0,45

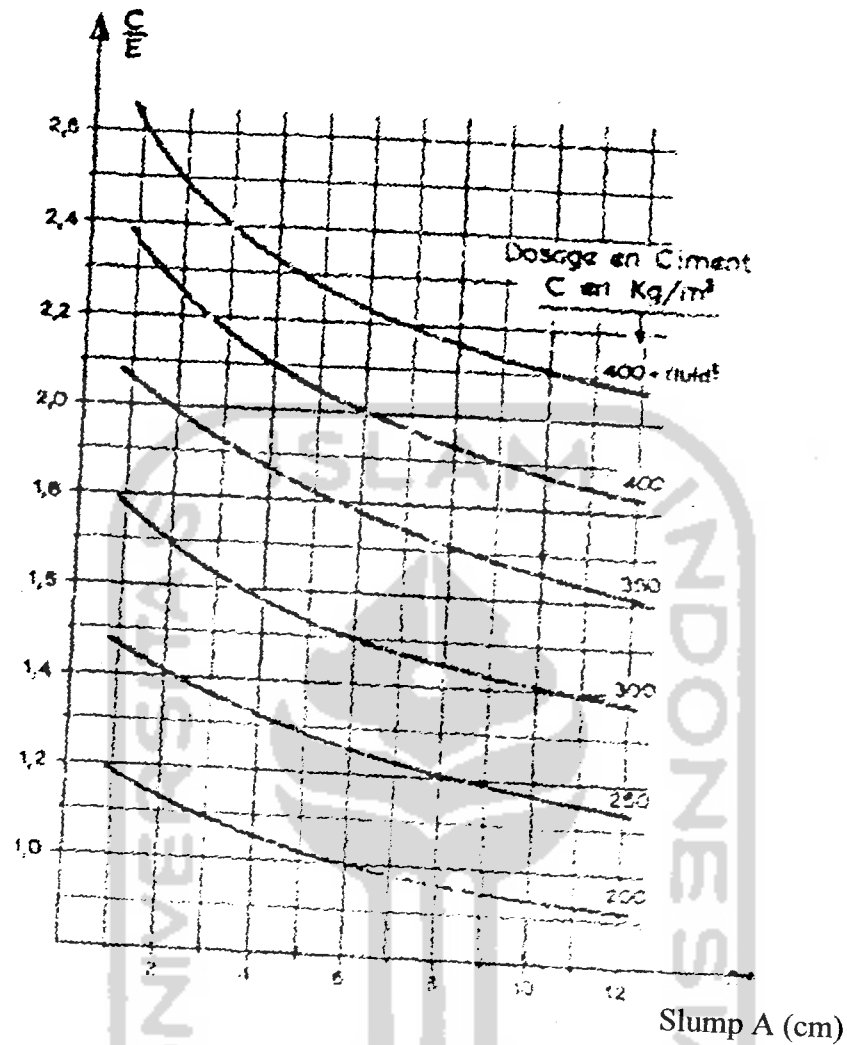
Setelah diperoleh data- data tersebut, hubungan antara semen dan air dapat dicari dengan rumus :

$$\sigma_{28} = G \cdot \sigma_c \cdot \left(\frac{C}{E} - 0,5 \right)$$

$$300 = 0,45 \cdot 500 \cdot \left(\frac{C}{E} - 0,5 \right)$$

$$C/E = 1,83$$

- Menentukan berat semen dengan menggunakan grafik nilai *slump* dan C/E.



Gambar 4.1 Kurva Hubungan antara perbandingan jumlah semen dengan air (C/E) dan nilai *Slump* (A)
 Dengan C/E = 1,83 dan slump 10 cm maka Dari gambar 4.1 diperoleh jumlah semen per-m³ beton pasir : C = 380 kg

3. Menghitung berat air

Berat air (E) = $\frac{C}{C/E}$, sehingga kebutuhan air per-m³ beton pasir :

$$E = \frac{380}{1,83} = 207,65 \text{ liter}$$

Mengingat beberapa faktor, maka berat air yang diperoleh harus dikoreksi sesuai dengan diameter maksimum agregat yang digunakan. Hubungan koreksi air dan diameter yang digunakan ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Koreksi Kadar Air

D (mm)	5	10	16	25	40	63	100
Koreksi (%)	+15	+9	+4	0	-4	-8	-12

Penelitian ini menggunakan ukuran maksimum sebesar 4,80 mm \approx 5,0 mm, maka jumlah air yang perlu setelah dikoreksi sebesar :

$$\begin{aligned} E \text{ (terkoreksi)} &= 207,65 + (15\% \cdot 207,65) \\ &= 238,797 \text{ liter} \approx 240 \text{ liter.} \end{aligned}$$

Setelah jumlah air dikoreksi, secara otomatis jumlah semen yang dibutuhkan juga akan berubah, sehingga jumlah semen yang dibutuhkan menjadi :

$$\begin{aligned} C \text{ (terkoreksi)} &= C \text{ (terkoreksi)} + (15\% \cdot 380) \\ &= 380 + (15\% \cdot 380) \\ &= 437 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. Menentukan perbandingan antara pasir halus dan pasir kasar

Secara umum bentuk kurva distribusi butiran agregat (kurva gradasi) berupa garis cembung, sedang campuran agregat untuk beton, yang merupakan gabungan antara agregat halus dan kasar berupa garis cekung. Oleh karena itu, terlebih dahulu harus dicari kurva patokan ("reference curve") yang sedapat mungkin harus didekati oleh granulometri gabungan antara kedua agregat. Kurva patokan berupa bilinear dengan titik patah A (x,y).

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini dikelompokkan menjadi dua fraksi, yaitu agregat dengan ukuran butiran $< 2,40$ mm dan agregat dengan ukuran butiran $2,40 - 4,80$ mm.

Untuk komposisi pasir halus dan pasir kasar ditentukan berdasarkan koordinat titik patah A (x,y) dari kurva patokan.

Absis dan koordinat titik patah menurut *Dreux* ditentukan seperti berikut:

- Absis x berdasarkan ukuran maksimum butiran (D mm)

$$\text{Jika } D \leq 25 \text{ mm, maka } x = D/2 \dots\dots\dots (4.2)$$

$$\text{Jika } D > 25 \text{ mm, maka } x = (D - 5)/2 \dots\dots\dots (4.3)$$

- Ordinat y dipengaruhi oleh ukuran maksimum agregat (D), jumlah semen per- m^3 beton, agregat dan pematatannya (K), serta modulus kehalusan butir agregat (Ks), seperti ketentuan di bawah ini :

$$y = 50 - \sqrt{D + K + Ks} \dots\dots\dots (4.4)$$

Tabel 4.3 Harga – harga K, Ks, Kp

Pemadatan		Lemah		Normal		Kuat	
		alam	pecah	alam	pecah	alam	pecah
Dosis semen Kg/m ³ beton	400+fluid	-2	0	-4	-2	-6	-4
	400	0	+2	-2	0	-4	-2
	350	+2	+4	0	+2	-2	0
	300	+4	+6	+2	+4	0	+2
	250	+6	+8	+4	+6	+2	+4
	200	+8	+10	+6	+8	+4	+6
		Koreksi Ks : Jika $M_f \neq 2,50$				$\rightarrow K_s = 6 M_f - 15$	
		Koreksi Kp : Untuk beton yang dipompa				$\rightarrow K_p = +5 @ +10$	

Maka : - Absis : $x = 4,80 / 2 = 2,40$

- Ordinat : $y = 50 - \sqrt{4,80} - 2 + K_s \rightarrow K_s = 6 (2.8375) - 15 = 2.025$
 $y = 50 - \sqrt{4,80} - 2 + 2.025 = 47.83 \approx 48$

- Koordinat titik patah : A (2,40 ; 48)

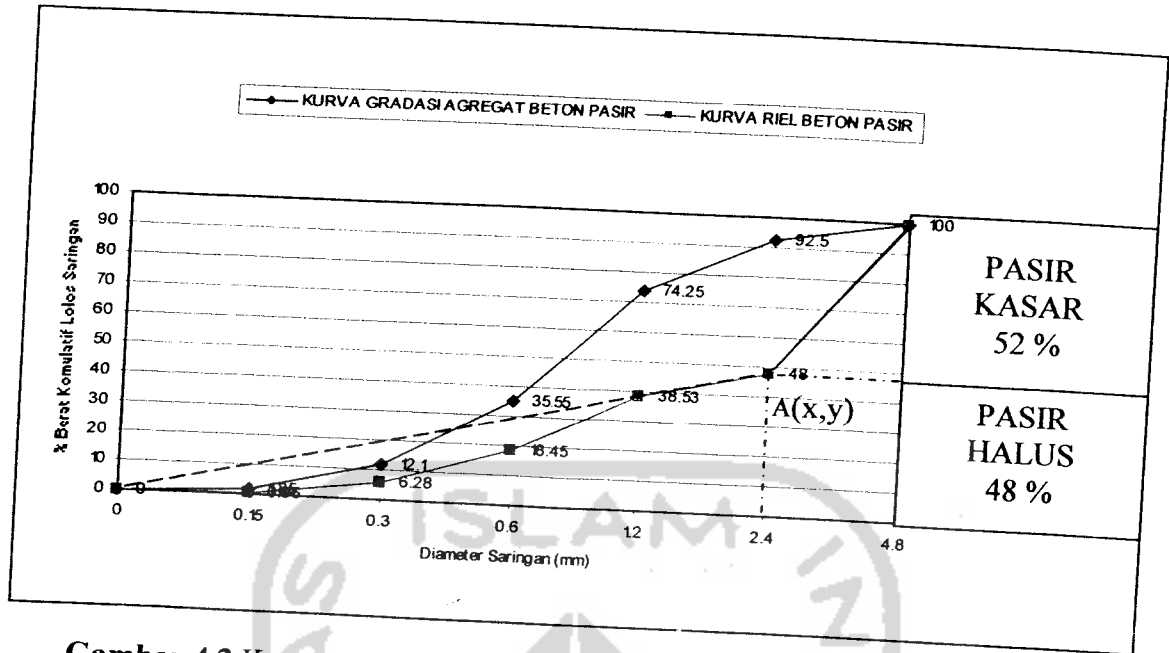
Dari gambar 4.2 diperoleh komposisi :

- pasir halus = 48%

- pasir kasar = 52%

Tabel 4.4 Distribusi Butiran Agregat untuk Beton Pasir

Pasir	Lubang saringan (mm)	Tertahan			% lolos pasir halus	% lolos pasir gabungan	% kumulatif lolos pasir gabungan
		Berat (gram)	% pasir	% pasir halus			
Halus 48 %	Wadah	37	1.85	2.00			
	0.15	205	10.25	11.08	2.00	0.96	0.96
	0.30	469	23.45	25.35	11.08	5.32	6.28
	0.60	774	38.7	41.84	25.35	12.17	18.45
	1.20	365	18.25	19.73	41.84	20.08	38.53
	2.40				19.73	9.47	48
	Jumlah pasir halus	1850		100			
Kasar 52 %	2.40	150	7.5				
	4.80	-					
Jumlah		2000	100			52.00	100
						100	



Gambar 4.2 Kurva Gradasi Agregat, Kurva Patokan, Kurva Riel Beton Pasir

Tabel 4.5 Klasifikasi Plastisitas Beton

Plastisitas Beton	Slump	Pemadatan
Sangat kental	0 – 20	Penggetaran sangat kuat
Kental	30 – 50	Penggetaran yang baik
Plastis	60 – 90	Penggetaran normal
Lembek	100 – 120	Tusukan
Encer	≥ 140	Tusukan lemah

Tabel 4.6 Koefisien Kekompakan Beton (γ)

Kekentalan beton	Cara pemadatan	Koefisien Kekompakan (γ)						
		D = 5	D = 10	D = 16	D = 25	D = 40	D = 63	D = 100
Lembek	Tusukan	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	P. lemah	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815	0,820	0,825
	P. normal	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
Plastis	Tusukan	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	P. lemah	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825	0,830	0,835
	P. normal	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830	0,835	0,840
	P. kuat	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
Kental	P. lemah	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	P. normal	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	P. kuat	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

- Harga – harga γ di atas berlaku untuk butiran alam, jika tidak harga γ dikoreksi :
 - 0,01 untuk pasir alam + batu pecah
 - 0,03 untuk butiran dari batu pecah
- Untuk butiran ringan, harga γ dikurangi dengan 0,03
- Untuk $C \neq 350 \text{ kg/m}^3$, harga γ dikoreksi dengan : $(C - 350) / 5000$

Dari uraian diatas, telah diketahui jumlah semen dan air untuk setiap m^3 beton pasir, sedang untuk agregat batu diperoleh presentase untuk setiap fraksi. Jumlah agregat ditentukan berdasarkan koefisien kekompakan (γ), yaitu koefisien yang menyatakan volume absolut yang terisi material padat (semen dan agregat), pada tabel 4.5

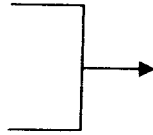
Koefisien kekompakan tergantung plastisitas beton, pada tabel 4.6, cara pemadatan dan ukuran maksimum agregat.

Pada penelitian ini memakai :

Beton Plastis

Pemadatan Normal

$D = 4,8 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$



koefisien kekompakan $\gamma = 0,770$

Untuk $C \neq 350 \text{ kg/m}^3$, nilai γ dikoreksi :

$$C = (437-350)/5000 = 0,0174$$

$$\text{Jadi, } \gamma = 0,770 - 0,0174 = 0,7526$$

$$\text{Volume Absolut} = 1000 \cdot \gamma$$

$$= 1000 \cdot 0,7526$$

$$= 752,6 \text{ liter/m}^3$$

$$\text{Volume Absolut semen} = \frac{437}{3,1} = 140,97 \text{ liter}$$

$$\text{Volume Absolut pasir} = 752,6 - 140,97 = 611,63 \text{ liter}$$

$$\text{Volume Absolut pasir halus} = 48\% \cdot 611,63 = 293,58 \text{ liter}$$

$$\text{Volume Absolut pasir kasar} = 52\% \cdot 611,63 = 318,05 \text{ liter}$$

Sehingga diperoleh komposisi campuran untuk 1 m^3 beton pasir :

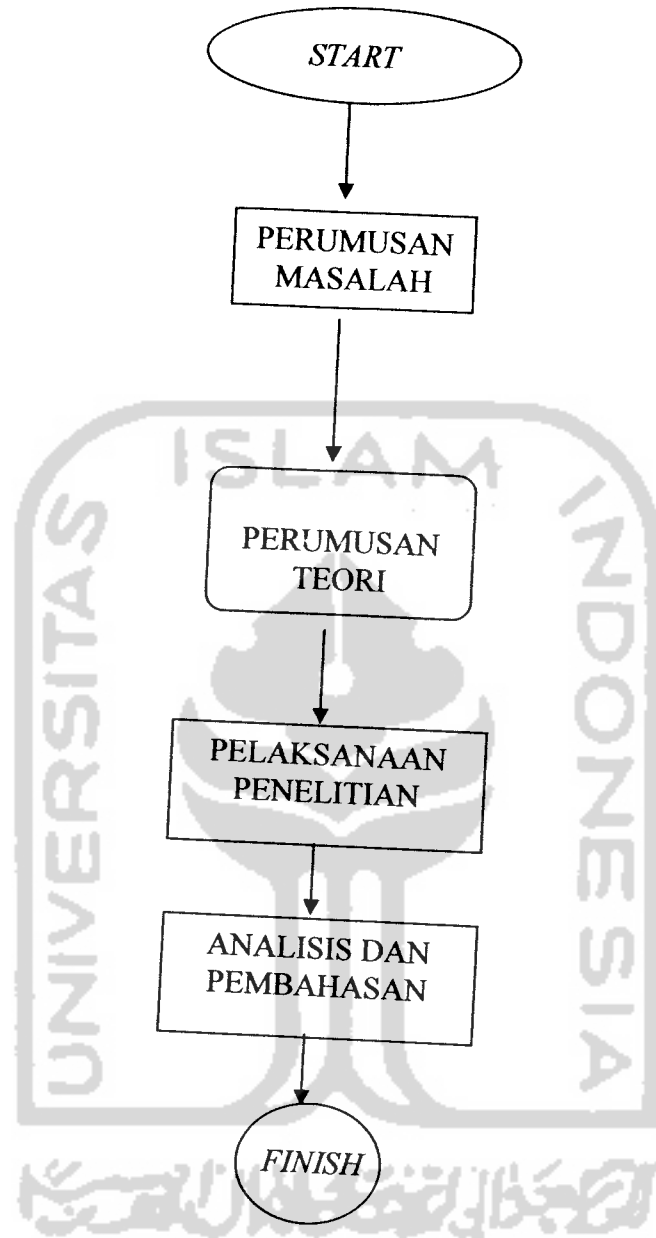
$$\text{Berat semen} = 437 \text{ kg}$$

$$\text{Berat air} = 240 \text{ kg}$$

$$\text{Berat pasir halus} = 293,58 \cdot 2,31 = 678,17 \text{ kg}$$

$$\text{Berat pasir kasar} = 318,05 \cdot 2,49 = 791,94 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Beton} = 2147,11 \text{ kg}$$



Gambar 4.3 *Flow Chart* Metode Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Data hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, kemudian dianalisis, Data yang disajikan berupa nilai *slump* dan *workability*, hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton pasir normal, beton pasir serat, serta variasi beton pasir serat dengan *superplasticizer*.

Pada dasarnya beton yang *brittle* akan ditingkatkan kekuatannya oleh adanya *fiber* karena retak-retak yang sering terjadi pada beton akan ditahan oleh *fiber* tersebut, sehingga beton yang menggunakan *fiber* akan mengubah sifat beton yang semula *brittle* menjadi *ductile*, pada daerah beton yang sudah retak peranan *fiber* sangat dominan. Retak yang terjadi pada beton tersebut ditahan oleh *fiber* dengan dua cara yaitu lekatan antara *fiber* dengan pasta semen (*bond strength*) dan kekuatan dari *fiber* itu sendiri. Bentuk geometri *fiber* yang lurus tanpa kait mengakibatkan *pull out resistance* hanya mengandalkan pada lekatan antar *fiber* dan betonnya.

5.2 Hasil Pengujian Nilai *Slump* Dan *Workability*

Dalam penelitian ini nilai *slump* yang direncanakan ± 10 cm, namun dari hasil uji *slump* pada penelitian ini diperoleh nilai *slump* sebesar 5 cm. Dengan demikian, nilai *slump* yang direncanakan pada penelitian ini tidak terpenuhi. Banyak faktor yang menyebabkan kehilangan nilai *slump* pada penelitian kali ini, diantaranya adalah dalam proses pembuatan/pengerjaan beton segar dilakukan pada saat cuaca panas, selain itu juga lamanya adukan dalam molen dan lain sebagainya. Mengingat nilai *slump* yang rendah akan menurunkan *workability* dan akibat dari penambahan *fiber* dalam adukan beton juga menurunkan tingkat *workability*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ari Novrizaldi (2006) menyatakan beton pasir normal mempunyai nilai *slump* 10,9 cm, tapi setelah penambahan serat 1,5% nilai *slump* menjadi 4,5 cm, Seiring menurunnya nilai *slump* pada adukan, maka tingkat *workability* juga akan menjadi menurun. Dengan kata lain, semakin banyak penambahan *fiber* dalam adukan beton, maka semakin menurun tingkat *workability*-nya, Jhon dan Dhir mengemukakan bahwa nilai *slump* dibawah 10 mm memiliki tingkat *workability* yang sangat rendah atau dengan kata lain boleh dikatakan tidak memiliki nilai *slump* (nilai *slump* nol). Bambang Suhendro (2000) juga mengemukakan bahwa beton dengan penambahan *fiber* (baja) perlu mendapat perhatian khusus diantaranya adalah masalah *workability*, yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan. Semakin banyak volume fraksi *fiber* dalam adukan, maka akan menjadikan beton *fiber* menjadi sulit untuk dikerjakan.

Sejalan dengan penambahan volume fraksi *fiber* dalam adukan beton pasir, maka nilai *slump* dalam suatu adukan akan semakin menurun, dan tingkat *workability* juga menurun. Oleh karena itu, bila nilai *slump* dari hasil pengujian dipertahankan, maka dikhawatirkan pada campuran adukan penambahan volume fraksi *fiber* ($V_f = 1,5\%$) dalam penelitian ini akan mendapatkan kendala dalam proses pengerjaan/pemadatan atau dengan kata lain beton menjadi sulit untuk dikerjakan, seiring menurunnya *slump* pada adukan beton.

Untuk menghindari permasalahan yang timbul pada penelitian ini akibat menurunnya nilai *slump* kami melakukan penambahan air seberat 1500 ml atau 1,5 kg setiap adukannya. Dengan konsistensi pada adukan lainnya diadakan penambahan air dengan berat yang sama. Tujuannya dasarnya adalah untuk menaikkan nilai *slump*, dengan maksud dasar agar nilai *slump* yang direncanakan dapat terpenuhi atau mendekati yang direncanakan. Dengan penambahan air tersebut *slump* untuk beton pasir normal dari 5 cm menjadi 9 cm. Dengan demikian kekhawatiran terhadap menurunnya tingkat *workability* secara drastis pada penambahan volume fraksi serat ($V_f = 1,5\%$) dalam penelitian ini dapat teratasi. Berikut dapat dilihat pada tabel 5.1 hasil pengujian nilai *slump* setelah penambahan air dan akibat penambahan *fiber*.

Tabel 5.1 Nilai Slump Adukan Beton Pasir, Penambahan *Fiber* Dan Penambahan *Superplasticizer*

NO	KODE	VARIASI		NILAI SLUMP (cm)
		Penambahan <i>fiber</i>	Penambahan SP	
1	BPN	0	0	9
2	BPS	1,50%	0	3,75
3	BPS -SP 0,25	1,50%	0,25%	9
4	BPS -SP 0,50	1,50%	0,50%	14
5	BPS -SP 0,75	1,50%	0,75%	15
6	BPS -SP 1,00	1,50%	1,00%	17
7	BPS -SP 1,25	1,50%	1,25%	19,5
8	BPS -SP 1,50	1,50%	1,50%	21

Keterangan :

BPN : Beton Pasir Normal
 BPS : Beton Pasir Serat
 SP : *Superplasticizer*

Dari tabel 5.1 terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai slump pada beton pasir normal akibat penambahan air dan nilai slump yang diperoleh sudah mendekati yang direncanakan. Dari tabel diatas juga terlihat dengan penambahan serat (*fiber*) akan mengurangi nilai *slump* dari beton pasir normalnya, namun apabila dibandingkan dengan nilai *slump* sebelum penambahan air, maka untuk *slump* beton pasir serat ($V_f = 1,5\%$) *slump*nya akan lebih kecil dari BPS yang sudah ditambah air. Dengan *slump* yang dimiliki BPS sebesar 3,75 cm masih layak dilakukan dalam pembuatan beton segar karena masih mudah diaduk dan dipadatkan, walaupun tingkat *workability* rendah.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan *fiber* kawat bendrat akan menurunkan kelecakan adukan sangat besar, sehingga akan mempersulit proses pengadukan, pengangkutan dan pengecoran beton. Hal disebabkan penyebaran serat secara random sehingga kawat bendrat akan kait mengait (mengkunci) dengan kata lain terjadinya *balling effect*. Pada proses

pengadukan belum terjadi *balling effect* (*fiber* yang ditambahkan cenderung menggumpal menjadi satu) yang cukup berarti.

Penggumpalan terjadi dipengaruhi oleh aspek rasio *fiber* dan peningkatan konsentrasi *fiber*. Pada penelitian ini, *fiber* yang digunakan memiliki panjang 40 mm dan diameter 1 mm, maka diperoleh aspek rasio *fiber* (l_f/d_f) sebesar 40, dengan demikian, menunjukkan bahwa aspek rasio *fiber* lebih kecil dari 50 ($l_f/d_f \leq 50$). Dengan kata lain, aspek rasio *fiber* penelitian kali ini berada di dalam aspek rasio rendah. Jadi dapat ditarik kesimpulan tidak terjadi penggumpalan (*balling effect*), sehingga memudahkan *fiber* untuk disebarkan secara merata dalam adukan beton dan akan terjadi ikatan yang baik dengan betonnya, tapi serat dengan aspek rasio rendah ($l_f/d_f \leq 50$) tidak akan terjadi ikatan yang baik dengan beton (Brigg,dkk 1974).

Sesuai dengan rumus (3,6) maka *fiber* yang akan menyebabkan adukan mulai sulit dan tidak mungkin diaduk adalah :

$$\begin{aligned} PW_{crit} &= 75 \frac{\pi \cdot \gamma_f \cdot d}{\gamma_c \cdot l} K \\ &= 75 \frac{\pi \cdot 6,68 \cdot 1,0}{2,5 \cdot 4,0} K \\ &= 15,73938 K \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} K &= \frac{W_m}{W_m + W_a} \\ &= \frac{28,633 + 15,667 + 44,231}{51,725 + 28,633 + 15,667 + 44,231} \\ &= 0,63121 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } PW_{crit} &= 15,04778 \times 0,63121 \\ &= 9,4983 \% \text{ (dari setiap adukan)} \end{aligned}$$

Total berat adukan beton untuk setiap adukan dengan menggunakan benda uji 8 silinder dan 3 buah balok adalah 140,26 kg, sehingga berat kandungan kritis *fiber* adalah sebesar :

$$\begin{aligned} W_{fiber} &= 9,4983 \% \times 140,26 \\ &= 13,32 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan *fiber* sebesar 1,5% dari adukan beton sebesar 2,1 kg masih memenuhi batas kritis kemudahan dalam adukan beton.

Kita ketahui bahwa penambahan air selain akan menurunkan kekuatan beton juga menyebabkan terjadinya segregasi. Namun dalam hasil pengujian kuat belah silinder, pada beton pasir tidak terjadi segregasi, hal ini dibuktikan dengan hampir tidak ada butir-butir kasar atau pasir kasar yang mengelompok dari campuran beton dan berakibat krepas. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan air pada penelitian kali ini sudah wajar dilakukan karena maksud tertentu yaitu meningkatkan kelecakan adukan untuk memperoleh tingkat *workability* yang tinggi, seiring dengan naiknya nilai slump. Hal ini dibuktikan dengan tidak terjadinya segregasi pada beton, dengan mengamati beton pasir yang telah diuji, tampak bahwa semua bahan susun beton sudah berinterlocking dengan benar.

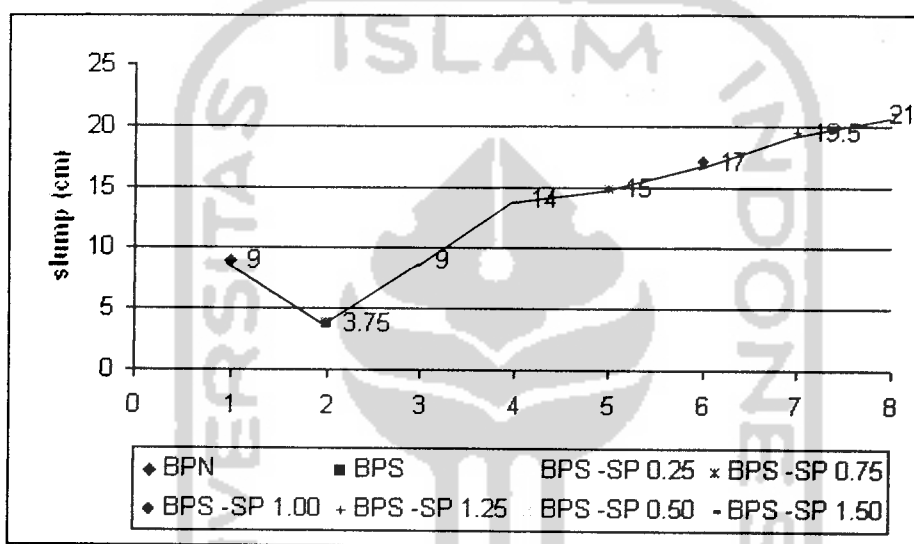
Dengan penambahan air pada penelitian kali ini maka perbandingan air dan semen (FAS) juga akan mengalami perubahan, Pada metode Dreux, bukan perbandingan air dan semen (FAS), tetapi perbandingan semen-air (C/E), Perbandingan semenair (C/E) sebelum penambahan air 1,83. Kuat desak rencana adalah :

$$\begin{aligned} \sigma_{28} &= G \cdot \sigma_c \left(\frac{C}{E} - 0,5 \right) \\ &= 0,45 \cdot 500 \cdot (1,83 - 0,5) \\ &= 300 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Setelah penambahan air 1,5 kg setiap adukan untuk 8 silinder dan 3 balok perbandingan semen-air (C/E) menjadi 1,67, maka :

$$\begin{aligned}\sigma_{28} &= G \cdot \sigma_c \cdot \left(\frac{C}{E} - 0,5 \right) \\ &= 0,45 \cdot 500 \cdot (1,67 - 0,5) \\ &= 262,78 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Penambahan *superplasticizer* pada adukan beton sebesar 0,25%-1,5 % dari berat semen terjadi peningkatan nilai *slump*, sebagaimana tersaji pada tabel 5.1 dan gambar 5.1 sehingga diharapkan pada pengadukan *fiber* dapat distribusi dengan baik.



Gambar 5.1 Grafik hubungan antara nilai slump dengan BPN, BPS, BPS-SP

5.3 Kuat Tekan

Kuat tekan rencana (f'_c) pada penelitian ini adalah 26,3 Mpa, namun setelah pengujian didapat kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) beton pasir normal sebesar 20,767 MPa. Seperti yang terlihat pada tabel 5.2. Jadi tekan pada penelitian kali ini tidak memenuhi yang direncanakan, hal ini disebabkan oleh kurangnya agregat pada penelitian ini, sehingga membutuhkan air yang lebih banyak, dan juga disebabkan faktor granular yang ada dalam metode Dreux kurang memenuhi pada agregat yang dipakai, dalam tabel 4.1 agregat minimum yang dipakai D<16

namun pada penelitian ini menggunakan diameter 4,8 mm sehingga rangenya terlalu jauh.

Sebagaimana ditunjukkan dalam tabel 5.2 dan serta gambar 5.2, penambahan *fiber* kawat bendrat ke dalam adukan beton akan meningkatkan kuat tekannya. Hal tersebut dimungkinkan karena *fiber* kawat bendrat dalam beton akan membatasi ukuran retak sehingga keruntuhan beton akan lebih lama karena tertahan oleh kuat lekatan (*bond strength*) antar *fiber* kawat bendrat dan beton. Peningkatan kuat tekan terbesar terjadi pada konsentrasi penambahan *fiber* 1,5%, yaitu sebesar dari berat adukan beton, dan *superplasticizer* 1,5% dari berat semen, yaitu sebesar 65,35%.

Contoh perhitungan untuk mencari kuat tekan benda uji beton silinder sebagaimana tersaji:

Dari data pengamatan dan pengujian benda uji BPN-1 (Beton Pasir) didapat:

$$\begin{aligned}
 F &= 355,187 \text{ KN} \\
 &= 36206,647 \text{ kg} \\
 D &= 15,01 \text{ cm} \\
 A &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (15,01 \text{ cm})^2 \\
 &= 176,861 \text{ cm}^2 \\
 \sigma_{tk} &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{36206.647}{176.861} \\
 &= 204,718 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tekan beton masing-masing benda uji (lampiran 6), selanjutnya data dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tekan betonnya.

Adapun contoh perhitungan untuk presentase penambahan kuat tekan BPN, BPS, BPS-SP terlihat pada tabel 5.3 sedangkan presentase penambahan kuat tekan beton serat dengan kuat tekan beton serat *superplasticizer* sebagaimana terlihat pada tabel 5.4 didapat :

Dari tabel 5.2 didapat data :

Kuat tekan rata-rata BPN (f_{cr}) = 20,767 Mpa

Kuat tekan rata-rata BPS = 25,237 Mpa

Penambahan kuat tekan = $\frac{(25,237 - 20,767)}{20,767} \times 100\%$
= 21,53 %

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	kode benda uji	variasi penambahan		kuat tekan (MPa)
		fiber (%)	SP (%)	
1	BPN	0	0	20,767
2	BPS	1,5	0	25,237
3	BPS-SP02,5	1,5	0,25	22,129
4	BPS-SP05,0	1,5	0,50	22,328
5	BPS-SP07,5	1,5	0,75	28,330
6	BPS-SP1,00	1,5	1,00	32,895
7	BPS-SP1,25	1,5	1,25	33,806
8	BPS-SP1,50	1,5	1,50	34,962

Tabel 5.3 Presentase Perubahan Kuat Tekan Beton Pasir Serat Dengan Atau Tanpa Zat *Additive Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Normal

No	kode benda uji	variasi penambahan		kuat tekan (MPa)	penambahan (%)
		fiber (%)	SP (%)		
1	BPN	0	0	20,767	0,00
2	BPS	1,5	0	25,237	21,53
3	BPS-SP02,5	1,5	0,25	22,129	6,56
4	BPS-SP05,0	1,5	0,50	22,328	7,52
5	BPS-SP07,5	1,5	0,75	28,330	36,42
6	BPS-SP1,00	1,5	1,00	32,895	58,40
7	BPS-SP1,25	1,5	1,25	33,806	62,78
8	BPS-SP1,50	1,5	1,50	34,962	68,35

Tabel 5.4 Presentase Perubahan Kuat Tekan Beton Pasir Serat Zat *Additive Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Serat.

No	kode benda uji	variasi penambahan		kuat tekan (MPa)	perubahan (%)
		fiber (%)	SP (%)		
1	BPS	1,5	0	25,237	0,00
2	BPS-SP0,25%	1,5	0,25	21,201	-15,99
3	BPS-SP0,50%	1,5	0,50	22,328	-11,53
4	BPS-SP0,75%	1,5	0,75	28,330	12,26
5	BPS-SP1,00%	1,5	1,00	32,895	30,34
6	BPS-SP1,25%	1,5	1,25	33,806	33,95
7	BPS-SP1,50%	1,5	1,50	34,962	38,53

Dari tabel 5.2 dan tabel 5.3 dapat dilihat bahwa seiring dengan penambahan *fiber* kawat bendrat akan semakin meningkatkan kuat tekan beton pasir tersebut, Hal tersebut dimungkinkan karena adanya *fiber* kawat bendrat dalam adukan beton tersebut mengakibatkan beton seolah-olah terkenggang, sehingga mampu menahan tegangan yang terjadi akibat pembebanan. Dengan demikian, adanya *fiber* kawat bendrat dalam beton tersebut akan membatasi retak secara berlebihan sehingga keruntuhan yang terjadi akan lebih lambat karena tertahan oleh kuat lekatan (*bond strength*) antara *fiber* dan beton.

Pada tabel 5.4 dapat dilihat bahwa penggunaan *superplasticizer* akan meningkatkan kuat tekan rata-rata beton *fiber*, kuat tekan tertinggi terjadi pada beton pasir serat dengan penambahan *superplasticizer* 1,5% sebesar 38,53% dari beton pasir seratnya. Peningkatan kuat tekan akibat *superplasticizer* ini dikarenakan semakin meratanya penyebaran *fiber* pada adukan beton sehingga *fiber* berfungsi layaknya tulangan pada beton.

Pada beton pasir serat dengan penambahan *superplasticizer* 0,25 % dan 0,5% terjadi penurunan kekuatan dari beton pasir serat tanpa *superplasticizer* itu dimungkinkan sebanya agregatnya tidak ssd dan juga penyebaran serat yang tidak merata. Pada pelaksanaan pengujian dapat dilihat secara visual pada tampang pecah dan retak beton pasir normal, terlihat bahwa retaknya lebih besar jika

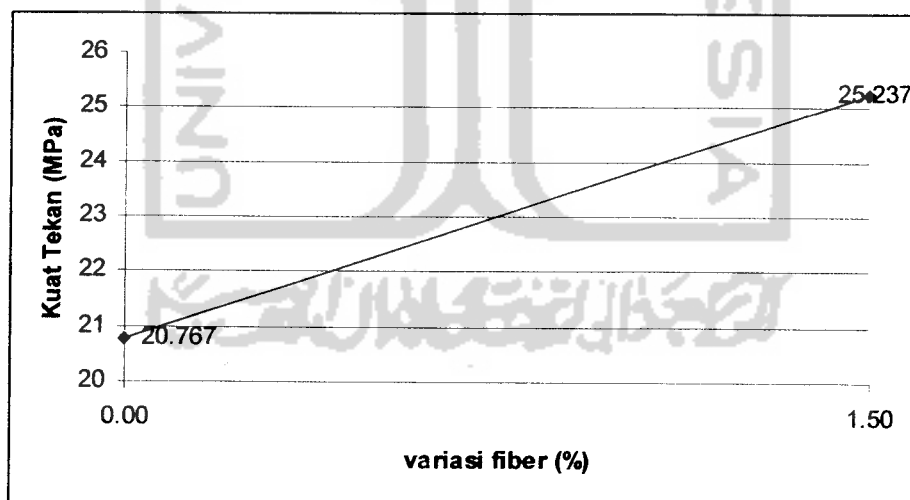
dibandingkan dengan beton pasir serat, hal ini disebabkan oleh orientasi sebaran yang random sehingga dapat menghalangi ukuran retak yang berlebihan.

Hasil yang sama ditunjukkan oleh Arie Novizaldy (2005) menggunakan uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm juga menunjukkan peningkatan kekuatan sebesar 22,69% dari beton pasir normal pada penambahan *fiber* kawat panjang 6 cm dengan orientasi random sebesar 1,5 % dari berat betonnya.

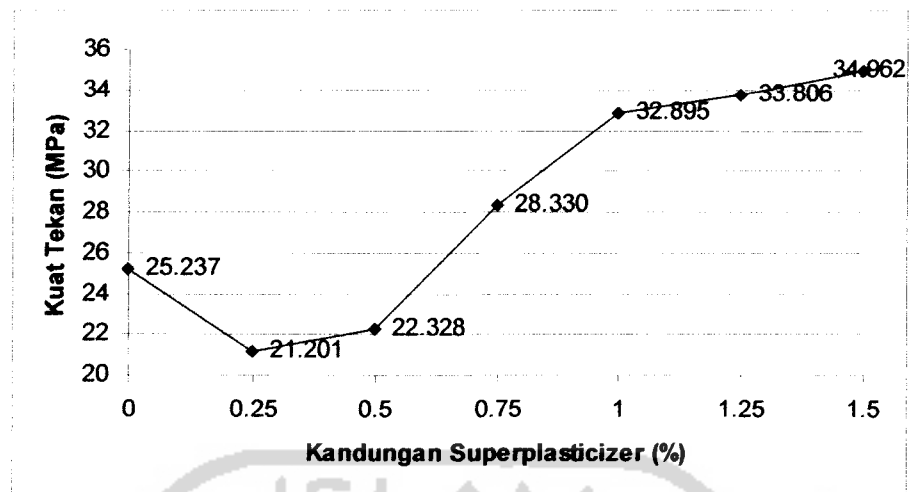
Penelitian yang lain dilakukan oleh Luthi Zamroni Yeftha (2004) dengan menggunakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan jenis steel *fiber* berupa kawat bendrat yang dipotong sepanjang 9 cm dan penambahan superplasticizer mendapatkan hasil peningkatan kuat tekan 2,756 % , 2,047%, 2,11% dari kuat tekan beton serat normalnya untuk konsentrasi penambahan *fiber* sebesar 1%, 2%, 3% dan penambahan *superplasticizer* sebesar 1%.

Dengan membandingkan hasil-hasil penelitian sebelumnya didapatkan kesimpulan bahwa penambahan *fiber* kawat bendrat dan penambahan akan meningkatkan kuat tekan betonnya.

Berikut ini dapat dilihat pada gambar 5.2 dan 5.3 peningkatan kuat tekan beton akibat penambahan kawat bendrat dan bendrat superplasticizer.



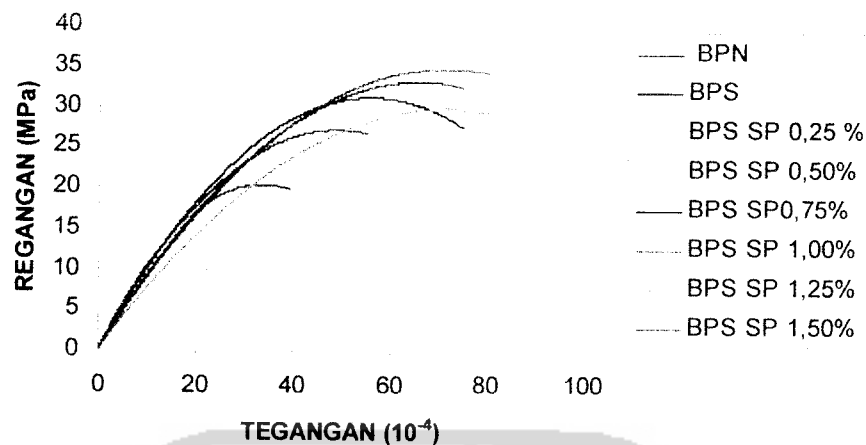
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Kuat Tekan Silinder Beton Pada Kenaikan Kandungan Fiber



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Kuat Tekan Betonpesir Serat 1,5% Pada Kenaikan Superplasticizer

5.4 Hasil Pengujian Tegangan-Regangan

Dengan memperlihatkan kurva tegangan-regangan seperti dilihat pada gambar 5.4 terlihat terjadi peningkatan kuat tekan. Ini menunjukkan bahwa penambahan *fiber* dalam adukan beton pasir memberi pengaruh terhadap kuat tekan beton pasir. Begitu juga pengaruh penambahan zat *addetive superplasticizer*. Dan bila dilihat perilaku setelah tercapainya tegangan maksimum beton pasir *fiber* masih dapat mempertahankan tegangan yang cukup besar dan regangan yang terjadi cukup besar. Luasan dibawah kurva menunjukkan bahwa besarnya energi yang dapat diserap selama proses pembebanan. Semakin besar luasan dibawah kurva, maka semakin liat bahan tersebut. Hal ini membuktikan bahwa terjadi penambahan modulus kenyal dari beton tersebut.



Gambar 5.4 Kurva Tegangan – Regangan

Jadi dapat disimpulkan bahwa penambahan volume fraksi fiber dalam adukan beton pasir akan meningkatkan kuat tekan maupun daktilitas beton. Namun perlu diingat bahwa penambahan fiber dalam adukan beton pasir akan menurunkan kelecakan adukannya. Namun peningkatan kuat tekan maupun daktilitas tidak banyak dipengaruhi oleh kuat tarik kawat tersebut. Hal itu tersebut terjadi karena *pull-out resistance* dari fiber hanya mengandalkan pada lekatan (bond) antara fiber dengan betonnya.

5.5 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan sifat beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi. Menurut *Edward G Nawi* modulus elastisitas adalah kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar $0,4 f_c$), modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis. Dari modulus elastisitas maka diketahui berapa besar kekuatan beton.

Secara teoritis penambahan *fiber* kedalam adukan akan meningkatkan kekuatan beton, yaitu ketahanan terhadap perubahan bentuk. Hal ini dapat ditunjukkan dengan semakin meningkatnya modulus elastisitas beton pasir fiber.

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

Untuk benda uji beton pasir fiber-superplasticize (BPS-SP 0,5%) didapat data:

$$\begin{aligned}\sigma_{maks} &= 20,834 \text{ MPa} \\ 0,4 \sigma_{maks} &= 8,334 \text{ MPa} \\ \varepsilon &= 8,020 \times 10^{-4} \\ E_{uji} &= \frac{8,334}{8,020 \cdot 10^{-4}} \\ &= 10391,705 \text{ MPa} \\ E_{teoritis} &= W_c^{1,5} \cdot 0,043 \sqrt{f'_c} \\ &= (2350,084)^{1,5} \cdot 0,043 \sqrt{20,834} \\ &= 22360,563 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Tabel 5.5 Modulus Elastisitas Beton

Kode Sampel	f _c maks (Mpa)	Titik pada teg		Modulus Elastisitas (MPa)	
		0,4.f _c maks		Uji (MPa)	Teoritis (MPa)
		f _c (MPa)	ε (10 ⁻⁴)		
BPN	20,767	8,307	7.616	10907.486	20716.572
BPS	25,237	10,095	10.077	10017.498	22998.313
BPS – SP025	21,201	8,480	10.034	8451.905	21079.219
BPS - SP 050	20,834	8,334	8.020	10391.705	22360.563
BPS - SP 075	28,33	11,332	11.307	10022.178	25131.469
BPS - SP 100	32,895	13,158	14.384	9147.415	27680.673
BPS - SP 125	33,806	13,522	18.733	7218.331	27450.845
BPS - SP 150	34,982	13,522	16.260	8600.698	28566.025

Catatan :

$$E_c \text{ teoritis} = (w_c)^{1,5} \cdot 0,043 \sqrt{f'_c}$$

Pada penelitian kali ini kuat tekan beton maksimal didapat pada variasi beton pasir serat (V_f=1,5%) dengan penambahan superplasticizer 1,5% dari berat semennya akan tetapi memiliki kekuatan modulus elastisitas yang lebih rendah dari pada beton pasir normal. Hal ini disebabkan karena pengaruh regangan yang

cukup besar pada beton pasir serat, bisa dikatakan bahwa beton pasir serat lebih kaku dibanding beton pasir tanpa serat. Menurut Murdock dan Brook, modulus Elastisita tidak berkaitan langsung dengan sifat-sfat beton lainnya, meskipun kekuatan yang lebih tinggi biasanya mempunyai haraga E yang lebih tinggi juga berdasar kan rumus teoritis. Pada penelitian ini didapatkan kekuatan beton tertinggi memiliki nilai modulus elastisitas sedikit lebih rendah.

Hasil yag sama ditunjukkan oleh *Arie Novizal dy* (2005) pada beton pasir dan beton pasir serat dengan volume serat 1,5% dengan variasi panjang 3, 4, 5, 6 cm diperoleh kuat desak 24,6156, 30,26020, 31,06550, 29,0862, 25,0062 Mpa didapat modulus elastis sebesar 25247,61, 18108,76, 21654,47, 23101,93, 10839,44 , dari data tersebut diperoleh kuat desak tertinggi pada beton pasir serat ($V_f = 1,5\%$) dengan panjang serat 4 cm, namun modulus elastisitas tertinggi pada beton pasir normal.

Dari tabel 5.5 dapat dilihat bahwa untuk beton pasir, beton pasir serat ataupun beton pasir serat dengan *superplasticizer* modulus elastisnya cukup jauh antara hasil uji dengan teoritis. Ini menunjukkan bahwa rumus $(w_c)^{1.5} \cdot 0,043 \sqrt{f_c}$ tidak dapat digunakan untuk perhitungan teoritis beton pasir.

5.6 Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metode uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*). Peningkatan kuat tarik tertinggi sebesar 26,82% sebagaimana tersaji dalam tabel 5.7, tabel 5.8 dan gambar 5.5 dicapai oleh beton dengan kandungan *fiber* sebesar 1,5% dari berat adukan beton dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 1,5% dari berat semennya.

Adapun contoh perhitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton silinder sebagaimana tersaji dalam tabel 5.6 dengan menggunakan rumus (3.12) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} F &= 249,269 \text{ KN} \\ &= 25409.664 \text{ kg} \\ t &= 30,30 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= 15,10 \text{ cm} \\
 \sigma_{tr} &= \frac{2F}{\pi \cdot t \cdot d} \\
 &= \frac{2 \cdot 25409,664}{\pi \cdot 30,3 \cdot 15,10} \\
 &= 35,37 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 3,537 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tarik beton normal masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tarik betonnya. Hal tersebut diulang untuk setiap variabel benda uji.

Adapun untuk perhitungan tabel 5.7 dan 5.8 sama seperti perhitungan secara berturut-turut untuk tabel 5.3 dan tabel 5.4.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik

No	kode benda uji	variasi penambahan		Kuat Tarik (MPa)
		fiber (%)	SP (%)	
1	BPN	0	0	2,690
2	BPS	1,5	0	3,258
3	BPS-SP02,5	1,5	0,25	3,243
4	BPS-SP05,0	1,5	0,50	3,133
5	BPS-SP07,5	1,5	0,75	3,299
6	BPS-SP1,00	1,5	1,00	3,317
7	BPS-SP1,25	1,5	1,25	3,321
8	BPS-SP1,50	1,5	1,50	3,411

Tabel 5.7 Presentase Perubahan Kuat Tarik Beton *Fiber* Normal Dan Beton *Fiber Superplasticizer* Terhadap Beton Normal

No	kode benda uji	kuat tarik (MPa)	penambahan (%)
1	BPN	2,690	0
2	BPS	3,258	21,10
3	BPS-SP02,5	3,243	20,56
4	BPS-SP05,0	3,133	16,49
5	BPS-SP07,5	3,299	22,63
6	BPS-SP1,00	3,317	23,29
7	BPS-SP1,25	3,321	23,47
8	BPS-SP1,50	3,411	26,82

Tabel 5.8 Presentase Perubahan Kuat Tarik Beton *Fiber Superplasticizer* Terhadap Beton *Fiber*

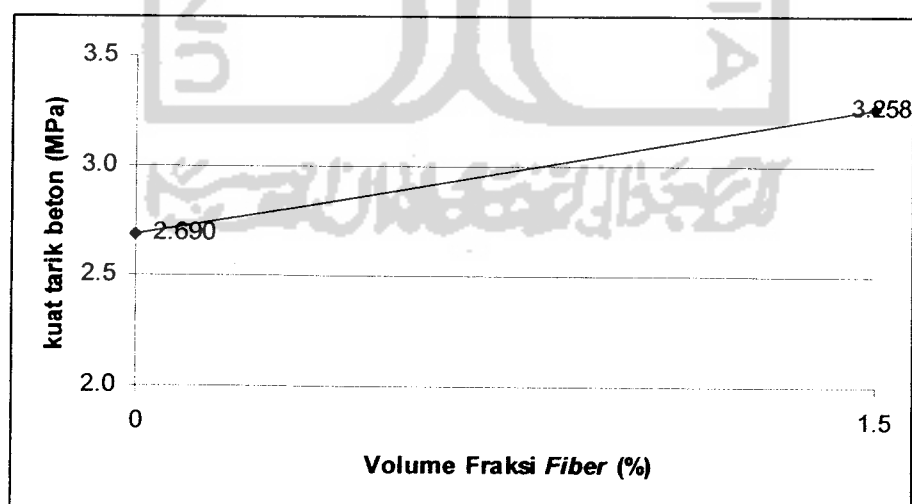
No	kode benda uji	Kuat Tarik (MPa)	penambahan (%)
1	BPS	3.258	0
2	BPS-SP02,5	3.243	-0.45
3	BPS-SP05,0	3.133	-3.81
4	BPS-SP07,5	3.299	1.26
5	BPS-SP1,00	3.317	1.81
6	BPS-SP1,25	3.321	1.96
7	BPS-SP1,50	3.411	4.72

Sejalan penambahan *fiber* menunjukan kuat tarik beton *fiber* semakin meningkat (tabel 5.7). Akibat penambahan *fiber* tersebut, beton akan yang dihasilkan akan lebih kuat dalam menahan tarikan, hal ini disebabkan oleh kuat tarik dari *fiber* kawat bendrat tersebut mampu menahan tarikan yang terjadi akibat pembebanan serta kuat lekatan (*bond strength*) antara *fiber* dan betonnya.

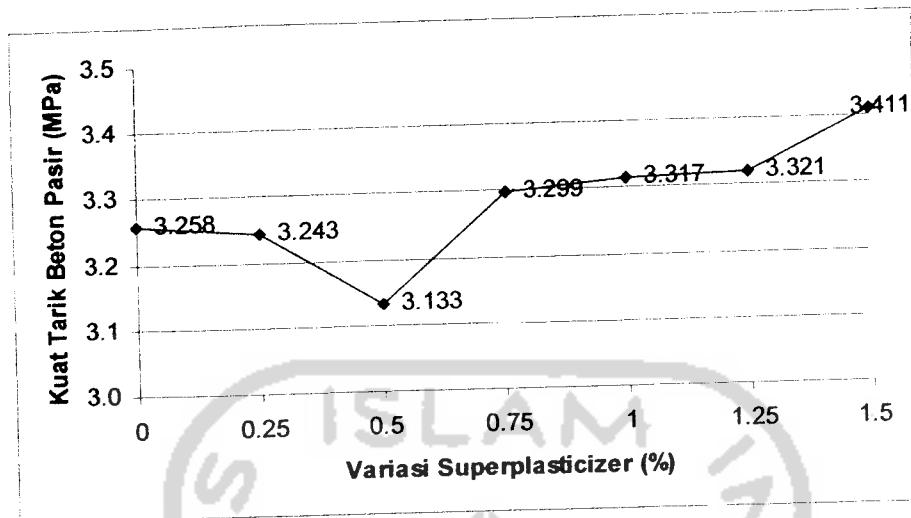
Penambahan *superplasticizer* pada adukan beton akan mengakibatkan kenaikan nilai *slump* beton *fiber* sehingga adukan beton lebih mudah dikerjakan.

Dengan semakin mudahnya pengerjaan adukan beton maka *fiber* dalam beton *fiber* dapat tersebar secara merata pada seluruh bagian beton sehingga akan berfungsi layaknya tulangan yang mampu menahan tarik. Namun pada adukan beton pasir dengan penambahan superplasticizer 0,25% dan 0,50% terjadi penurunan kekuatan tarik dari beton seratnya, disebabkan kesalahan pada pemadatan, dan juga karena berubahnya kandungan air dalam adukan beton pasir serat *superplasticizer* tersebut.

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



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Kuat Tarik Beton *Fiber* Terhadap Beton Normal



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Kuat Tarik Beton *Fiber superplasticizer* Terhadap Beton *fiber*

Dari gambar 5.6 dapat dilihat bahwa kuat tarik yang terjadi tidak konstan, hal ini karena penyebaran kawat bendrat yang tidak merata. Pada penelitian ini diperoleh kuat tarik maksimum pada variasi penambahan SP 1,50% yaitu sebesar 3,411 MPa .

Merujuk dari hasil pengujian kuat tarik beton pasir dapat diberikan kesimpulan penambahan *fiber* kawat bendrat akan meningkatkan kuat tarik beton. Dan penambahan superplasticizer akan menyebarkan *fiber* secara merata didalam adukan sehingga menambah kekuatan tarik beton pasir.

5.7 Kuat Lentur Dan Lendutan

5.7.1 Kuat Lentur

Pengujian lentur dilakukan terhadap benda uji dengan dua tumpuan dan dua titik pembebanan. Sehingga didapat daerah momen maksimum pada daerah L/3 tepat ditengah-tengah bentang.

Pada pengujian balok uji non *fiber*, pada saat beban mencapai maksimum dan terjadi retak pertama maka balok akan segera runtuh. Sedangkan pada balok

uji beton *fiber*, secara umum beban masih dapat meningkat setelah terjadi retak pertama meskipun peningkatan tersebut tidak terlalu besar. Keruntuhan akan terjadi secara perlahan diawali dengan suatu retak kecil yang mungkin

Hasil pengujian kuat lentur sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 5.9 dan gambar 5.8 bahwa peningkatan kuat lentur balok uji beton seiring dengan penambahan *fiber* dalam adukan beton. Kenaikan paling tinggi terjadi pada balok uji beton pasir *fiber* dengan tambahan zat *additive superplasticizer* sebesar 1,25% dari berat semennya.

Penambahan superplasticizer akan meningkatkan nilai slump dan workability sehingga *fiber* dapat tersebar dengan merata pada setiap bagian balok uji beton.

Adapun contoh perhitungan untuk mencari kuat lentur benda uji balok beton sebagaimana tersaji dalam tabel 5.9 digunakan rumus (3.17) adalah sebagai berikut :

Dari data pengamatan benda uji BPN-1 (Beton Pasir Normal) didapat :

$$F = 1415 \text{ kg}$$

$$F_{\text{koversi}} = 1512,163 \text{ kg}$$

$$L = 39,60 \text{ cm}$$

$$b = 10,09 \text{ cm}$$

$$h = 10,00 \text{ cm}$$

$$s = \frac{L - 10}{2} \text{ cm}$$

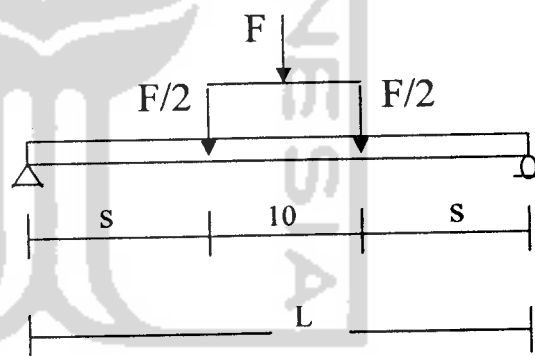
$$s = 10,00 \text{ cm}$$

$$\sigma_u = \frac{M}{(1/6).b.h^2}$$

$$M = \frac{F}{2} \cdot S$$

$$= \frac{1512,163}{2} \cdot 10$$

$$= 7560,813 \text{ kg.cm}$$



Gambar 5.7 Gambar Kuat Lentur

$$\sigma_u = \frac{7560,813}{(1/6) \cdot 10,09 \cdot 10^2}$$

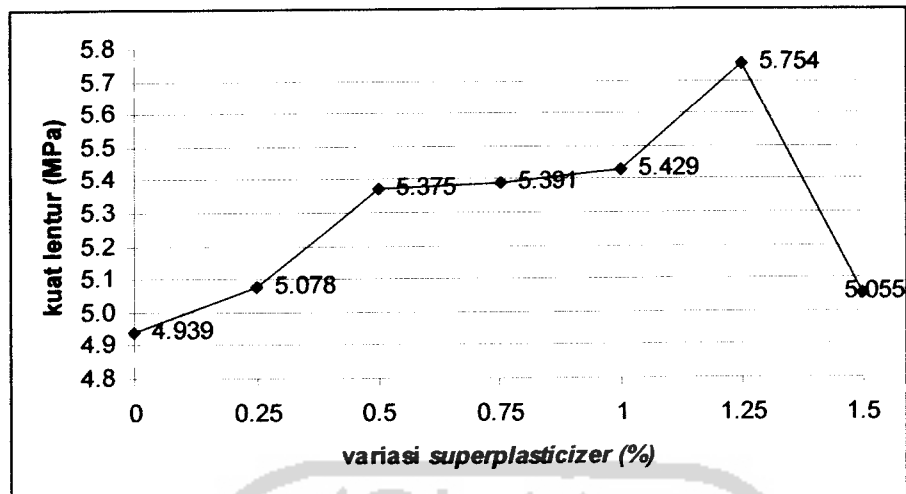
$$= 44,96 \text{ kg/cm}^2$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat lentur beton masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat lentur betonnya. Hal tersebut diulang untuk setiap variasi benda uji.

Adapun perhitungan tabel 5.10 dan tabel 5.11 sama seperti perhitungan tabel 5.3 dan 5.4.

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Pasir

No	kode benda uji	variasi penambahan		kuat lentur (MPa)
		fiber (%)	SP (%)	
1	BPN	0	0	4,637
2	BPS	1,5	0	4,939
3	BPS-SP02,5	1,5	0,25	5,078
4	BPS-SP05,0	1,5	0,50	5,375
5	BPS-SP07,5	1,5	0,75	5,391
6	BPS-SP1,00	1,5	1,00	5,255
7	BPS-SP1,25	1,5	1,25	5,754
8	BPS-SP1,50	1,5	1,50	5,055



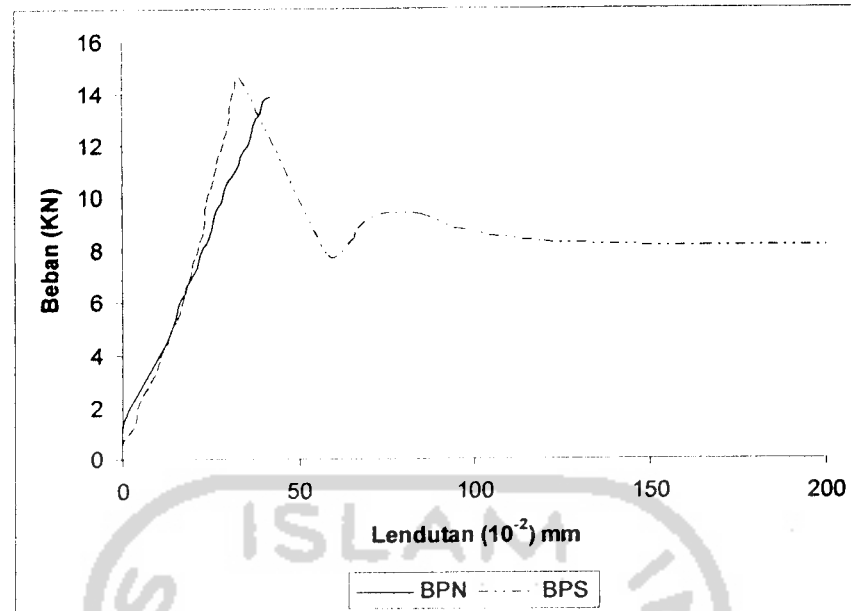
Gambar 5.9 Grafik Hubungan Kuat Lentur Beton Pasir *Fiber* Dengan Variasi *Superplasticizer*

Dari gambar 5.9 juga dapat dilihat bahwa peningkatan kekuatan lentur beton pasir ke variasi lainnya tidak linier, setelah penambahan SP 1,25 % kuat tekan beton mulai menurun, dan bisa dikatakan bahwa prosentase *superplasticizer* sebesar 1,25% adalah prosentase optimum. Dan secara visual dapat dilihat pada patahan benda uji terdapat banyak serat yang putus dibandingkan dengan serat yang tercabut. Demikian juga untuk benda uji yang peningkatan kuat lenturnya hanya sedikit, pada patahan baloknya hanya terdapat sedikit serat, dan hal ini menunjukkan pengaruh sifat serat yang mengalami sehingga serat mengalami penggumpalan.

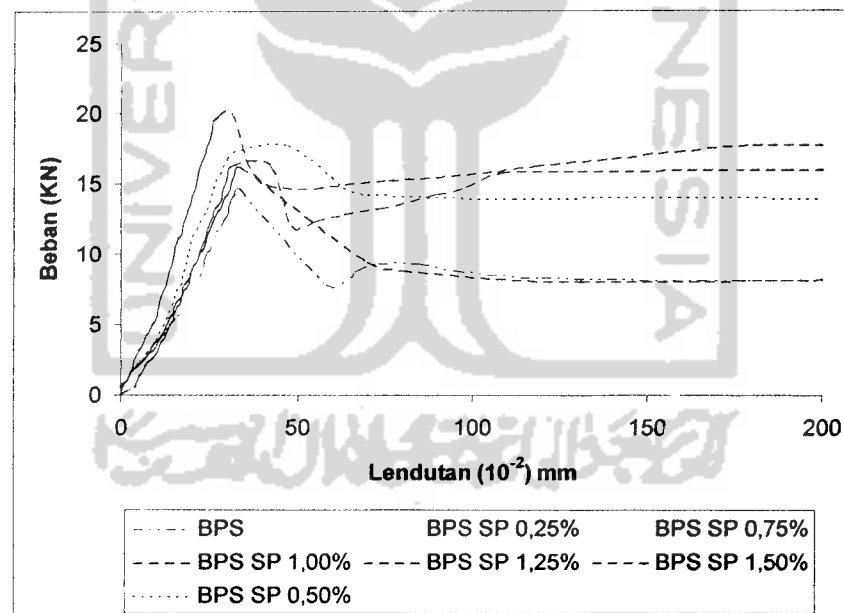
Seperi halnya pengujian kuat tarik, penurunan yang terjadi pada uji lentur juga berlangsung secara perlahan dan hal ini dikarenakan lekatan serat dan beton masih dapat menahan beban yang diberikan.

5.7.2 Hasil Pengujian Beban Lendutan Kuat Lentur

Pengujian beban lendutan dilakukan pada benda uji balok ukuran 10 x 10 x 40 cm pada beton berumur 28 hari, dimana untuk masing-masing variasi disajikan dalam kurva dibawah ini :



Gambar 5.10 Grafik Hubungan Beban-Lendutan Beton Pasir Normal Dengan Beton Pasir Serat



Gambar 5.11 Grafik Hubungan Beban-Lendutan Beton Pasir Serat Dengan Beton Pasir Serat *Superplasticizer*

Berdasarkan gambar 5.9 bahwa beton pasir normal setelah mengalami retak akibat beban maksimum, beton pasir tersebut langsung patah, namun pada beton pasir serat kawat bendrat setelah mengalami retak akibat beban maksimum, beton pasir serat tersebut masih bisa menahan beban yang terjadi dan masih bisa meningkatkan kekuatannya, meskipun lendutan yang terjadi sudah cukup besar beton serat tersebut masih mampu menahan serat.

Berdasarkan gambar 5.10 bahwa superplasticizer meningkatkan kemampuan benda uji menahan beban yang lebih besar, itu dikarenakan dengan semakin bagus penyebaran yang terjadi dalam adukan beton.

5.8 Hubungan Variasi Penambahan Serat Dan Superplasticizer Dengan Kekuatan Beton Pasir

Secara garis besar pengaruh penambahan serat kawat bendrat pada beton pasir sebesar 1,5% dari berat beton memberikan peningkatan kekuatan, baik kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur, hal tersebut dapat dilihat pada tabel 5.12

Tabel 5.12 Kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur beton pasir, beton pasir serat, serta beton pasir serat variasi *superplasticizer*

no	Kode benda uji	Variasi serat	Variasi <i>superplasticizer</i>	slump	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Lentur (MPa)
1	BPN	-	-	9	20,767	2,690	4,637
2	BPS	1,5	-	3,75	25,237	3,258	4,939
3	BPS-SP0,25	1,5	0,25 %	9	21,201	3,243	5,078
4	BPS-SP0,50	1,5	0,50 %	14	22,328	3,133	5,375
5	BPS-SP0,75	1,5	0,75 %	15	28,330	3,299	5,391
6	BPS-SP1,00	1,5	1,00 %	17	32,895	3,317	5,429
7	BPS-SP1,25	1,5	1,25 %	19,5	33,806	3,321	5,754
8	BPS-SP1,50	1,5	1,50 %	21	34,962	3,411	5,055

Panambahan volume fraksi serat (V_f) sebesar 1,5% dari berat betonnya akan menurunkan nilai *slump* yang sangat besar, tapi dengan *slump* 3,75 cm beton masih bisa dikerjakan walaupun *workability*nya rendah, namun setelah penambahan *superplasticizer* akan menambah nilai *slump* sehingga meningkatkan *workability*nya.

Untuk kuat tekan dan kuat tarik tertinggi tercapai pada beton serat dengan penambahan *superplasticizer* 1,5% dari berat semennya. Untuk itu dengan penambahan serat (V_f) sebesar 1,5% dengan panjang serat 4 cm akan meningkatkan kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur. Panjang serat 4cm merupakan panjang serat yang optimum.

Hal itu sama diberikan oleh Andika Sentani (2007) menunjukkan penambahan kawat 1,5% dari berat betonnya serta variasi panjang 3, 4, 5, 6. Peningkatan kuat desak terbesar pada variasi penamhan kawat bendrat dengan panjang 4 cm sebesar 26,209 % dari kuat desak beton pasir normal.

Penambahan *superplasticizer* akan meningkatkan *workability* sehingga penyebaran serat lebih baik. Namun pada penambahan *superplasticizer* sebesar 1,5% sudah terjadi bleeding, sehingga terjadi penurunan pada kuat lentur beton pasir serat SP tersebut. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan *superplasticizer* akan meningkatkan *workability* namun tergantung kebutuhan supaya tidak terjadi bleeding.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Penambahan *fiber* kawat bendrat ke dalam adukan beton pasir dengan bentuk geometri lurus, panjang 4 cm, serta variasi penambahan *superplasticizer* sebesar 0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,00%, 1,25% dan 1,50% dari berat semen akan mempengaruhi sifat struktur dan *workability* beton pasir. Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan:

- a. Dengan penambahan *fiber* kawat bendrat sebesar 1,5% dari berat adukan beton pasir normal terjadi peningkatan kuat tekannya yaitu sebesar 21,53% dari kuat tekan beton pasir normalnya.
- b. Peningkatan kuat tekan maksimum terjadi pada penambahan *fiber* kawat bendrat dengan penambahan *superplasticizer* 1,5% dari berat semen yaitu sebesar 38,53 % dari kuat tekan beton pasir *fibernya*. Diperoleh hubungan bahwa semakin tinggi presentase *superplasticizer* akan meningkatkan *workabilitynya* sehingga akan meningkatkan kuat tekan beton *fibernya*.
- c. Dengan penambahan *fiber* kawat bendrat sebesar 1,5% dari berat adukan beton pasir normal terjadi peningkatan kuat tariknya yaitu sebesar 21,10% dari kuat tekan beton pasir normalnya.
- d. Peningkatan kuat tarik maksimum akibat penambahan *superplasticizer* sebesar 1,5% dari berat semen ke dalam beton *fiber* kawat bendrat yaitu sebesar 3,411% dari beton pasir *fiber* kawat bendrat. Dari data diatas dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 1,5% dari berat semen dalam adukan beton *fiber* akan menaikkan kuat tarik beton *fiber*.
- e. Dengan penambahan *fiber* kawat bendrat sebesar 1,5% dari berat adukan beton pasir normal terjadi peningkatan kuat lenturnya yaitu sebesar 6,53 % dari kuat tekan beton pasir normalnya.
- f. Peningkatan kuat lentur maksimum akibat penambahan *superplasticizer* sebesar 1,25% dari berat semen ke dalam beton *fiber* kawat bendrat yaitu

sebesar 16,50% dari beton pasir *fiber* kawat bendrat. Dari data diatas dengan penambahan *superplasticizer* sebesar 1,25% dari berat semen dalam adukan beton *fiber* akan menaikkan kuat tarik beton *fiber*.

- g. Adanya penambahan *fiber* kedalam adukan beton pasir akan menjadikan beton menjadi lebih liat (*dactile*) sehingga mampu menahan tegangan tarik dan lentur lebih besar.
- h. Meskipun dapat memperbaiki *performance* beton, penambahan *fiber* akan menurunkan kecekan adukan (*workability*). Peningkatan kecekan dapat dilakukan dengan penambahan *superplasticizer* pada adukan beton.
- i. Meskipun dapat meningkatkan *workability* pada adukan beton *fiber*, penambahan *superplasticizer* yang berlebihan akan menyebabkan *bleeding* sehingga akan mengurangi kekuatan betonnya.
- j. Penyebaran serat sangat mempengaruhi kekuatan beton.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang diharapkan mampu melengkapi penelitian lebih lanjut, antara lain :

1. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap pengujian nilai *slump* dengan alat yang lebih akurat, agar diperoleh nilai *slump* yang lebih akurat pula.
2. Perlu dicari cara penyebaran serat agar bisa merata pada saat pengadukan dan pemadatan.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengujian geser dan kejut (*impact*) dari beton pasir dengan penambahan *superplasticizer*.
4. Perlu penelitian lebih lanjut dengan volume fraksi serat yang lebih mendekati volume serat kritis, guna mengetahui volume optimum untuk beton serat *superplasticizer*.
5. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis *fiber* yang lain, guna mengetahui pengaruh yang diberikan terhadap kuat tekan, tarik, dan kuat lentur beton pasir.

6. Perlu penelitian lebih lanjut dengan bentuk geometri *fiber* yang lain (seperti kedua ujungnya berkait, spiral dll), guna mengetahui pengaruh yang diberikan terhadap kuat tekan, tarik, dan kuat lentur beton pasir.
7. Perlu ketelitian dalam pembuatan benda uji agar tidak terjadi kesalahan yang akan mempengaruhi kekuatan beton pasir.
8. Perlu pengelompokan sampel untuk kuat desak, kuat tarik, dan kuat lentur, sehingga campuran adukan akan merata.



DAFTAR PUSTAKA

Santosonengty:
PENAN
UGM Y

Sukmawati, E
VARI/
GESEI

Lutfhi Zamro:
FIBER
TEKA
Yogya

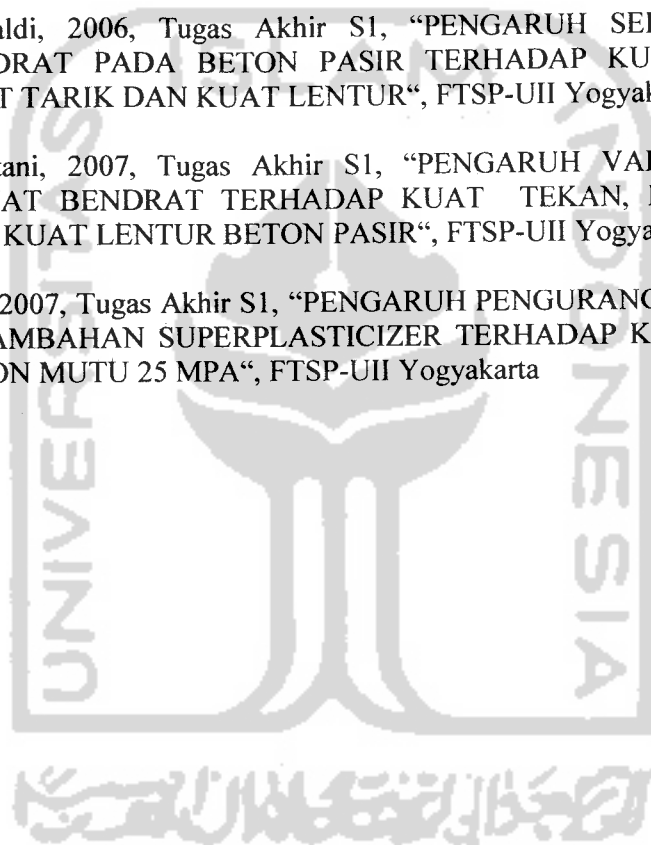
Ary Novriza
BENE
KUA

Andika Sent
KAW
DAN

Firmansyah, :
PENA
BETC

- A. Kadir Aboe, 1993, Thesis S2 "MIKRO BETON", FTSP-ITB Bandung.
- A. Kadir Aboe, 2005, Journal Teknisia, "PENGARUH KAWAT BENDRAT LURUS TERHADAP KUAT TARIK, KUAT LENTUR DAN KUAT TEKAN BETON SERAT", Yogyakarta
- Balaguru, Perumalsamy N, dan Surendra P.Shah, 1992, "FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES", Mc Graw-Hill,Inc.,New York.
- _____, 2005, "BUKU PEDOMAN TUGAS AKHIR DAN PRAKTEK KERJA", Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Nilson, Arthur H, Winter, George, 1991, "DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES",Mc Graw-Hill Book Corporation, Singapore.
- Edward G. Nawy, 1990,"BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR", Bandung.
- G. Kusuma, R. Sagel dan P. Kole, 1993, "PEDOMAN Pengerjaan Beton", Erlangga : Jakarta.
- Istimawan Dipohusodo, 1999, "STRUKTUR BETON BERTULANG", Gramedia, Jakarta.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono, 1992, "TEKNOLOGI BETON", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono, 1996, "TEKNOLOGI BETON", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Murdock, L.J., and Brook, K.M., 1991, "BAHAN DAN PRAKTEK BETON", terjemahan Ir. Stephanus Hendarko, Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, Tri. Ir, MT, 2004, "TEKNOLOGI BETON", Andi Offset, Yogyakarta
- Suhardjo, Dradjat Dr.,Ir.,SU, 2006, "METODOLOGI PENELITIAN", Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

- Santosonengtyas, Pratomo, 1991, Tugas Akhir S1, "PENGARUH PENAMBAHAN *FIBER* TERHADAP STRUKTUR BETON", FTSP-UGM Yogyakarta.
- Sukmawati, Erna dan Herawati, Ari, 2001, Tugas Akhir S1, "PENGARUH VARIASI PANJANG DAN PROSENTASE SERAT TERHADAP KUAT GESER PADA BETON BERTULANG", FTSP-UII Yogyakarta.
- Lutfhi Zamroni, Yefta, 2004, Tugas Akhir S1, "PENGARUH PENAMBAHAN *FIBER* KAWAT BINDRAT DAN SUPERPLASTICIZER PADA KUAT TEKAN, KUAT TARIK, DAN KUAT LENTUR BETON", FTSP-UII Yogyakarta.
- Ary Novrizaldi, 2006, Tugas Akhir S1, "PENGARUH SERAT KAWAT BENDRAT PADA BETON PASIR TERHADAP KUAT DESAK, KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR", FTSP-UII Yogyakarta.
- Andika Sentani, 2007, Tugas Akhir S1, "PENGARUH VARIASI SERAT KAWAT BENDRAT TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR BETON PASIR", FTSP-UII Yogyakarta
- Firmansyah, 2007, Tugas Akhir S1, "PENGARUH PENGURANGAN AIR DAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU 25 MPA", FTSP-UII Yogyakarta





LAMPIRAN 1

(HASIL ANALISA KADAR LUMPUR DAN BERAT JENIS)

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS PASIR HALUS ($\leq 2,36$)

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Di uji tanggal : 26 Maret 2007

Penguji : M Syukron Fikri
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Uraian	Sampel
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	475
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram	500
Berat piknometer+pasir+air, gram (Bt)	929
Berat piknometer+air, gram (B)	645
Berat jenis curah, gram/cm ³(1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,20
Berat jenis jenuh kering muka, gram/cm ³(2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,31
Berat jenis semu(3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,49
Penyerapan Air(4) $(500 - Bk) / Bk \times 100\%$	5,26

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam keadaan SSD, dalam gram

Kesimpulan :

Berat jenis jenuh kering muka pasir (SSD) = 2,31 gr/cm³

Disahkan

Yogyakarta, 26 Maret 2007

Dikerjakan oleh

M Syukron Fikri
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

M Syukron Fikri



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS KRIKIL ($> 2,36 \text{ s/d } \leq 4,75$)
No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Penguji : M Syukron Fikri
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Di uji tanggal : 26 Maret 2007

Uraian	Sampel
Berat Krikil kering mutlak, gram (Bk)	4580
Berat Krikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000
Berat krikil dalam air, gram (Ba)	2995
Berat jenis curah, gram/cm ³(1) Bk / (Bj - Ba)	2,28
Berat jenis jenuh kering muka, gram/cm ³(2) Bj / (Bj - Ba)	2,49
Berat jenis semu(3) Bk / (Bk - Ba)	2,89
Penyerapan Air(4) (Bj -Bk) / Bk x 100%	9,17

Keterangan :


5000 = Berat benda uji dalam keadaan SSD, dalam gram

Kesimpulan :

Berat jenis jenuh kering muka krikil (SSD) = 2,49 gr/cm³

Disahkan

Yogyakarta, 26 Maret 2007
Dikerjakan oleh


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

M Syukron Fikri



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

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

HASIL PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR PASIR LEWAT AYAKAN NO.200
No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Penguji : M Syukron Fikri
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Di uji tanggal : 26 Maret 2007

Uraian	Sampel
Berat agregat kering oven, gram (W1)	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (W2)	495
Berat yang lewat ayakan No.200, persen $((W1 - W2) / W1) * 100\%$	1,00

Keterangan :

Menurut PUBLI - 1982 berat yang lewat ayakan no.200 (0.075 mm) :

- Untuk pasir maksimum 5% (lima persen)
- Untuk krikil maksimum 1% (satu persen)

Disahkan

Yogyakarta, 26 Maret 2007
Dikerjakan oleh

M Syukron Fikri

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

M Syukron Fikri



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

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

HASIL PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR KRIKIL LEWAT AYAKAN NO.200
No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Penguji : M Syukron Fikri
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Di uji tanggal : 26 Maret 2007

Uraian	Sampel
Berat agregat kering oven, gram (W1)	500
Berat agregat kering oven setelah dicuci, gram (W2)	495
Berat yang lewat ayakan No.200, persen $((W1 - W2) / W1) * 100\%$	1,00

Keterangan :

Menurut PUBI - 1982 berat yang lewat ayakan no.200 (0.075 mm) :

- Untuk pasir maksimum 5% (lima persen)
- Untuk krikil maksimum 1% (satu persen)

Disahkan

Handwritten signature

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

Yogyakarta, 26 Maret 2007
Dikerjakan oleh

M Syukron Fikri



LAMPIRAN 2

(HASIL ANALISA SARINGAN DAN KURVA GRADASI PASIR)

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

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS
No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Di uji tanggal : 21 Maret 2007

sal : M Syukron Fikri
ian : Merapi
ian : Tugas Akhir

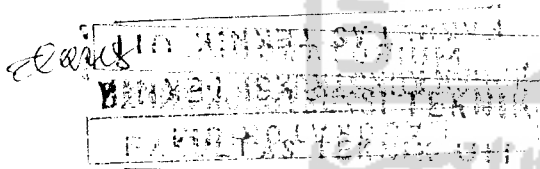
Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
4,80	0	0	0	100
2,40	150	7,50	7,50	92,5
1,20	365	18,25	25,75	74,25
0,60	774	38,70	64,45	35,55
0,30	469	23,45	87,90	12,1
0,15	205	10,25	98,15	1,85
Sisa	37	1,85	-	-
Jumlah	2000	100	283,75	-

ngan : Modulus Halus Butir (MHB) = $283.75/100 = 2.8375$

an

Yogyakarta, 21 Maret 2007
Dikerjakan oleh

M Syukron Fikri





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

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

GRADASI PASIR

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Penguji : M Syukron Fikri
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Di uji tanggal : 21 Maret 2007

Lubang	persen butir			
	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	60-76	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 analisis masuk daerah : 2 (dua)

Jenis Pasir : agak kasar

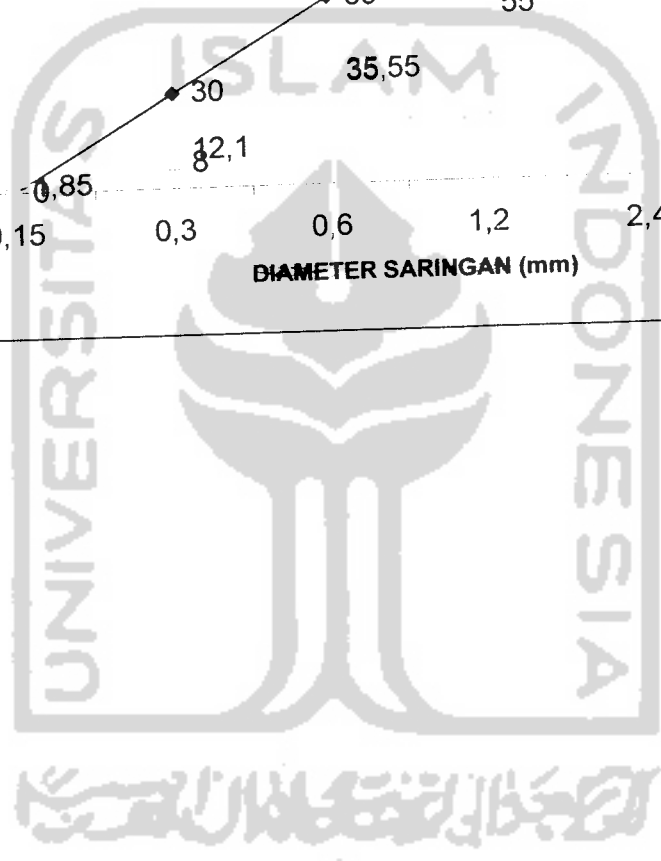
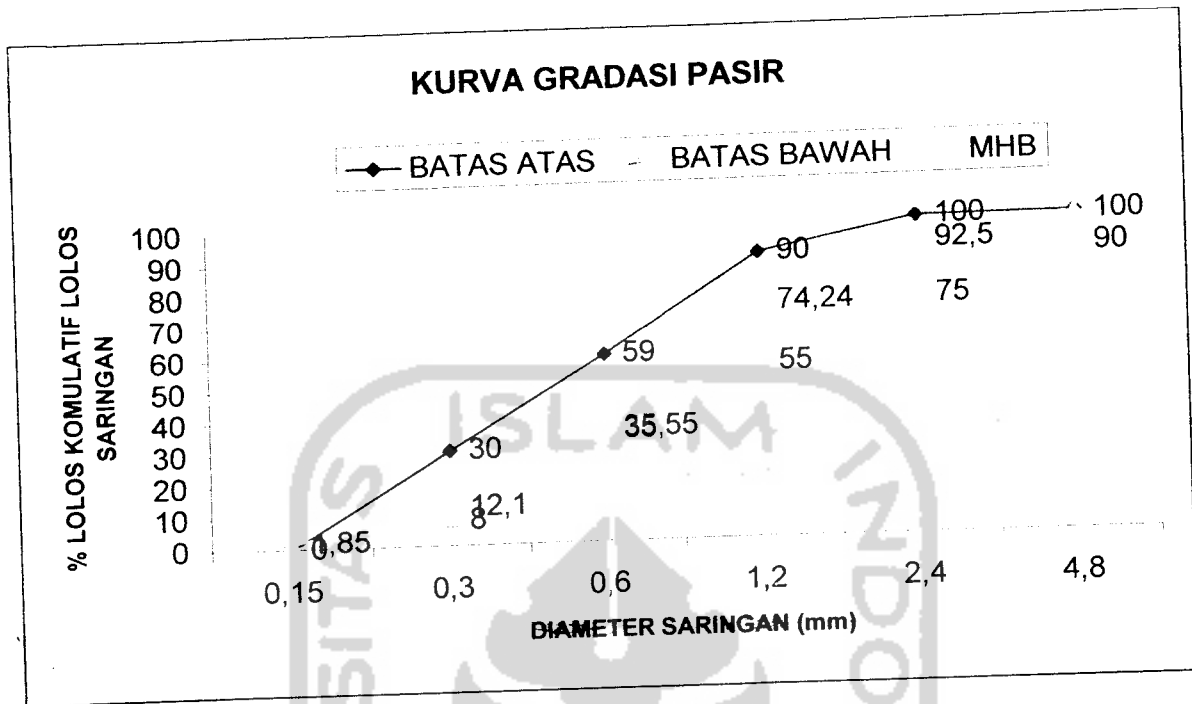
Disahkan

Yogyakarta, 21 Maret 2007

Dikerjakan oleh


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

M Syukron Fikri





LAMPIRAN 3

(KEBUTUHAN BAHAN MATERIAL PENYUSUNAN BETON)

Kebutuhan Bahan Penyusun Beton Dalam Adukan

1. Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 silinder adalah sebagai berikut :

Untuk silinder Φ 15 cm dan tinggi 30 cm, maka volumenya :

$$0,25 \times \pi \times \Phi^2 \times t = 0,25 \times \pi \times 15^2 \times 30$$
$$= 5301,4376 \text{ cm}^3$$

Untuk 1 silinder dalam $1 \text{ m}^3 = 0,005301 \text{ m}^3$

$$\text{Jumlah silinder dalam } 1 \text{ m}^3 = \frac{1 \text{ m}^3}{\text{vol. silinder}} = \frac{1}{0,005301} = 188,6792 \text{ buah}$$

Misal :

$$\text{Kebutuhan 1 silinder semen} = \frac{437}{188,679} = 2,316 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 silinder :

$$\text{Semen} = 2,316 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1,272 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir halus} = 3,59 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir kasar} = 4,20 \text{ kg}$$

$$\text{Berat beton} = 11,38 \text{ kg}$$

2. Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 balok adalah sebagai berikut :

$$\text{Volume 1 balok} = p \times l \times t$$

$$= 40 \times 10 \times 10$$

$$= 4000 \text{ cm}^3$$

$$\text{Vol 1 balok dalam } 1 \text{ m}^3 = 0,004 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah balok dalam } 1 \text{ m}^3 = \frac{1 \text{ m}^3}{\text{vol. balok}} = \frac{1}{0,004} = 250 \text{ buah}$$

Misal :

$$\text{Kebutuhan semen 1 balok} = \frac{437}{250} = 1,748 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan air 1 balok} = \frac{240}{250} = 0,96 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan P. halus 1 balok} = \frac{678,17}{250} = 2,713 \text{ kg}$$

$$\text{Kebutuhan P. kasar 1 balok} = \frac{791,94}{250} = 3,168 \text{ kg}$$

Kebutuhan material 1 balok :

$$\text{Semen} = 1,748 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,96 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir halus} = 2,713 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir kasar} = 3,168 \text{ kg}$$

$$\text{Berat beton} = 8,59 \text{ kg}$$

3. Kebutuhan Serat

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton tiap 1 m^3 adalah $1,5 \% \cdot 2147,11 = 32,20 \text{ kg}$

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton untuk 1 silinder beton adalah
 $1,5\% \cdot 11,38 = 0,17 \text{ kg}$.

Kebutuhan komposisi serat dari berat beton untuk 1 balok beton adalah
 $1,5\% \cdot 8,59 = 0,13 \text{ kg}$.

4. Kebutuhan Superplasticizer (SP)

Kebutuhan komposisi superplasticizer (SP) dari berat semen untuk 1 silinder beton dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 komposisi SP dari berat semen untuk 1 silinder beton :

NO	Persentase SP (%)	Berat SP (kg)
1	0	0
2	0,5	0,0116
3	1	0,0236
4	1,5	0,0347
5	2	0,0463
6	2,5	0,0579
7	3	0,06948

Kebutuhan komposisi superplasticizer (SP) dari berat semen untuk 1 balok beton dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 komposisi SP dari berat semen untuk 1 balok beton :

NO	Persentase SP (%)	Berat SP (kg)
1	0	0
2	0,5	0,0087
3	1	0,0175
4	1,5	0,0262
5	2	0,0345
6	2,5	0,0437
7	3	0,0524

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Maka :

Kebutuhan material tiap komposisi (untuk 1 silinder)

No	Kode benda uji	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir halus (kg)	P kasar (kg)	Serat (kg)	SP (kg)
1	BPN	2,316	1,272	3,59	4,20	0	0
2	BPS	2,316	1,272	3,59	4,20	0,17	0
3	BPS - SP050	2,316	1,272	3,59	4,20	0,17	0,0116
4	BPS – SP100	2,316	1,272	3,59	4,20	0,17	0,0236
5	BPS – SF150	2,316	1,272	3,59	4,20	0,17	0,0347
6	BPS – SP200	2,316	1,272	3,59	4,20	0,17	0,0463
7	BPS – SP250	2,316	1,272	3,59	4,20	0,17	0,0579
8	BPS – SP300	2,316	1,272	3,59	4,20	0,17	0,06948

Kebutuhan material tiap komposisi (untuk 1 balok)

No	Kode benda uji	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir halus (kg)	P kasar (kg)	Serat (kg)	SP (kg)
1	BPN	1,748	0,96	2,713	3,168	0,13	0
2	BPS	1,748	0,96	2,713	3,168	0,13	0
3	BPS - SP050	1,748	0,96	2,713	3,168	0,13	0,0087
4	BPS – SP100	1,748	0,96	2,713	3,168	0,13	0,0175
5	BPS – SP150	1,748	0,96	2,713	3,168	0,13	0,0262
6	BPS – SP200	1,748	0,96	2,713	3,168	0,13	0,0345
7	BPS – SP250	1,748	0,96	2,713	3,168	0,13	0,0437
8	BPS – SP300	1,748	0,96	2,713	3,168	0,13	0,0524

Kebutuhan material untuk setiap benda uji :

No	Kode	Berat Serat (%)	SP (%)	Jumlah Benda Uji		
				Desak	Tarik	Lentur
1	BPN	-	-	5	3	3
2	BPS	1,5	-	5	3	3
3	BPS – SP050	1,5	0,5	5	3	3
4	BPS – SP100	1,5	1,00	5	3	3
5	BPS – SP150	1,5	1,50	5	3	3
6	BPS – SP200	1,5	2,00	5	3	3
7	BPS – SP250	1,5	2,50	5	3	3
8	BPS – SP300	1,5	3,00	5	3	3
Jumlah				40	24	24

1. Uji Tekan 40 silinder
2. Uji Tarik 24 silinder
3. Uji Lentur 24 balok

Jadi :

Kebutuhan material (64 silinder)

Semen = $2,316 \times 64 = 148,224$ kg

Air = $1,272 \times 64 = 81,408$ kg

Pasir halus = $3,59 \times 64 = 229,76$ kg

Pasir kasar = $4,20 \times 64 = 268,80$ kg

$$\text{Serat} = 0,17 \times 56 = 9,52 \text{ kg}$$

Superplasticizer :

$$\text{- SP 0 \%} = 0 \times 16 = 0 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 0,5 \%} = 0,0116 \times 8 = 0,0928 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 1,0 \%} = 0,0236 \times 8 = 0,1888 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 1.5 \%} = 0,0347 \times 8 = 0,2776 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 2.0 \%} = 0,0463 \times 8 = 0,3704 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 2,5 \%} = 0,0579 \times 8 = 0,4632 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 3.0 \%} = 0,0695 \times 8 = 0,556 \text{ kg}$$

Kebutuhan material (24 balok)

$$\text{Semen} = 1,748 \times 24 = 41,952 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,96 \times 24 = 23,04 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir halus} = 2,713 \times 24 = 65,112 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir kasar} = 3,168 \times 24 = 76,632 \text{ kg}$$

$$\text{Serat} = 0,13 \times 21 = 2,73 \text{ kg}$$

Superplasticizer :

$$\text{- SP 0 \%} = 0 \times 6 = 0 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 0,5 \%} = 0,0087 \times 3 = 0,0261 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 1,0 \%} = 0,0175 \times 3 = 0,0525 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 1.5 \%} = 0,0262 \times 3 = 0,0786 \text{ kg}$$

$$\text{- SP 2.0 \%} = 0,0345 \times 3 = 0,1035 \text{ kg}$$

- SP 2,5 % = $0,0437 \times 3 = 0,1311$ kg

- SP 3.0 % = $0,0524 \times 3 = 0,1572$ kg

- **Kebutuhan berdasarkan benda uji dalam 1 adukan (8 silinder) untuk silinder beton dengan angka keamanan 20% :**

a. Semen = $1,20 \times 2,316 \times 8 = 22,234$ kg

b. Air = $1,20 \times 1,272 \times 8 = 12,211$ kg

c. Pasir halus = $1,20 \times 3,590 \times 8 = 34,464$ kg

d. Pasir kasar = $1,20 \times 4,2 \times 8 = 40,320$ kg

e. Serat = $1,2 \times 0,17 \times 8 = 1,6320$ kg

f. Superplasticizer :

- SP 0 % = $1,2 \times 0 \times 16 = 0$ kg

- SP 0,5 % = $1,2 \times 0,0116 \times 8 = 0,1114$ kg

- SP 1,0 % = $1,2 \times 0,0236 \times 8 = 0,2266$ kg

- SP 1.5 % = $1,2 \times 0,0347 \times 8 = 0,3331$ kg

- SP 2.0 % = $1,2 \times 0,0463 \times 8 = 0,4445$ kg

- SP 2,5 % = $1,2 \times 0,0579 \times 8 = 0,5558$ kg

- SP 3.0 % = $1,2 \times 0,0695 \times 8 = 0,6672$ kg

- **Kebutuhan berdasarkan benda uji dalam 1 adukan (3 balok) untuk balok beton dengan angka keamanan 20% :**

- Semen = $1,20 \times 1,748 \times 3$ = 6,293 kg
- Air = $1,20 \times 0,96 \times 3$ = 3,456 kg
- Pasir halus = $1,20 \times 3,271 \times 3$ = 9,767 kg
- Pasir kasar = $1,20 \times 3,168 \times 3$ = 11,405 kg
- Serat = $1,2 \times 0,13 \times 3$ = 0,468 kg
- Superplasticizer :
 - SP 0 % = $1,2 \times 0 \times 3$ = 0 kg
 - SP 0,5 % = $1,2 \times 0,0087 \times 3$ = 0,031 kg
 - SP 1,0 % = $1,2 \times 0,0175 \times 3$ = 0,063 kg
 - SP 1.5 % = $1,2 \times 0,0262 \times 3$ = 0,094 kg
 - SP 2.0 % = $1,2 \times 0,0345 \times 3$ = 0,124 kg
 - SP 2,5 % = $1,2 \times 0,0437 \times 3$ = 0,157 kg
 - SP 3.0 % = $1,2 \times 0,0524 \times 3$ = 0,189 kg



The logo of Universitas Islam Indonesia is a large, light gray watermark in the background. It features a central emblem with a crescent moon and a star above a stylized tree or plant. The emblem is enclosed in a rounded rectangular border. The word "ISLAM" is written in a sans-serif font across the top of the emblem. The words "UNIVERSITAS" and "INDONESIA" are written vertically on the left and right sides of the emblem, respectively.

LAMPIRAN 4

(TAHAPAN DALAM PEMBUATAN BENDA UJI)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

LANGKAH-LANGKAH PEMBUATAN BENDA UJI PENELITIAN INI :

1. Masukkan agregat kasar lebih dahulu, dalam penelitian ini agregat kasar adalah pasir kasar dengan ukuran agregat $> 2,4$ mm dan $< 4,8$ mm, kemudian molen dijalankan,
2. Kemudian masukan agregat halus, dalam penelitian ini agregat halus yang digunakan adalah pasir halus dengan ukuran agregat $\leq 2,4$ mm,
3. Kemudian masukan semen,
4. Setelah agregat dan semen telah terlihat bercampur (menyatu), masukan serat kawat bendrat (panjang 4 cm dan diameter 1 mm) dengan tangan secara perlahan-lahan dan hati-hati agar tidak terjadi penggumpalan atau (*balling efect*),
5. Setelah semen agregat, dan serat benar-bener tercampur (menyatu), masukan air kedalam molen,
6. Kemudian masukan superplasticizer sesuai takaran
7. Setelah bahan penyusun beton terlihat tercampur (menyatu), adukan dituang dalam wadah kemudian dilakukan pengujian *slump*,
8. Kemudian adukan beton dimasukan kedalam silinder dan balok, kemudian didalam silinder ditusuk-tusuk dengan besi penusuk dan dipukul dengan palu karet agar beton benar-benar padat dan tidak terjadi keropos pada beton,
9. Setelah itu, beton direndam ke dalam air selam 28 hari



LAMPIRAN 5

(DATA BENDA UJI)

جامعة الإسلام في إندونيسيا

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

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

**Data Benda Uji Silinder
Untuk Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian Tegangan-Regangan							
Kode Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (A) cm ²	volume (V) cm ³	Berat (w) kg	keterangan	
BPN-1	15,01	29,95	176,861	5296,974	11,90	Beton Pasir Normal	
BPN-2	15,05	30,25	177,804	5378,585	12,09		
Pengujian Kuat Tekan							
BPN-3	15,20	30,10	181,366	5459,129	12,10		
BPN-4	15,18	30,28	180,889	5477,332	12,10		
BPN-5	15,13	30,05	179,700	5399,978	12,20		
Pengujian Tegangan-Regangan							
Kode Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (L) cm ²	volume (V) cm ³	Berat (w) kg	keterangan	
BPS-1	15,05	32,00	177,804	5689,743	12,30	Beton Pasir Serat	
BPS-2	14,98	30,00	176,154	5284,629	12,15		
Pengujian Kuat Tekan							
BPS-3	15,175	30,175	180,770	5454,744	12,40		
BPS-4	15,125	30,075	179,581	5400,899	12,30		
BPS-5	15,20	30,30	181,366	5495,402	12,20		
Pengujian Tegangan-Regangan							
Kode Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (L) cm ²	volume (V) cm ³	Berat (w) kg	keterangan	
BPS 0.25%-1	15,00	30,50	176,625	5387,063	12,30	Beton Pasir Serat SP-0.25%	
BPS 0.25%-2	15,00	30,30	176,625	5351,738	12,20		
Pengujian Kuat Tekan							
BPS 0.25 %-3	15,00	30,40	176,625	5369,400	12,40		
BPS 0.25 %-4	15,05	30,00	177,804	5334,134	12,30		
BPS 0.25 %-5	15,05	30,00	177,804	5334,134	12,20		
Pengujian Tegangan-Regangan							
Kode Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (L) cm ²	volume (V) cm ³	Berat (w) kg	keterangan	
BPS 0.50%-1	15,50	30,00	188,596	5657,888	12,40	Beton Pasir Serat SP-0.50%	
BPS 0.50%-2	14,85	29,50	173,110	5106,750	12,30		
Pengujian Kuat Tekan							
BPS 0.50 %-3	14,70	29,75	169,631	5046,512	12,30		
BPS 0.50 %-4	14,90	29,75	174,278	5184,766	12,20		
BPS 0.50 %-5	15,00	29,75	176,625	5254,594	12,40		
Pengujian Tegangan-Regangan							
Kode Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (L) cm ²	volume (V) cm ³	Berat (w) kg	keterangan	
BPS 0.75%-1	15,10	30,05	178,988	5378,585	12,30	Beton Pasir Serat SP-0.75%	
BPS 0.75%-2	15,00	30,15	176,625	5325,244	12,20		
Pengujian Kuat Tekan							
BPS 0.75 %-3	15,10	30,10	178,988	5387,534	12,30		
BPS 0.75 %-4	15,10	30,25	178,988	5414,382	12,40		
BPS 0.75 %-5	15,10	30,40	178,988	5441,231	12,50		

LABORATORIUM
 Lampiran 5-1
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

n data benda uji kuat tekan

ujian Tegangan-Regangan

Code Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (L) cm ²	volume (V) cm ³	Berat (w) kg	keterangan	
PS 1.00 %-1	15,10	29,60	178,988	5298,040	12,20	Beton Pasir Serat SP-1.00%	
PS 1.00 %-2	15,10	30,30	178,988	5423,332	12,55		
ujian Kuat Tekan							
PS 1.00 %-3	15,00	29,90	176,625	5281,088	12,40		
PS 1.00 %-4	15,00	29,80	176,625	5263,425	12,30		
PS 1.00 %-5	15,00	30,10	176,625	5316,413	12,40		
ujian Tegangan-Regangan							
Code Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (L) cm ²	volume (V) cm ³	Berat (w) kg	keterangan	
PS 1.25 %-1	15,00	30,10	176,625	5316,413	12,10	Beton Pasir Serat SP-1.25%	
PS 1.25 %-2	15,20	30,50	181,366	5531,675	12,60		
ujian Kuat Tekan							
PS 1.25 %-3	14,90	30,20	174,278	5263,191	12,40		
PS 1.25 %-4	15,20	30,20	181,366	5477,265	12,30		
PS 1.25 %-5	15,00	30,40	176,625	5369,400	12,40		
ujian Tegangan-Regangan							
Code Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (L) cm ²	volume (V) cm ³	Berat (w) kg	keterangan	
PS 1.50 %-1	15,00	30,00	176,625	5298,750	12,40	Beton Pasir Serat SP-1.50%	
PS 1.50 %-2	15,00	30,20	176,625	5334,075	12,40		
ujian Kuat Tekan							
PS 1.50 %-3	15,10	30,00	178,988	5369,636	12,50		
PS 1.50 %-4	15,00	30,00	176,625	5298,750	12,30		
PS 1.50 %-5	15,10	30,00	178,988	5369,636	12,50		

Handwritten signature

**Data Benda Uji Silinder
Untuk Pengujian Kuat Tarik**

Kode Silinder	Diameter (d) cm	Tinggi (t) cm	Luas (A) cm ²	volume (V) cm ³	Berat (w) kg	keterangan
BPN-6	15,100	30,10	178,988	5387,534	11,99	Beton Pasir Normal
BPN-7	14,900	30,15	174,278	5254,477	11,80	
BPN-8	15,100	30,30	178,988	5423,332	12,20	
BPS-6	14,950	31,00	175,449	5438,933	12,40	Beton Pasir Serat
BPS-7	15,000	35,00	176,625	6181,875	12,60	
BPS-8	15,025	30,20	177,214	5351,870	12,40	
3PS 0.25 %-6	15,125	30,00	179,581	5387,430	12,15	Beton Pasir Serat SP-0.25%
3PS 0.25 %-7	15,175	30,50	180,770	5513,494	12,20	
3PS 0.25 %-8	15,000	30,20	176,625	5334,075	12,40	
3PS 0.50 %-6	15,070	30,00	178,277	5348,320	12,30	Beton Pasir Serat SP-0.50%
3PS 0.50 %-7	14,875	30,50	173,694	5297,652	12,30	
3PS 0.50 %-8	14,950	31,00	175,449	5438,933	12,40	
3PS 0.75 %-6	15,100	30,00	178,988	5369,636	12,25	Beton Pasir Serat SP-0.75%
3PS 0.75 %-7	15,100	30,00	178,988	5369,636	12,50	
3PS 0.75 %-8	15,000	30,05	176,625	5307,581	12,40	
BPS 1.00 %-6	15,100	30,10	178,988	5387,534	12,50	Beton Pasir Serat SP-1.00%
BPS 1.00 %-7	15,100	30,10	178,988	5387,534	12,60	
BPS 1.00 %-8	15,000	30,00	176,625	5298,750	12,40	
BPS 1.25 %-6	15,000	30,30	176,625	5351,738	12,30	Beton Pasir Serat SP-1.25%
BPS 1.25 %-7	15,100	30,10	178,988	5387,534	12,40	
BPS 1.25 %-8	14,900	30,20	174,278	5263,191	12,40	
BPS 1.50 %-6	15,100	30,30	178,988	5423,332	12,60	Beton Pasir Serat SP-1.50%
BPS 1.50 %-7	15,000	29,90	176,625	5281,088	12,40	
BPS 1.50 %-8	15,000	30,10	176,625	5316,413	12,40	

denis



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

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

Data Benda Uji Silinder
Untuk Pengujian Kuat Lentur

Kode Silinder	Berat (w) kg	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Panjang (L) cm	Panjang Joint (s)cm	keterangan
BPN-1	8,90	10,09	10,00	39,60	10	Beton Pasir Normal
BPN-2	8,81	10,85	10,10	40,00	10	
BPN-3	9,15	10,02	10,00	40,00	10	
BPS-1	9,10	9,80	10,10	39,70	10	Beton Pasir Serat
BPS-2	9,20	10,10	10,10	40,00	10	
BPS-3	9,10	9,99	10,20	39,60	10	
BPS 0.25 %-1	9,30	10,10	10,00	40,00	10	Beton Pasir Serat SP-0.25%
BPS 0.25 %-2	9,60	10,20	10,10	40,00	10	
BPS 0.25 %-3	9,50	10,30	10,00	40,10	10	
BPS 0.50 %-1	9,30	10,30	10,00	40,40	10	Beton Pasir Serat SP-0.50%
BPS 0.50 %-2	9,10	10,00	10,20	40,10	10	
BPS 0.50 %-3	9,10	10,30	10,00	39,75	10	
BPS 0.75 %-1	9,15	10,25	10,10	40,20	10	Beton Pasir Serat SP-0.75%
BPS 0.75 %-2	9,40	10,30	10,10	40,00	10	
BPS 0.75 %-3	9,55	10,30	10,15	39,90	10	
BPS 1.00 %-1	9,60	10,10	10,10	40,00	10	Beton Pasir Serat SP-1.00%
BPS 1.00 %-2	9,20	10,20	10,00	40,10	10	
BPS 1.00 %-3	9,10	10,00	9,90	40,20	10	
BPS 1.25 %-1	9,50	10,10	10,10	40,30	10	Beton Pasir Serat SP-1.25%
BPS 1.25 %-2	9,55	10,10	10,00	40,00	10	
BPS 1.25 %-3	9,55	10,00	10,00	40,00	10	
BPS 1.50 %-1	9,35	9,90	10,20	39,60	10	Beton Pasir Serat SP-1.50%
BPS 1.50 %-2	9,50	10,20	10,10	40,00	10	
BPS 1.50 %-3	9,20	10,00	9,80	39,60	10	

Handwritten signature
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



LAMPIRAN 6

(HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN)

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

Hasil Pengujian Kuat Tekan

no	Kode Silinder	Luas cm ²	Beban Maksimum (kN)		Beban Konversi (kN)		Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Konversi (MPa)	Ket
			kN	kg	kN	kg			
1	BPN-1	176,861	360,800	36778,797	355,187	36206,647	20,795	20,472	
2	BPN-2	177,804	366,800	37390,418	361,091	36808,481	21,029	20,702	
3	BPN-3	181,366	401,000	40876,657	394,789	40243,527	22,538	22,189	
4	BPN-4	180,889	356,300	36320,082	350,756	35754,893	20,079	19,766	
5	BPN-5	179,700	370,800	37798,165	365,027	37209,705	21,034	20,707	
	Rata-rata		371,14	37.832,82	365,37	37.244,65	21,10	20,77	
6	BPS-1	177,804	511,000	52089,705	506,919	51673,701	28,739	28,510	
7	BPS-2	176,154	474,200	48338,431	469,404	47849,542	26,920	26,647	
8	BPS-3	180,770	439,500	44801,224	434,031	44243,680	24,313	24,010	
9	BPS-4	179,581	414,400	42242,610	408,448	41635,882	23,076	22,744	
10	BPS-5	181,366	445,600	45423,038	440,252	44877,880	24,569	24,274	
	Rata-rata		456,940	46579,001	451,811	46056,137	25,523	25,237	
11	BPS 0.25%-1	176,625	378,800	38613,660	372,899	38012,151	21,447	21,112	
12	BPS 0.25%-2	176,625	342,000	34862,386	336,678	34319,878	19,363	19,062	
13	BPS 0.25 %-3	176,625	441,100	44964,322	435,626	44406,361	24,974	24,664	
14	BPS 0.25 %-4	177,804	315,900	32201,835	310,986	31700,877	17,767	17,490	*
15	BPS 0.25 %-5	177,804	426,700	43496,433	420,987	42914,098	23,998	23,677	
	Rata-rata		380,900	38827,727	375,435	38270,673	21,510	22,129	

Keterangan : * Benda uji BPS 0,25 % -4 dianggap gagal (tidak dipakai)

Lampiran 6-1

LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lanjutan Pengujian Kuat Tekan

no	Kode Silinder	Luas cm ²	Beban Maksimum (kN)		Beban Konversi (kN)		Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Konversi (MPa)	Ket
			kN	kg	kN	kg			
16	BPS 0.50%-1	188,596	461,300	47023,446	456,255	46509,144	24,460	24,192	
17	BPS 0.50%-2	173,110	401,600	40937,819	395,400	40305,851	23,199	22,841	
18	BPS 0.50 %-3	169,631	374,600	38185,525	368,766	37590,867	22,083	21,739	
19	BPS 0.50 %-4	174,278	363,600	37064,220	357,942	36487,503	20,863	20,539	*
20	BPS 0.50 %-5	176,625	267,200	27237,513	262,469	26755,230	15,128	14,860	
Rata-rata			373,660	38089,705	368,167	37529,719	21,147	22,328	
21	BPS 0.75%-1	176,625	537,300	54770,643	533,729	54406,596	30,420	30,218	
22	BPS 0.75%-2	176,625	575,700	58685,016	572,868	58396,361	32,594	32,434	
23	BPS 0.75 %-3	176,625	415,500	42354,740	409,570	41750,255	23,524	23,189	
24	BPS 0.75 %-4	177,804	421,800	42996,942	415,994	42405,118	23,723	23,396	
25	BPS 0.75 %-5	177,804	579,100	59031,601	576,333	58749,532	32,569	32,414	
Rata-rata			505,880	51567,788	501,699	51141,572	28,566	28,330	
26	BPS 1.00 %-1	178,988	623,100	63516,820	620,591	63261,101	34,812	34,672	
27	BPS 1.00 %-2	178,988	590,500	60193,680	587,960	59934,710	32,991	32,849	
28	BPS 1.00 %-3	176,625	522,300	53241,591	518,436	52847,707	29,571	29,352	
29	BPS 1.00 %-4	176,625	602,400	61406,728	600,026	61164,690	34,106	33,972	
30	BPS 1.00 %-5	176,625	569,400	58042,814	593,972	60547,564	32,238	33,629	
Rata-rata			581,540	59280,327	584,197	59551,154	32,744	32,895	

Keterangan : * Benda uji BPS 0.50 %-4 dianggap gagal (tidak dipakai)

Lampiran 6-2

Handwritten signature and stamp:
 [Signature]
 [Stamp: LABORATORIUM TEKNIK BAHAN]

Lanjutan Pengujian Kuat Tekan

no	Kode Silinder	Luas cm ²	Beban Maksimum		Beban Konversi		Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Konversi (MPa)	Ket
			kN	kg	kN	kg			
31	BPS 1.25 %-1	176,625	422,500	43068,298	426,898	43516,616	23,921	24,170	*
32	BPS 1.25 %-2	181,366	559,000	56982,671	555,850	56661,570	30,822	30,648	
33	BPS 1.25 %-3	174,278	639,400	65178,390	636,791	64912,396	36,689	36,539	
34	BPS 1.25 %-4	181,366	688,800	70214,068	685,877	69916,127	37,978	37,817	
35	BPS 1.25 %-5	176,625	573,300	58440,367	533,729	54406,626	32,459	30,218	
Rata-rata			576,600	58776,759	567,829	57882,667	32,374	33,806	
36	BPS 1.50 %-1	176,625	597,300	60886,851	594,889	60641,050	33,817	33,681	
37	BPS 1.50 %-2	176,625	618,200	63017,330	615,723	62764,792	35,001	34,860	
38	BPS 1.50 %-3	178,988	669,400	68236,494	666,604	67951,438	37,399	37,243	
39	BPS 1.50 %-4	176,625	587,100	59847,095	584,492	59581,244	33,240	33,092	
40	BPS 1.50 %-5	178,988	645,800	65830,785	643,149	65560,592	36,081	35,933	
Rata-rata			623,560	63563,711	620,971	63299,823	35,108	34,962	

Keterangan : * Benda uji BPS 1,25 %-1 dianggap gagal (tidak dipakai)



LABORATORIUM
BOHIM KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK III



LAMPIRAN 7

(HASIL TEGANGAN-REGANGAN KUAT TEKAN)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



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

Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPN -1**
Diameter : 15,01 cm
Luas (A0) : 176,8606 cm²
Tinggi (Lo) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 11,9 kg
P max : 360,8 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³) mm	Regangan (10 ⁻⁴)	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi
					-0,192308
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	6	0,30	0,576	0,4923
20	2038,7360	15	0,75	1,153	0,9423
30	3058,1040	25	1,25	1,729	1,4423
40	4077,4720	35	1,75	2,305	1,9423
50	5096,8400	46	2,30	2,882	2,4923
60	6116,2080	66	3,30	3,458	3,4923
70	7135,5760	69	3,45	4,035	3,6423
80	8154,9440	80	4,00	4,611	4,1923
90	9174,3120	92	4,60	5,187	4,7923
100	10193,6800	104	5,20	5,764	5,3923
110	11213,0480	114	5,70	6,340	5,8923
120	12232,4160	128	6,40	6,916	6,5923
130	13251,7840	140	7,00	7,493	7,1923
140	14271,1520	155	7,75	8,069	7,9423
150	15290,5200	168	8,40	8,646	8,5923
160	16309,8880	184	9,20	9,222	9,3923
170	17329,2560	196	9,80	9,798	9,9923
180	18348,6240	210	10,50	10,375	10,6923
190	19367,9920	225	11,25	10,951	11,4423
200	20387,3600	242	12,10	11,527	12,2923
210	21406,7280	259	12,95	12,104	13,1423
220	22426,0960	275	13,75	12,680	13,9423
230	23445,4640	290	14,50	13,256	14,6923
240	24464,8320	308	15,40	13,833	15,5923
250	25484,2000	325	16,25	14,409	16,4423
260	26503,5680	345	17,25	14,986	17,4423
270	27522,9360	372	18,60	15,562	18,7923
280	28542,3040	400	20,00	16,138	20,1923

Lampiran 7-1

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

Lanjutan tegangan regangan kuat deasak

290	29561,6720	420	21,00	16,715	21,1923
300	30581,0400	426	21,30	17,291	21,4923
310	31600,4080	440	22,00	17,867	22,1923
320	32619,7760	440	22,00	18,444	22,1923
330	33639,1440	445	22,25	19,020	22,4423
340	34658,5120	453	22,65	19,597	22,8423
350	35677,8800	457	22,85	20,173	23,0423
360	36697,2480	461	23,05	20,749	23,2423
370	37716,6160	467	23,10	20,795	23,2923
320	32619,7760	472	23,60	18,444	23,7923
310	31600,4080	477	23,85	17,867	24,0423



LABORATORIUM
 TEKNIK KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK VII



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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPN -2**
Diameter : 15,05 cm
Luas (A0) : 177,8045 cm²
Tinggi (Lo) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 12,09 kg
P max : 366,8 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³) mm	Regangan (10 ⁻⁴)	Tegangan (MPa)	Regangan Koreksi (10 ⁻⁴)
					-0,411212808
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	8	0,40	0,5733	0,5923
20	2038,7360	15	0,75	1,1466	0,9423
30	3058,1040	24	1,20	1,7199	1,3923
40	4077,4720	32	1,60	2,2932	1,7923
50	5096,8400	40	2,00	2,8665	2,1923
60	6116,2080	48	2,40	3,4399	2,5923
70	7135,5760	55	2,75	4,0132	2,9423
80	8154,9440	66	3,30	4,5865	3,4923
90	9174,3120	77	3,85	5,1598	4,0423
100	10193,6800	89	4,45	5,7331	4,6423
110	11213,0480	100	5,00	6,3064	5,1923
120	12232,4160	112	5,60	6,8797	5,7923
130	13251,7840	120	6,00	7,4530	6,1923
140	14271,1520	132	6,60	8,0263	6,7923
150	15290,5200	145	7,25	8,5996	7,4423
160	16309,8880	157	7,85	9,1729	8,0423
170	17329,2560	170	8,50	9,7462	8,6923
180	18348,6240	188	9,40	10,3196	9,5923
190	19367,9920	205	10,25	10,8929	10,4423
200	20387,3600	225	11,25	11,4662	11,4423
210	21406,7280	245	12,25	12,0395	12,4423
220	22426,0960	249	12,45	12,6128	12,6423
230	23445,4640	250	12,50	13,1861	12,6923
240	24464,8320	255	12,75	13,7594	12,9423
250	25484,2000	275	13,75	14,3327	13,9423
260	26503,5680	305	15,25	14,9060	15,4423

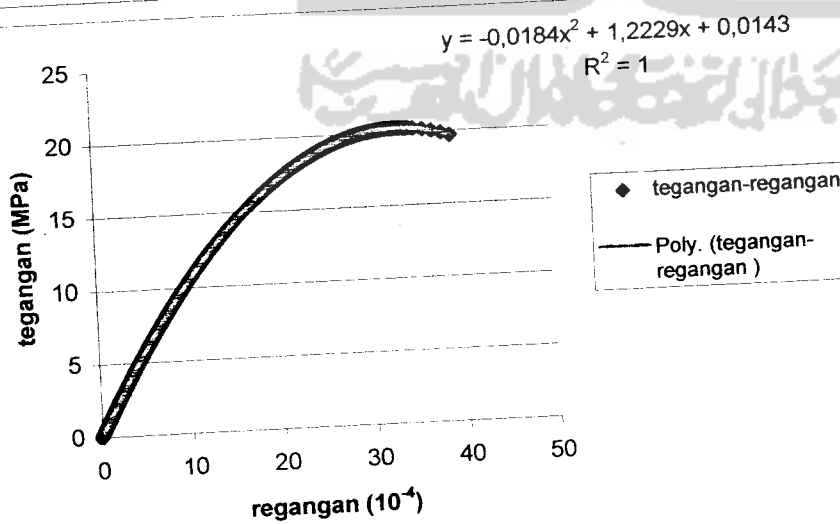
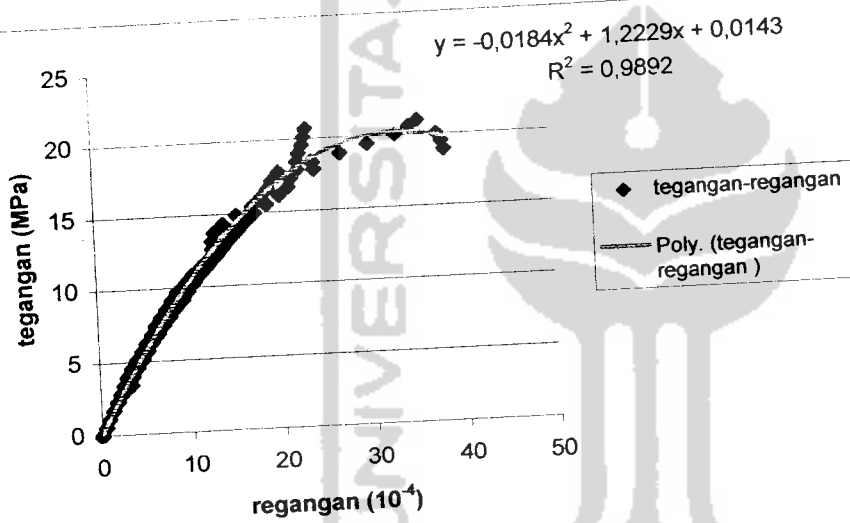
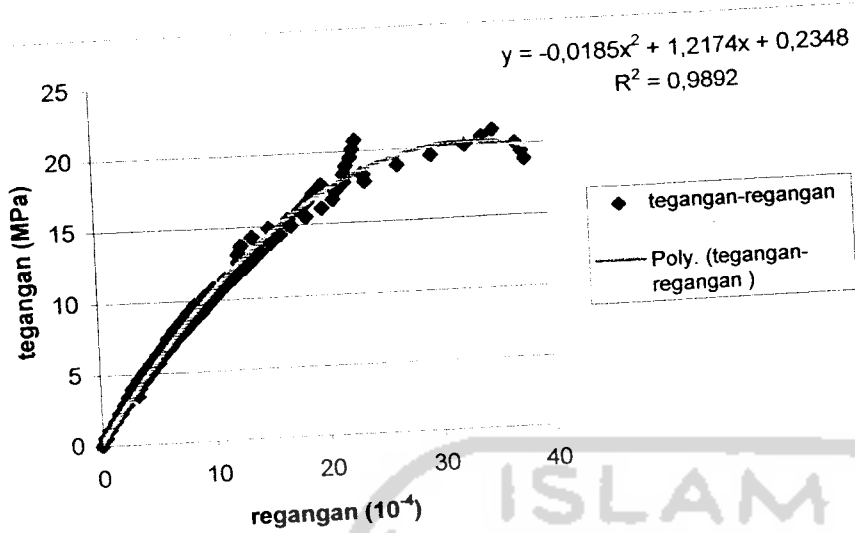
Lampiran 7-3

[Handwritten signature and stamp]

270	27522,9360	340	17,00	15,4793	17,1923
280	28542,3040	360	18,00	16,0526	18,1923
290	29561,6720	375	18,75	16,6259	18,9423
300	30581,0400	385	19,25	17,1993	19,4423
310	31600,4080	400	20,00	17,7726	20,1923
320	32619,7760	475	23,75	18,3459	23,9423
330	33639,1440	535	26,75	18,9192	26,9423
340	34658,5120	595	29,75	19,4925	29,9423
350	35677,8800	655	32,75	20,0658	32,9423
360	36697,2480	685	34,25	20,6391	34,4423
					35,4423
					37,4423
350	35677,8800	745	37,25	20,0658	37,9423
340	34658,5120	755	37,75	19,4925	38,19230805
330	33639,1440	760	38,00	18,9192	



Handwritten signature
 LABORATORIUM
 BINA KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UI





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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS -1**
Diameter : 15,05 cm
Luas (A0) : 177,8045 cm²
Tinggi (Lo) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 11,9 kg
P max : **511 KN**

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³) mm	Regangan (10 ⁻⁴)	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10 ⁻⁴)
					-0,562504546
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	5	0,25	0,5733	0,8125
20	2038,7360	15	0,75	1,1466	1,3125
30	3058,1040	25	1,25	1,7199	1,8125
40	4077,4720	35	1,75	2,2932	2,3125
50	5096,8400	45	2,25	2,8665	2,8125
60	6116,2080	54	2,70	3,4399	3,2625
70	7135,5760	64	3,20	4,0132	3,7625
80	8154,9440	71	3,55	4,5865	4,1125
90	9174,3120	81	4,05	5,1598	4,6125
100	10193,6800	89	4,45	5,7331	5,0125
110	11213,0480	98	4,90	6,3064	5,4625
120	12232,4160	108	5,40	6,8797	5,9625
130	13251,7840	118	5,90	7,4530	6,4625
140	14271,1520	128	6,40	8,0263	6,9625
150	15290,5200	138	6,90	8,5996	7,4625
160	16309,8880	148	7,40	9,1729	7,9625
170	17329,2560	160	8,00	9,7462	8,5625
180	18348,6240	172	8,60	10,3196	9,1625
190	19367,9920	185	9,25	10,8929	9,8125
200	20387,3600	195	9,75	11,4662	10,3125
210	21406,7280	210	10,50	12,0395	11,0625
220	22426,0960	225	11,25	12,6128	11,8125
230	23445,4640	235	11,75	13,1861	12,3125
240	24464,8320	248	12,40	13,7594	12,9625
250	25484,2000	263	13,15	14,3327	13,7125
260	26503,5680	275	13,75	14,9060	14,3125
270	27522,9360	288	14,40	15,4793	14,9625
280	28542,3040	305	15,25	16,0526	15,8125
290	29561,6720	315	15,75	16,6259	16,3125

Lampiran 7-6

Lanjutan teg-reg BPS

300	30581,0400	330	16,50	17,1993	17,0625
310	31600,4080	348	17,40	17,7726	17,9625
320	32619,7760	360	18,00	18,3459	18,5625
330	33639,1440	378	18,90	18,9192	19,4625
340	34658,5120	393	19,65	19,4925	20,2125
350	35677,8800	405	20,25	20,0658	20,8125
360	36697,2480	425	21,25	20,6391	21,8125
370	37716,6160	440	22,00	21,2124	22,5625
380	38735,9840	455	22,75	21,7857	23,3125
390	39755,3520	472	23,60	22,3590	24,1625
400	40774,7200	490	24,5	22,9323	25,0625
410	41794,0880	505	25,25	23,5056	25,8125
420	42813,4560	523	26,15	24,0790	26,7125
430	43832,8240	540	27	24,6523	27,5625
440	44852,1920	558	27,9	25,2256	28,4625
450	45871,5600	575	28,75	25,7989	29,3125
460	46890,9280	595	29,75	26,3722	30,3125
470	47910,2960	615	30,75	26,9455	31,3125
480	48929,6640	635	31,75	27,5188	32,3125
490	49949,0320	663	33,15	28,0921	33,7125
500	50968,4000	694	34,7	28,6654	35,2625
510	51987,7680	743	37,15	29,2387	37,7125
511	52089,7048	766	38,3	29,2961	38,8625
510	51987,7680	775	38,75	29,2387	39,3125
500	50968,4000	870	43,5	28,6654	44,0625
490	49949,0320	880	44	28,0921	44,5625
480	48929,6640	885	44,25	27,5188	44,8125



LABORATORIUM
RANG
 FAKULTAS TEKNIK
 FISIKA



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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

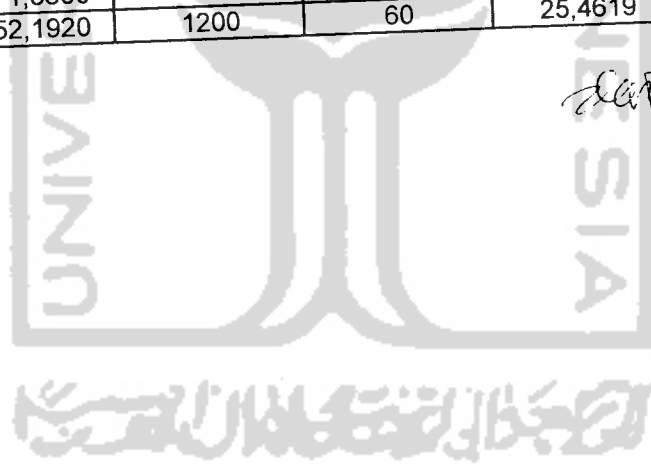
Sampel : **BPS -2**
 Diameter : 14,98 cm
 Luas (A0) : 176,1543 cm²
 Tinggi (Lo) : 100 mm (Tinggi Dial)
 Berat : 12,3 kg
 P max : **474,255 KN**

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³) mm	Regangan (10 ⁻⁴)	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10 ⁻⁴)
					-0,562504546
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	8	0,40	0,5787	0,9625
20	2038,7360	18	0,90	1,1574	1,4625
30	3058,1040	28	1,40	1,7360	1,9625
40	4077,4720	38	1,90	2,3147	2,4625
50	5096,8400	50	2,50	2,8934	3,0625
60	6116,2080	60	3,00	3,4721	3,5625
70	7135,5760	71	3,55	4,0508	4,1125
80	8154,9440	83	4,15	4,6294	4,7125
90	9174,3120	95	4,75	5,2081	5,3125
100	10193,6800	107	5,35	5,7868	5,9125
110	11213,0480	120	6,00	6,3655	6,5625
120	12232,4160	131	6,55	6,9441	7,1125
130	13251,7840	144	7,20	7,5228	7,7625
140	14271,1520	157	7,85	8,1015	8,4125
150	15290,5200	171	8,55	8,6802	9,1125
160	16309,8880	188	9,40	9,2589	9,9625
170	17329,2560	205	10,25	9,8375	10,8125
180	18348,6240	218	10,90	10,4162	11,4625
190	19367,9920	235	11,75	10,9949	12,3125
200	20387,3600	250	12,50	11,5736	13,0625
210	21406,7280	265	13,25	12,1523	13,8125
220	22426,0960	280	14,00	12,7309	14,5625
230	23445,4640	297	14,85	13,3096	15,4125
240	24464,8320	315	15,75	13,8883	16,3125
250	25484,2000	388	19,40	14,4670	19,9625
260	26503,5680	441	22,05	15,0457	22,6125
270	27522,9360	460	23,00	15,6243	23,5625
280	28542,3040	478	23,90	16,2030	24,4625
290	29561,6720	498	24,90	16,7817	25,4625

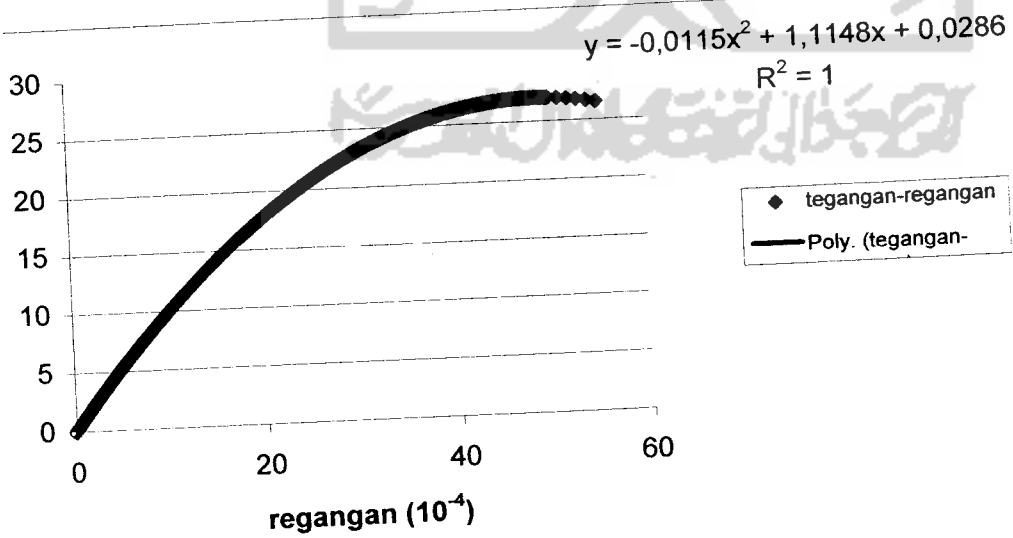
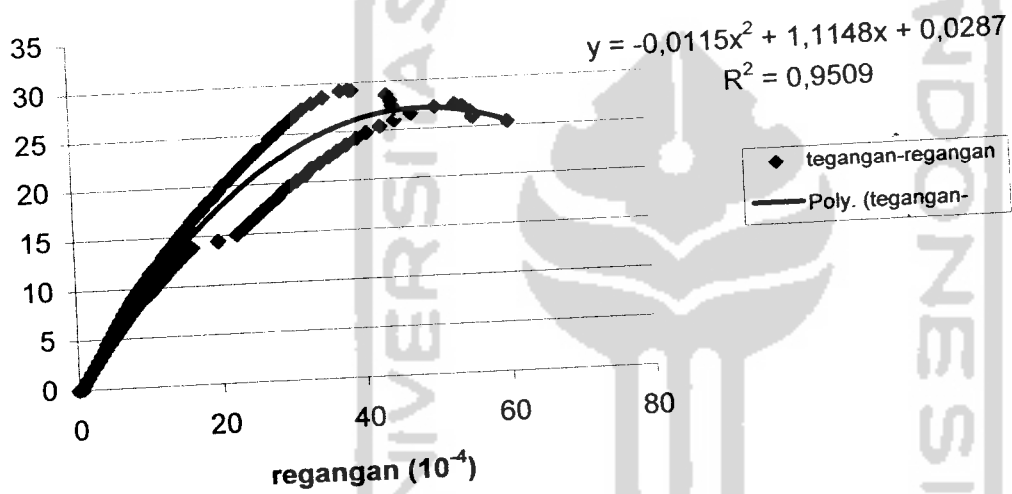
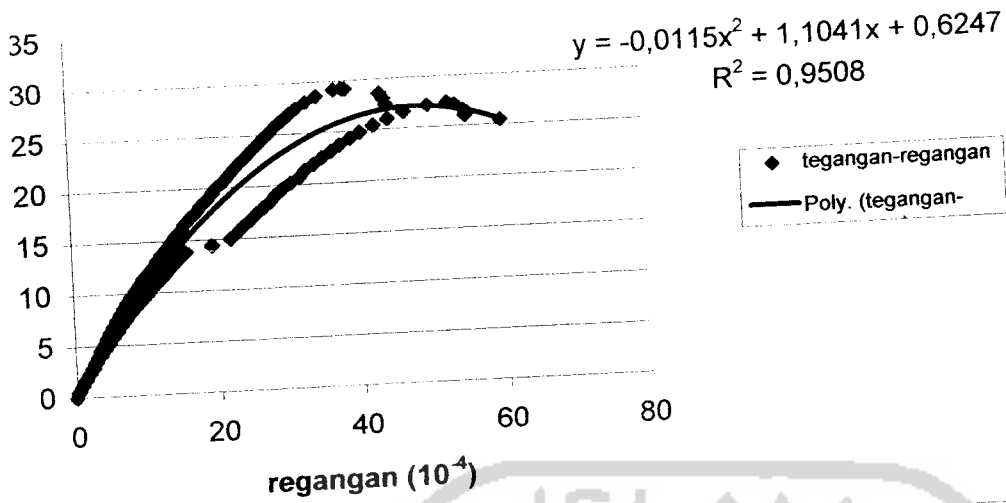
Lampiran 7-8
 [Signature]
 [Stamp]

Lanjutan teg-reg BPS

300	30581,0400	515	25,75	17,3604	26,3125
310	31600,4080	535	26,75	17,9390	27,3125
320	32619,7760	555	27,75	18,5177	28,3125
330	33639,1440	570	28,50	19,0964	29,0625
340	34658,5120	590	29,50	19,6751	30,0625
350	35677,8800	614	30,70	20,2538	31,2625
360	36697,2480	640	32,00	20,8324	32,5625
370	37716,6160	655	32,75	21,4111	33,3125
380	38735,9840	680	34,00	21,9898	34,5625
390	39755,3520	705	35,25	22,5685	35,8125
400	40774,7200	730	36,5	23,1472	37,0625
410	41794,0880	755	37,75	23,7258	38,3125
420	42813,4560	784	39,2	24,3045	39,7625
430	43832,8240	812	40,6	24,8832	41,1625
440	44852,1920	850	42,5	25,4619	43,0625
450	45871,5600	890	44,5	26,0406	45,0625
460	46890,9280	935	46,75	26,6192	47,3125
470	47910,2960	1000	50	27,1979	50,5625
474,2	48338,4306	1055	52,75	27,4410	53,3125
470	47910,2960	1076	53,8	27,1979	54,3625
460	46890,9280	1099	54,95	26,6192	55,5125
450	45871,5600	1103	55,15	26,0406	55,7125
440	44852,1920	1200	60	25,4619	60,5625



Handwritten signature
 LABORATORIUM
 INSTRUMENTASI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK





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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS SP 0,25 -1**
Diameter : 15 cm
Luas (A0) : 176,6250 cm²
Tinggi (Lo) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 12,3 kg
P max : 375,8 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³) mm	Regangan (10 ⁻⁴)	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10 ⁻⁴)
					-1,545597368
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	4	0,20	0,5771	1,7456
20	2038,7360	9	0,45	1,1543	1,9956
30	3058,1040	16	0,80	1,7314	2,3456
40	4077,4720	27	1,35	2,3085	2,8956
50	5096,8400	40	2,00	2,8857	3,5456
60	6116,2080	50	2,50	3,4628	4,0456
70	7135,5760	55	2,75	4,0400	4,2956
80	8154,9440	56	2,80	4,6171	4,3456
90	9174,3120	68	3,40	5,1942	4,9456
100	10193,6800	85	4,25	5,7714	5,7956
110	11213,0480	100	5,00	6,3485	6,5456
120	12232,4160	198	9,90	6,9256	11,4456
130	13251,7840	205	10,25	7,5028	11,7956
140	14271,1520	215	10,75	8,0799	12,2956
150	15290,5200	230	11,50	8,6571	13,0456
160	16309,8880	250	12,50	9,2342	14,0456
170	17329,2560	265	13,25	9,8113	14,7956
180	18348,6240	275	13,75	10,3885	15,2956
190	19367,9920	288	14,40	10,9656	15,9456
200	20387,3600	290	14,50	11,5427	16,0456
210	21406,7280	310	15,50	12,1199	17,0456
220	22426,0960	330	16,50	12,6970	18,0456
230	23445,4640	335	16,75	13,2741	18,2956
240	24464,8320	355	17,75	13,8513	19,2956
250	25484,2000	378	18,90	14,4284	20,4456
260	26503,5680	405	20,25	15,0056	21,7956
270	27522,9360	435	21,75	15,5827	23,2956
280	28542,3040	470	23,50	16,1598	25,0456

Lampiran 7-11

Handwritten signature

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 0,25% - 1

290	29561,6720	575	28,75	16,7370	30,2956
300	30581,0400	610	30,50	17,3141	32,0456
310	31600,4080	645	32,25	17,8912	33,7956
320	32619,7760	695	34,75	18,4684	36,2956
330	33639,1440	740	37,00	19,0455	38,5456
340	34658,5120	790	39,50	19,6227	41,0456
350	35677,8800	775	38,75	20,1998	40,2956
360	36697,2480	730	36,50	20,7769	38,0456
375,8	38307,8494	815	40,75	21,6888	42,2956
370	37716,6160	865	43,25	21,3541	44,7956
360	36697,2480	835	41,75	20,7769	43,2956
350	35677,8800	855	42,75	20,1998	44,2956
340	34658,5120	875	43,75	19,6227	45,2956
330	33639,1440	985	49,25	19,0455	50,7956
320	32619,7760	1070	53,5	18,4684	55,0456



Seny



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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS SP 0,25 -2**
Diameter : 15 cm
Luas (A0) : 176,6250 cm²
Tinggi (Lo) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 12,2 kg
P max : 342 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10 ⁻³) mm	Regangan (10 ⁻⁴)	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10 ⁻⁴)
					-1,545597368
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	6	0,30	0,5771	1,8456
20	2038,7360	16	0,80	1,1543	2,3456
30	3058,1040	24	1,20	1,7314	2,7456
40	4077,4720	34	1,70	2,3085	3,2456
50	5096,8400	43	2,15	2,8857	3,6956
60	6116,2080	51	2,55	3,4628	4,0956
70	7135,5760	60	3,00	4,0400	4,5456
80	8154,9440	69	3,45	4,6171	4,9956
90	9174,3120	79	3,95	5,1942	5,4956
100	10193,6800	88	4,40	5,7714	5,9456
110	11213,0480	97	4,85	6,3485	6,3956
120	12232,4160	106	5,30	6,9256	6,8456
130	13251,7840	115	5,75	7,5028	7,2956
140	14271,1520	125	6,25	8,0799	7,7956
150	15290,5200	135	6,75	8,6571	8,2956
160	16309,8880	148	7,40	9,2342	8,9456
170	17329,2560	160	8,00	9,8113	9,5456
180	18348,6240	170	8,50	10,3885	10,0456
190	19367,9920	185	9,25	10,9656	10,7956
200	20387,3600	199	9,95	11,5427	11,4956
210	21406,7280	210	10,50	12,1199	12,0456
220	22426,0960	225	11,25	12,6970	12,7956
230	23445,4640	240	12,00	13,2741	13,5456
240	24464,8320	255	12,75	13,8513	14,2956
250	25484,2000	270	13,50	14,4284	15,0456
260	26503,5680	286	14,30	15,0056	15,8456
270	27522,9360	398	19,90	15,5827	21,4456
280	28542,3040	490	24,50	16,1598	26,0456


Handwritten signature

Lampiran 7-13

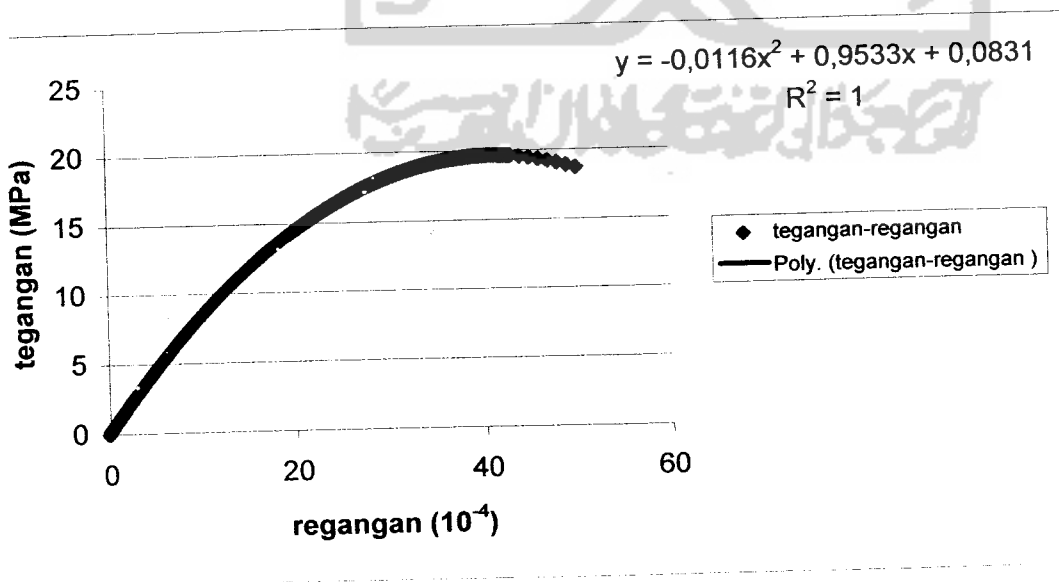
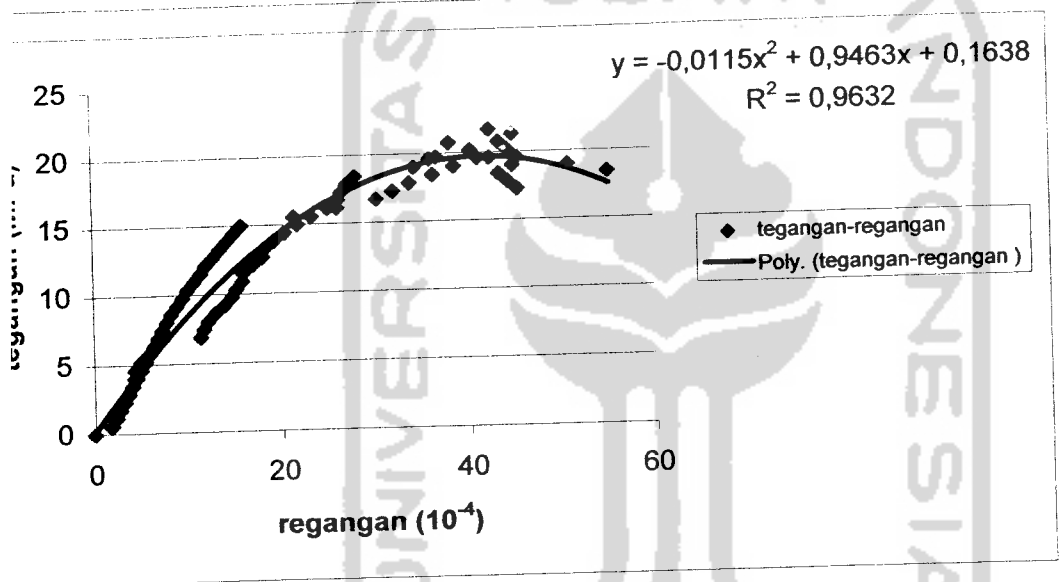
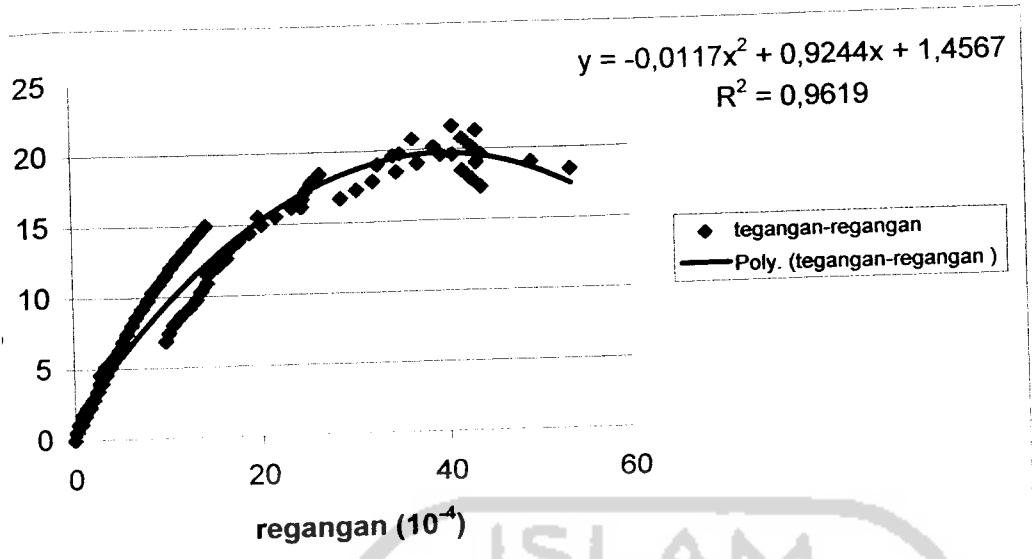
LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 0,25%

290	29561,6720	492	24,60	16,7370	26,1456
300	30581,0400	500	25,00	17,3141	26,5456
310	31600,4080	512	25,60	17,8912	27,1456
320	32619,7760	530	26,50	18,4684	28,0456
330	33639,1440	655	32,75	19,0455	34,2956
340	34658,5120	688	34,40	19,6227	35,9456
342	34862,3856	703	35,15	19,7381	36,6956
340	34658,5120	815	40,75	19,6227	42,2956
330	33639,1440	865	43,25	19,0455	44,7956
320	32619,7760	835	41,75	18,4684	43,2956
310	31600,4080	855	42,75	17,8912	44,2956
300	30581,0400	875	43,75	17,3141	45,2956





 LABORATORIUM
 BAHAN TEKNOLOGI POLIMER
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS 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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

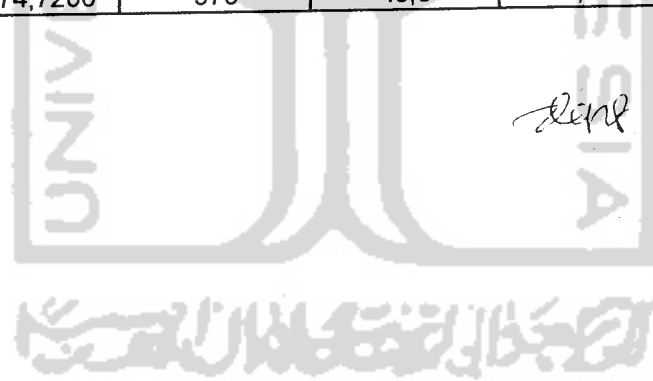
Sampel : **BPS 0.5% -1**
Diameter : 15,5 cm
Luas (A_0) : 188,5963 cm²
Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 11,9 kg
P max : 461,3 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,6472939
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	9	0,45	0,5405	1,0973
20	2038,7360	19	0,95	1,0810	1,5973
30	3058,1040	29	1,45	1,6215	2,0973
40	4077,4720	41	2,05	2,1620	2,6973
50	5096,8400	54	2,70	2,7025	3,3473
60	6116,2080	65	3,25	3,2430	3,8973
70	7135,5760	76	3,80	3,7835	4,4473
80	8154,9440	90	4,50	4,3240	5,1473
90	9174,3120	105	5,25	4,8645	5,8973
100	10193,6800	120	6,00	5,4050	6,6473
110	11213,0480	130	6,50	5,9455	7,1473
120	12232,4160	145	7,25	6,4860	7,8973
130	13251,7840	155	7,75	7,0265	8,3973
140	14271,1520	175	8,75	7,5670	9,3973
150	15290,5200	190	9,50	8,1075	10,1473
160	16309,8880	205	10,25	8,6480	10,8973
170	17329,2560	225	11,25	9,1885	11,8973
180	18348,6240	244	12,20	9,7291	12,8473
190	19367,9920	254	12,70	10,2696	13,3473
200	20387,3600	264	13,20	10,8101	13,8473
210	21406,7280	286	14,30	11,3506	14,9473
220	22426,0960	303	15,15	11,8911	15,7973
230	23445,4640	315	15,75	12,4316	16,3973
240	24464,8320	335	16,75	12,9721	17,3973
250	25484,2000	350	17,50	13,5126	18,1473
260	26503,5680	365	18,25	14,0531	18,8973
270	27522,9360	385	19,25	14,5936	19,8973
280	28542,3040	405	20,25	15,1341	20,8973

Lampiran 7-16

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 0,50% -1

300	30581,0400	455	22,75	16,2151	23,3973
310	31600,4080	495	24,75	16,7556	25,3973
320	32619,7760	515	25,75	17,2961	26,3973
330	33639,1440	535	26,75	17,8366	27,3973
340	34658,5120	552	27,60	18,3771	28,2473
350	35677,8800	570	28,50	18,9176	29,1473
360	36697,2480	590	29,50	19,4581	30,1473
370	37716,6160	615	30,75	19,9986	31,3973
380	38735,9840	635	31,75	20,5391	32,3973
390	39755,3520	655	32,75	21,0796	33,3973
400	40774,7200	680	34	21,6201	34,6473
410	41794,0880	710	35,5	22,1606	36,1473
420	42813,4560	725	36,25	22,7011	36,8973
430	43832,8240	765	38,25	23,2416	38,8973
440	44852,1920	803	40,15	23,7821	40,7973
450	45871,5600	842	42,1	24,3226	42,7473
461,3	47023,4458	905	45,25	24,9334	45,8973
450	45871,5600	952	47,6	24,3226	48,2473
440	44852,1920	956	47,8	23,7821	48,4473
430	43832,8240	960	48	23,2416	48,6473
420	42813,4560	967	48,35	22,7011	48,9973
410	41794,0880	969	48,45	22,1606	49,0973
400	40774,7200	970	48,5	21,6201	49,1473



Handwritten signature



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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS 0.5% -2**
Diameter : 14,85 cm
Luas (A_0) : 173,1102 cm²
Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 11,9 kg
P max : 401,6 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,6473
0	0	0	0	0	0,0000
10	1019,3680	5	0,25	0,5889	0,8973
20	2038,7360	15	0,75	1,1777	1,3973
30	3058,1040	22	1,10	1,7666	1,7473
40	4077,4720	31	1,55	2,3554	2,1973
50	5096,8400	39	1,95	2,9443	2,5973
60	6116,2080	48	2,40	3,5331	3,0473
70	7135,5760	58	2,90	4,1220	3,5473
80	8154,9440	68	3,40	4,7108	4,0473
90	9174,3120	75	3,75	5,2997	4,3973
100	10193,6800	85	4,25	5,8886	4,8973
110	11213,0480	95	4,75	6,4774	5,3973
120	12232,4160	105	5,25	7,0663	5,8973
130	13251,7840	115	5,75	7,6551	6,3973
140	14271,1520	125	6,25	8,2440	6,8973
150	15290,5200	135	6,75	8,8328	7,3973
160	16309,8880	145	7,25	9,4217	7,8973
170	17329,2560	158	7,90	10,0105	8,5473
180	18348,6240	170	8,50	10,5994	9,1473
190	19367,9920	185	9,25	11,1882	9,8973
200	20387,3600	198	9,90	11,7771	10,5473
210	21406,7280	206	10,30	12,3660	10,9473
220	22426,0960	218	10,90	12,9548	11,5473
230	23445,4640	219	10,95	13,5437	11,5973
240	24464,8320	225	11,25	14,1325	11,8973
250	25484,2000	235	11,75	14,7214	12,3973
260	26503,5680	245	12,25	15,3102	12,8973
270	27522,9360	255	12,75	15,8991	13,3973
280	28542,3040	265	13,25	16,4879	13,8973

Handwritten signature

Lampiran 7-18

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 0,5%-2

290	29561,6720	276	13,80	17,0768	14,4473
300	30581,0400	285	14,25	17,6657	14,8973
310	31600,4080	295	14,75	18,2545	15,3973
320	32619,7760	305	15,25	18,8434	15,8973
330	33639,1440	314	15,70	19,4322	16,3473
340	34658,5120	328	16,40	20,0211	17,0473
350	35677,8800	348	17,40	20,6099	18,0473
360	36697,2480	370	18,50	21,1988	19,1473
370	37716,6160	395	19,75	21,7876	20,3973
380	38735,9840	420	21,00	22,3765	21,6473
390	39755,3520	470	23,50	22,9653	24,1473
400	40774,7200	535	26,75	23,5542	27,3973
401,6	40937,8189	625	31,25	23,6484	31,8973
400	40774,7200	715	35,75	23,5542	36,3973
390	39755,3520	725	36,25	22,9653	36,8973
380	38735,9840	755	37,75	22,3765	38,3973
370	37716,6160	815	40,75	21,7876	41,3973
360	36697,2480	865	43,25	21,1988	43,8973
350	35677,8800	885	44,25	20,6099	44,8973



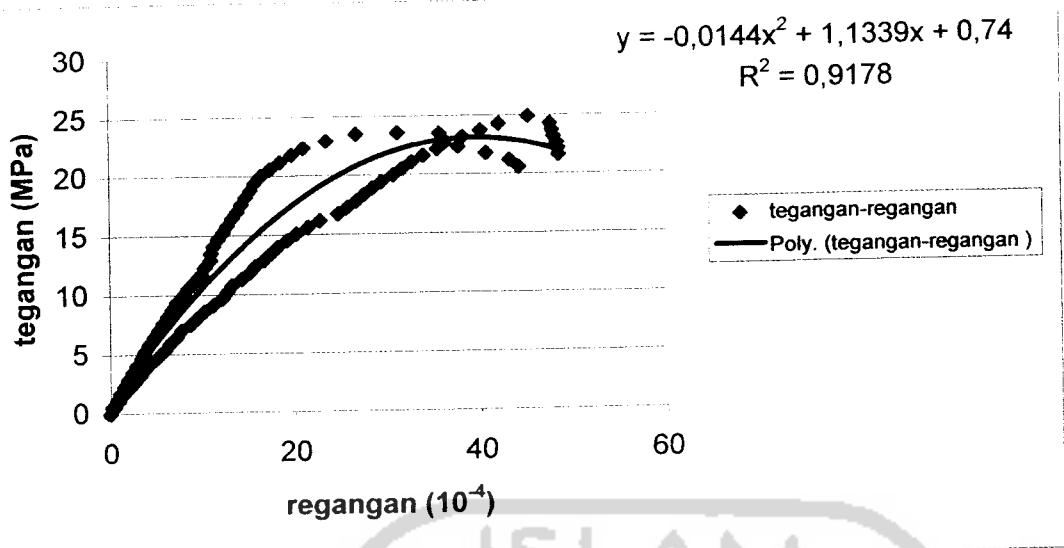
Diny
 STAFORUM
 FAKULTAS TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK III

LABOR
FAKUL

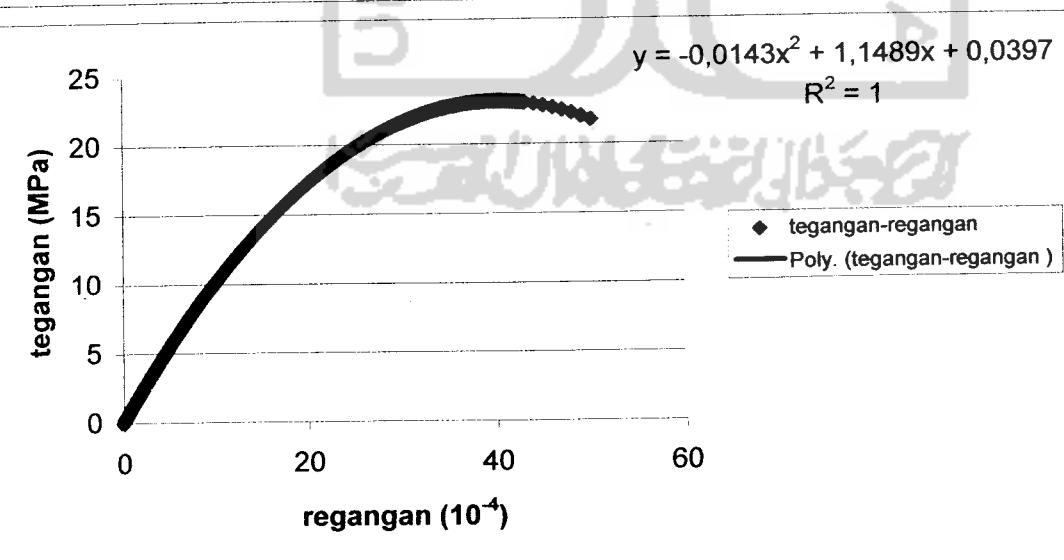
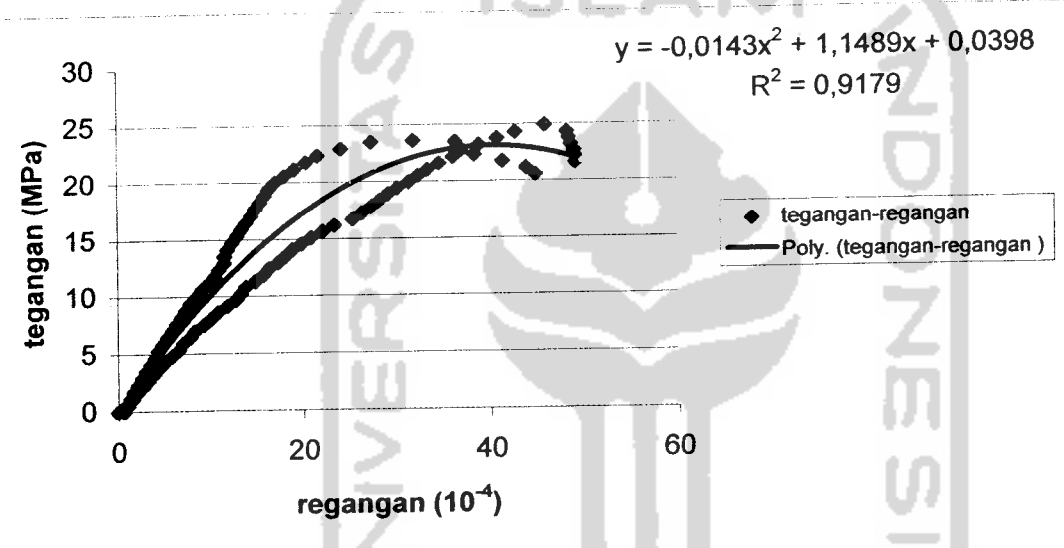
n. Kaliurang Km 14,4

PEMERIKSAA
No. /

0.75% -1
15,1 cm
178,9879 cm²
100 mm (
12,3 kg
575,7 KN



beban (Kg)	ΔL (mm)
0	0
9,3680	1
18,7360	2
28,1040	3
37,4720	4
46,8400	5
56,2080	6
65,5760	7
74,9440	8
84,3120	9
93,6800	10
103,0480	11
112,4160	12
121,7840	13
131,1520	14
140,5200	15
149,8880	16
159,2560	17
168,6240	18
177,9920	19
187,3600	20
196,7280	21
206,0960	22
215,4640	23
224,8320	24
234,2000	25
243,5680	26
252,9360	27
262,3040	28
271,6720	29
281,0400	30
290,4080	31
299,7760	32
309,1440	33





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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS 0.75% -1**
Diameter : 15,1 cm
Luas (A_0) : 178,9879 cm²
Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 12,3 kg
P max : 575,7 KN

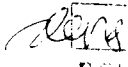
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
0	0	0	0	0	0,00
10	1019,3680	6	0,30	0,5695	0,95
20	2038,7360	17	0,85	1,1390	1,50
30	3058,1040	26	1,30	1,7086	1,95
40	4077,4720	37	1,85	2,2781	2,50
50	5096,8400	48	2,40	2,8476	3,05
60	6116,2080	58	2,90	3,4171	3,55
70	7135,5760	68	3,40	3,9866	4,05
80	8154,9440	78	3,90	4,5561	4,55
90	9174,3120	90	4,50	5,1257	5,15
100	10193,6800	100	5,00	5,6952	5,65
110	11213,0480	110	5,50	6,2647	6,15
120	12232,4160	120	6,00	6,8342	6,65
130	13251,7840	130	6,50	7,4037	7,15
140	14271,1520	145	7,25	7,9733	7,90
150	15290,5200	155	7,75	8,5428	8,40
160	16309,8880	170	8,50	9,1123	9,15
170	17329,2560	183	9,15	9,6818	9,80
180	18348,6240	195	9,75	10,2513	10,40
190	19367,9920	210	10,50	10,8208	11,15
200	20387,3600	223	11,15	11,3904	11,80
210	21406,7280	235	11,75	11,9599	12,40
220	22426,0960	249	12,45	12,5294	13,10
230	23445,4640	262	13,10	13,0989	13,75
240	24464,8320	276	13,80	13,6684	14,45
250	25484,2000	290	14,50	14,2379	15,15
260	26503,5680	303	15,15	14,8075	15,80
270	27522,9360	319	15,95	15,3770	16,60
280	28542,3040	335	16,75	15,9465	17,40

LABORATORIUM

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Lampiran 7-21
HASIL PEMERIKSAAN

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 0,75% -1

290	29561,6720	350	17,50	16,5160	18,15
300	30581,0400	370	18,50	17,0855	19,15
310	31600,4080	385	19,25	17,6551	19,90
320	32619,7760	403	20,15	18,2246	20,80
330	33639,1440	420	21,00	18,7941	21,65
340	34658,5120	440	22,00	19,3636	22,65
350	35677,8800	455	22,75	19,9331	23,40
360	36697,2480	475	23,75	20,5026	24,40
370	37716,6160	495	24,75	21,0722	25,40
380	38735,9840	516	25,80	21,6417	26,45
390	39755,3520	536	26,80	22,2112	27,45
400	40774,7200	560	28	22,7807	28,65
410	41794,0880	580	29	23,3502	29,65
420	42813,4560	603	30,15	23,9198	30,80
430	43832,8240	625	31,25	24,4893	31,90
440	44852,1920	645	32,25	25,0588	32,90
450	45871,5600	670	33,5	25,6283	34,15
460	46890,9280	695	34,75	26,1978	35,40
470	47910,2960	720	36	26,7673	36,65
480	48929,6640	745	37,25	27,3369	37,90
490	49949,0320	775	38,75	27,9064	39,40
500	50968,4000	800	40	28,4759	40,65
510	51987,7680	830	41,5	29,0454	42,15
520	53007,1360	858	42,9	29,6149	43,55
530	54026,5040	885	44,25	30,1845	44,90
540	55045,8720	915	45,75	30,7540	46,40
550	56065,2400	945	47,25	31,3235	47,90
560	57084,6080	985	49,25	31,8930	49,90
570	58103,9760	1015	50,75	32,4625	51,40
575,7	58685,0158	1025	51,25	32,7872	51,90
574	58511,7232	1040	52	32,6903	52,65
570	58103,976	1055	52,75	32,4625	53,40
560	57084,6080	1095	54,75	31,8930	55,40
550	56065,24	1150	57,5	31,3235	58,15
540	55045,8720	1200	60	30,7540	60,65
530	54026,504	1250	62,5	30,1845	63,15
520	53007,1360	1310	65,5	29,6149	66,15
510	51987,768	1360	68	29,0454	68,65
500	50968,4000	1410	70,5	28,4759	71,15


 LABORATORIUM
 BAHAN-BAHAN POLIMER
 FAKULTAS TEKNIK KIMIA



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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS 0.75% -2**
Diameter : 15 cm
Luas (A_0) : 176,6250 cm²
Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 12,2 kg
P max : **537,3 KN**

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,65
0	0	0	0	0	0,00
10	1019,3680	5	0,25	0,5771	0,90
20	2038,7360	11	0,55	1,1543	1,20
30	3058,1040	20	1,00	1,7314	1,65
40	4077,4720	29	1,45	2,3085	2,10
50	5096,8400	36	1,80	2,8857	2,45
60	6116,2080	46	2,30	3,4628	2,95
70	7135,5760	55	2,75	4,0400	3,40
80	8154,9440	65	3,25	4,6171	3,90
90	9174,3120	75	3,75	5,1942	4,40
100	10193,6800	85	4,25	5,7714	4,90
110	11213,0480	95	4,75	6,3485	5,40
120	12232,4160	106	5,30	6,9256	5,95
130	13251,7840	116	5,80	7,5028	6,45
140	14271,1520	126	6,30	8,0799	6,95
150	15290,5200	140	7,00	8,6571	7,65
160	16309,8880	150	7,50	9,2342	8,15
170	17329,2560	165	8,25	9,8113	8,90
180	18348,6240	178	8,90	10,3885	9,55
190	19367,9920	190	9,50	10,9656	10,15
200	20387,3600	205	10,25	11,5427	10,90
210	21406,7280	220	11,00	12,1199	11,65
220	22426,0960	235	11,75	12,6970	12,40
230	23445,4640	245	12,25	13,2741	12,90
240	24464,8320	256	12,80	13,8513	13,45
250	25484,2000	269	13,45	14,4284	14,10
260	26503,5680	280	14,00	15,0056	14,65
270	27522,9360	294	14,70	15,5827	15,35
280	28542,3040	315	15,75	16,1598	16,40

Handwritten signature

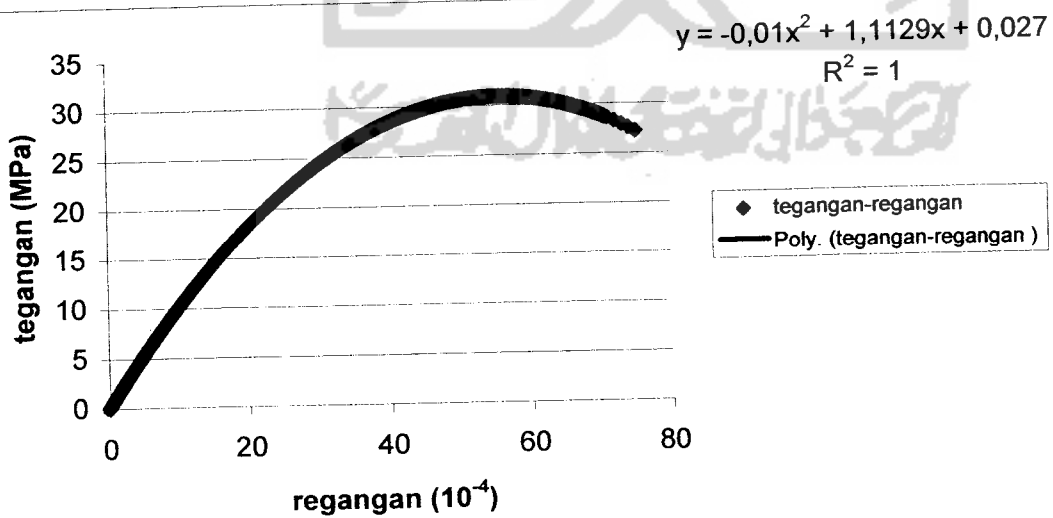
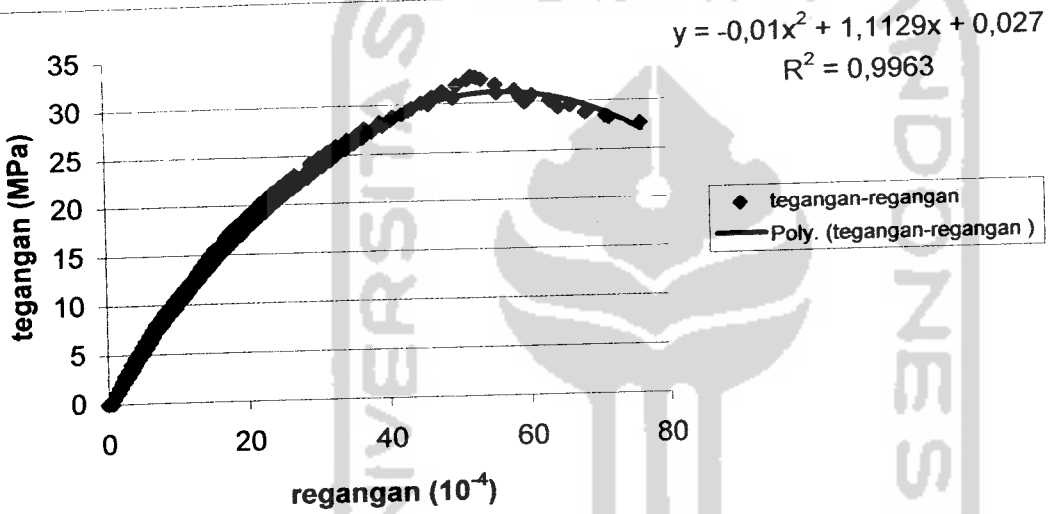
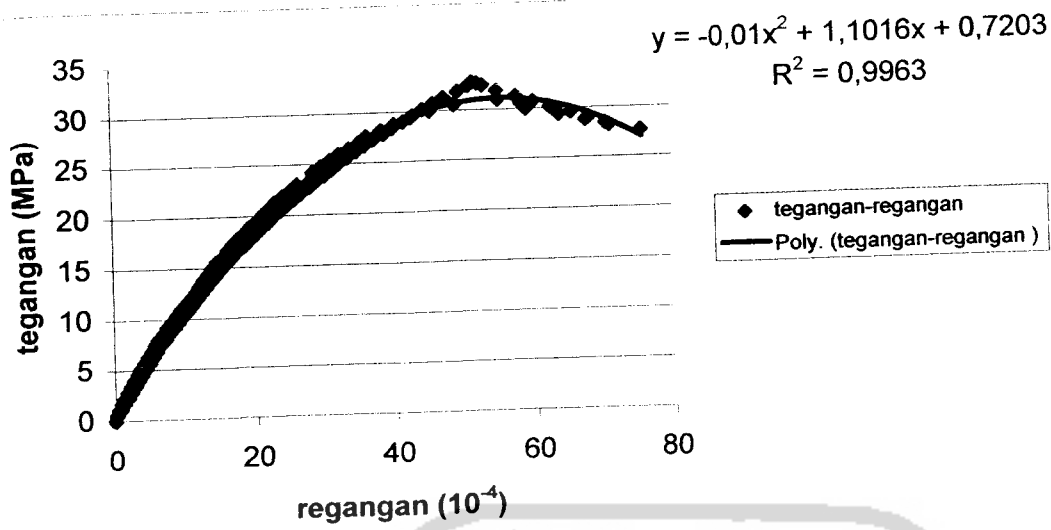
Lampiran 7-23

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 0,75% -2

290	29561,6720	325	16,25	16,7370	16,90
300	30581,0400	338	16,90	17,3141	17,55
310	31600,4080	355	17,75	17,8912	18,40
320	32619,7760	375	18,75	18,4684	19,40
330	33639,1440	390	19,50	19,0455	20,15
340	34658,5120	410	20,50	19,6227	21,15
350	35677,8800	425	21,25	20,1998	21,90
360	36697,2480	443	22,15	20,7769	22,80
370	37716,6160	460	23,00	21,3541	23,65
380	38735,9840	483	24,15	21,9312	24,80
390	39755,3520	505	25,25	22,5083	25,90
400	40774,7200	525	26,25	23,0855	26,90
410	41794,0880	568	28,40	23,6626	29,05
420	42813,4560	570	28,50	24,2397	29,15
430	43832,8240	595	29,75	24,8169	30,40
440	44852,1920	620	31,00	25,3940	31,65
450	45871,5600	645	32,25	25,9712	32,90
460	46890,9280	675	33,75	26,5483	34,40
470	47910,2960	705	35,25	27,1254	35,90
480	48929,6640	725	36,25	27,7026	36,90
490	49949,0320	768	38,4	28,2797	39,05
500	50968,4000	805	40,25	28,8568	40,90
510	51987,7680	850	42,5	29,4340	43,15
520	53007,1360	905	45,25	30,0111	45,90
530	54026,5040	975	48,75	30,5883	49,40
537,3	54770,6426	1099	54,95	31,0096	55,60
530	54026,5040	1165	58,25	30,5883	58,90
520	53007,1360	1180	59	30,0111	59,65
510	51987,7680	1275	63,75	29,4340	64,40
500	50968,4000	1352	67,6	28,8568	68,25
490	49949,0320	1420	71	28,2797	71,65
480	48929,6640	1510	75,5	27,7026	76,15

LABORATORIUM
 FISIKA
 FAKULTAS TEKNIK
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER





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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS 1.00% -1**
 Diameter : 15,1 cm
 Luas (A_0) : 178,9879 cm²
 Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
 Berat : 12,55 kg
 P max : **590,5 KN**

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,8389
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	10	0,50	0,5695	1,3389
20	2038,7360	20	1,00	1,1390	1,8389
30	3058,1040	31	1,55	1,7086	2,3889
40	4077,4720	44	2,20	2,2781	3,0389
50	5096,8400	56	2,80	2,8476	3,6389
60	6116,2080	73	3,65	3,4171	4,4889
70	7135,5760	88	4,40	3,9866	5,2389
80	8154,9440	105	5,25	4,5561	6,0889
90	9174,3120	120	6,00	5,1257	6,8389
100	10193,6800	135	6,75	5,6952	7,5889
110	11213,0480	148	7,40	6,2647	8,2389
120	12232,4160	160	8,00	6,8342	8,8389
130	13251,7840	172	8,60	7,4037	9,4389
140	14271,1520	185	9,25	7,9733	10,0889
150	15290,5200	195	9,75	8,5428	10,5889
160	16309,8880	209	10,45	9,1123	11,2889
170	17329,2560	221	11,05	9,6818	11,8889
180	18348,6240	235	11,75	10,2513	12,5889
190	19367,9920	260	13,00	10,8208	13,8389
200	20387,3600	273	13,65	11,3904	14,4889
210	21406,7280	288	14,40	11,9599	15,2389
220	22426,0960	298	14,90	12,5294	15,7389
230	23445,4640	310	15,50	13,0989	16,3389
240	24464,8320	325	16,25	13,6684	17,0889
250	25484,2000	378	18,90	14,2379	19,7389
260	26503,5680	461	23,05	14,8075	23,8889
270	27522,9360	478	23,90	15,3770	24,7389
280	28542,3040	491	24,55	15,9465	25,3889
290	29561,6720	510	25,50	16,5160	26,3389

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 1,00% - 1

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,8389
300	30581,0400	525	26,25	17,0855	27,0889
310	31600,4080	542	27,10	17,6551	27,9389
320	32619,7760	560	28,00	18,2246	28,8389
330	33639,1440	583	29,15	18,7941	29,9889
340	34658,5120	600	30,00	19,3636	30,8389
350	35677,8800	615	30,75	19,9331	31,5889
360	36697,2480	635	31,75	20,5026	32,5889
370	37716,6160	655	32,75	21,0722	33,5889
380	38735,9840	675	33,75	21,6417	34,5889
390	39755,3520	695	34,75	22,2112	35,5889
400	40774,7200	712	35,6	22,7807	36,4389
410	41794,0880	730	36,5	23,3502	37,3389
420	42813,4560	750	37,5	23,9198	38,3389
430	43832,8240	765	38,25	24,4893	39,0889
440	44852,1920	785	39,25	25,0588	40,0889
450	45871,5600	800	40	25,6283	40,8389
460	46890,9280	820	41	26,1978	41,8389
470	47910,2960	838	41,9	26,7673	42,7389
480	48929,6640	860	43	27,3369	43,8389
490	49949,0320	885	44,25	27,9064	45,0889
500	50968,4000	905	45,25	28,4759	46,0889
510	51987,7680	926	46,3	29,0454	47,1389
520	53007,1360	950	47,5	29,6149	48,3389
530	54026,5040	974	48,7	30,1845	49,5389
540	55045,8720	995	49,75	30,7540	50,5889
550	56065,2400	1015	50,75	31,3235	51,5889
560	57084,6080	1040	52	31,8930	52,8389
570	58103,9760	1062	53,1	32,4625	53,9389
580	59123,3440	1088	54,4	33,0320	55,2389
590	60142,7120	1116	55,8	33,6016	56,6389
590,5	60193,6804	1118	55,9	33,6300	56,7389
580	59123,3440	1119	55,95	33,0320	56,7889
570	58103,976	1120	56	32,4625	56,8389
560	57084,6080	1122	56,1	31,8930	56,9389
550	56065,24	1194	59,7	31,3235	60,5389
540	55045,8720	1204	60,2	30,7540	61,0389
530	54026,504	1224	61,2	30,1845	62,0389
520	53007,1360	1254	62,7	29,6149	63,5389
510	51987,7680	1282	64,1	29,0454	64,9389

FAKULTAS TEKNIK
 BAHASA KONSTRUKSI TERAPAN
 2018



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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS 1.00% -2**
Diameter : 15,1 cm
Luas (A_0) : 178,9879 cm²
Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 12,2 kg
P max : 623,1 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,83892506
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	7	0,35	0,5695	1,18892506
20	2038,7360	16	0,80	1,1390	1,63892506
30	3058,1040	24	1,20	1,7086	2,03892506
40	4077,4720	32	1,60	2,2781	2,43892506
50	5096,8400	39	1,95	2,8476	2,78892506
60	6116,2080	48	2,40	3,4171	3,23892506
70	7135,5760	55	2,75	3,9866	3,58892506
80	8154,9440	65	3,25	4,5561	4,08892506
90	9174,3120	75	3,75	5,1257	4,58892506
100	10193,6800	85	4,25	5,6952	5,08892506
110	11213,0480	92	4,60	6,2647	5,43892506
120	12232,4160	100	5,00	6,8342	5,83892506
130	13251,7840	110	5,50	7,4037	6,33892506
140	14271,1520	120	6,00	7,9733	6,83892506
150	15290,5200	130	6,50	8,5428	7,33892506
160	16309,8880	141	7,05	9,1123	7,88892506
170	17329,2560	153	7,65	9,6818	8,48892506
180	18348,6240	166	8,30	10,2513	9,13892506
190	19367,9920	180	9,00	10,8208	9,83892506
200	20387,3600	194	9,70	11,3904	10,53892506
210	21406,7280	208	10,40	11,9599	11,23892506
220	22426,0960	218	10,90	12,5294	11,73892506
230	23445,4640	230	11,50	13,0989	12,33892506
240	24464,8320	245	12,25	13,6684	13,08892506
250	25484,2000	258	12,90	14,2379	13,73892506
260	26503,5680	272	13,60	14,8075	14,43892506
270	27522,9360	288	14,40	15,3770	15,23892506
280	28542,3040	302	15,10	15,9465	15,93892506
290	29561,6720	318	15,90	16,5160	16,73892506

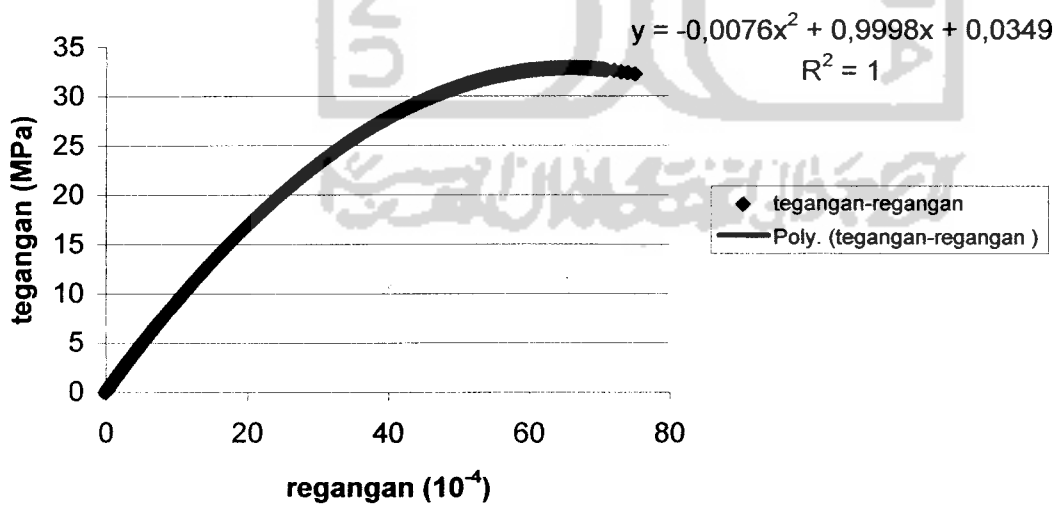
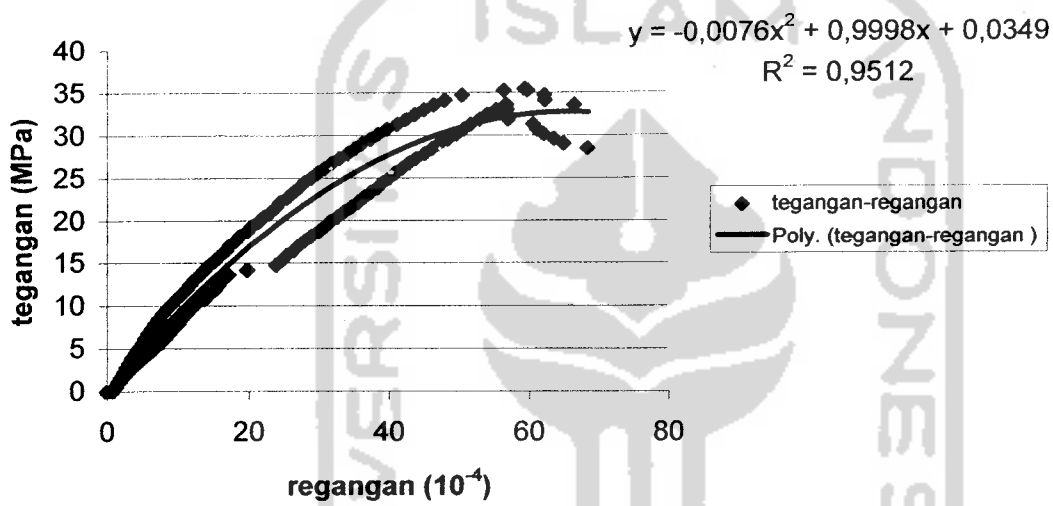
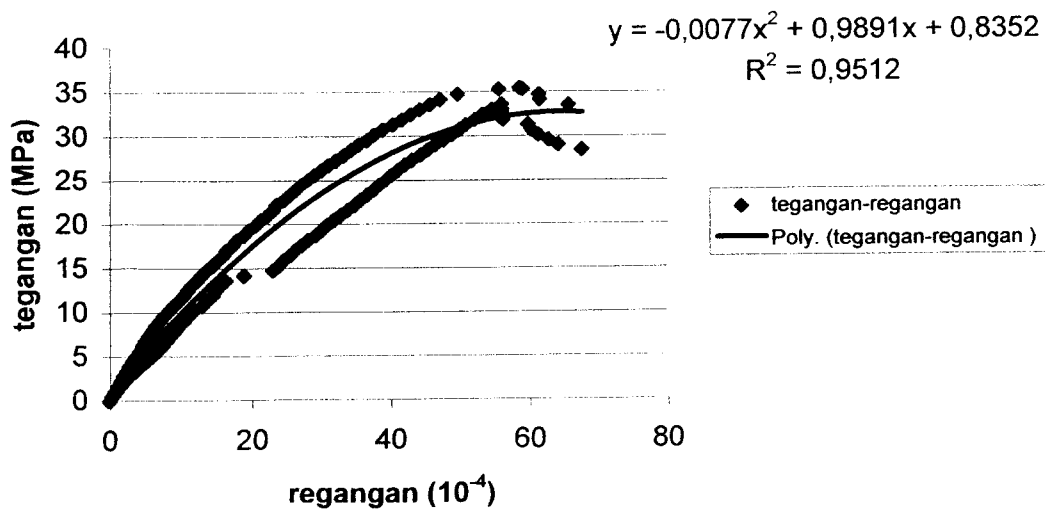
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 7-28

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 1,00% - 2

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,83892506
300	30581,0400	328	16,40	17,0855	17,23892506
310	31600,4080	345	17,25	17,6551	18,08892506
320	32619,7760	356	17,80	18,2246	18,63892506
330	33639,1440	378	18,90	18,7941	19,73892506
340	34658,5120	390	19,50	19,3636	20,33892506
350	35677,8800	410	20,50	19,9331	21,33892506
360	36697,2480	425	21,25	20,5026	22,08892506
370	37716,6160	445	22,25	21,0722	23,08892506
380	38735,9840	460	23,00	21,6417	23,83892506
390	39755,3520	470	23,50	22,2112	24,33892506
400	40774,7200	492	24,60	22,7807	25,43892506
410	41794,0880	508	25,40	23,3502	26,23892506
420	42813,4560	525	26,25	23,9198	27,08892506
430	43832,8240	540	27,00	24,4893	27,83892506
440	44852,1920	560	28,00	25,0588	28,83892506
450	45871,5600	578	28,90	25,6283	29,73892506
460	46890,9280	598	29,90	26,1978	30,73892506
470	47910,2960	618	30,90	26,7673	31,73892506
480	48929,6640	640	32	27,3369	32,83892506
490	49949,0320	664	33,2	27,9064	34,03892506
500	50968,4000	684	34,2	28,4759	35,03892506
510	51987,7680	705	35,25	29,0454	36,08892506
520	53007,1360	730	36,5	29,6149	37,33892506
530	54026,5040	750	37,5	30,1845	38,33892506
540	55045,8720	775	38,75	30,7540	39,58892506
550	56065,2400	805	40,25	31,3235	41,08892506
560	57084,6080	830	41,5	31,8930	42,33892506
570	58103,9760	856	42,8	32,4625	43,63892506
580	59123,3440	882	44,1	33,0320	44,93892506
590	60142,7120	910	45,5	33,6016	46,33892506
600	61162,0800	940	47	34,1711	47,83892506
610	62181,4480	990	49,5	34,7406	50,33892506
620	63200,8160	1110	55,5	35,3101	56,33892506
623,1	63516,8201	1170	58,5	35,4867	59,33892506
620	63200,8160	1178	58,9	35,3101	59,73892506
610	62181,4480	1226	61,3	34,7406	62,13892506
600	61162,0800	1228	61,4	34,1711	62,23892506
590	60142,7120	1312	65,6	33,6016	66,43892506

LABORATORIUM
 BAHAN DAN KONSTRUKSI
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS BRAWIJAYA





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS 1.25% -1**
 Diameter : 15 cm
 Luas (A_0) : 176,6250 cm²
 Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
 Berat : 12,1 kg
P max : 422,5 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-1,79533244
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	5	0,25	0,5771	2,04533244
20	2038,7360	14	0,70	1,1543	2,49533244
30	3058,1040	25	1,25	1,7314	3,04533244
40	4077,4720	35	1,75	2,3085	3,54533244
50	5096,8400	45	2,25	2,8857	4,04533244
60	6116,2080	60	3,00	3,4628	4,79533244
70	7135,5760	71	3,55	4,0400	5,34533244
80	8154,9440	85	4,25	4,6171	6,04533244
90	9174,3120	95	4,75	5,1942	6,54533244
100	10193,6800	107	5,35	5,7714	7,14533244
110	11213,0480	122	6,10	6,3485	7,89533244
120	12232,4160	139	6,95	6,9256	8,74533244
130	13251,7840	151	7,55	7,5028	9,34533244
140	14271,1520	170	8,50	8,0799	10,29533244
150	15290,5200	188	9,40	8,6571	11,19533244
160	16309,8880	205	10,25	9,2342	12,04533244
170	17329,2560	220	11,00	9,8113	12,79533244
180	18348,6240	239	11,95	10,3885	13,74533244
190	19367,9920	256	12,80	10,9656	14,59533244
200	20387,3600	275	13,75	11,5427	15,54533244
210	21406,7280	295	14,75	12,1199	16,54533244
220	22426,0960	312	15,60	12,6970	17,39533244
230	23445,4640	335	16,75	13,2741	18,54533244
240	24464,8320	350	17,50	13,8513	19,29533244
250	25484,2000	370	18,50	14,4284	20,29533244
260	26503,5680	395	19,75	15,0056	21,54533244
270	27522,9360	410	20,50	15,5827	22,29533244

[Handwritten Signature]
 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 7-31

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 1,25% - 1

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-1,7953
280	28542,3040	435	21,75	16,1598	23,54533244
290	29561,6720	465	23,25	16,7370	25,04533244
300	30581,0400	495	24,75	17,3141	26,54533244
310	31600,4080	520	26,00	17,8912	27,79533244
320	32619,7760	550	27,50	18,4684	29,29533244
330	33639,1440	580	29,00	19,0455	30,79533244
340	34658,5120	615	30,75	19,6227	32,54533244
350	35677,8800	655	32,75	20,1998	34,54533244
360	36697,2480	695	34,75	20,7769	36,54533244
370	37716,6160	678	33,90	21,3541	35,69533244
380	38735,9840	690	34,50	21,9312	36,29533244
390	39755,3520	755	37,75	22,5083	39,54533244
400	40774,7200	733	36,65	23,0855	38,44533244
410	41794,0880	825	41,25	23,6626	43,04533244
420	42813,4560	900	45	24,2397	46,79533244
422,5	43068,2980	1195	59,75	24,3840	61,54533244
420	42813,4560	1220	61	24,2397	62,79533244
415	42303,7720	1315	65,75	23,9512	67,54533244
410	41794,0880	1355	67,75	23,6626	69,54533244
405	41284,4040	1470	73,5	23,3740	75,29533244
400	40774,7200	1570	78,5	23,0855	80,29533244
395	40265,0360	1675	83,75	22,7969	85,54533244
390	39755,3520	1770	88,5	22,5083	90,29533244

LABORATORIUM

وَجَعَلْنَا لِكُلِّ شَيْءٍ قَدْرًا



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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS 1.25% -2**
Diameter : 15,2 cm
Luas (A_0) : 181,3664 cm²
Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 12,6 kg
P max : **559 KN**

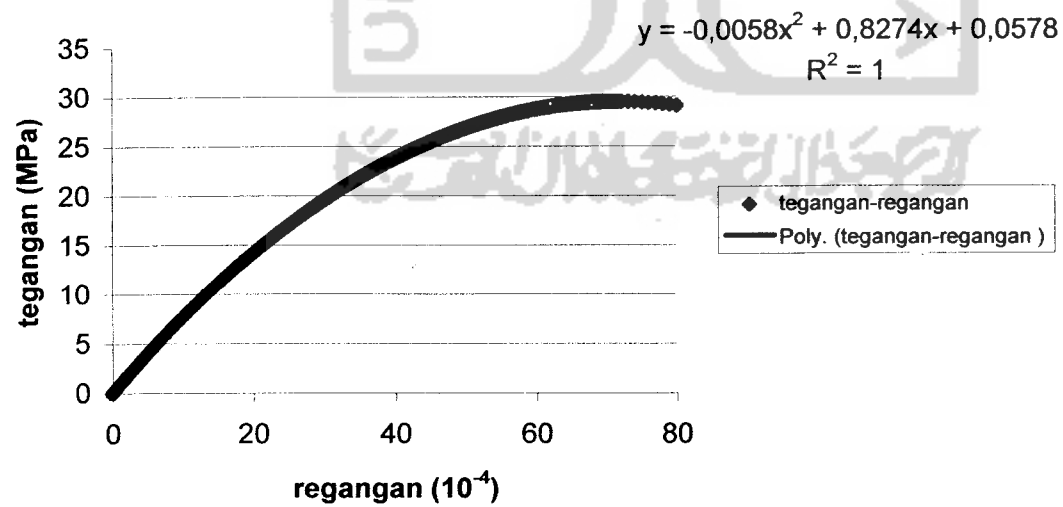
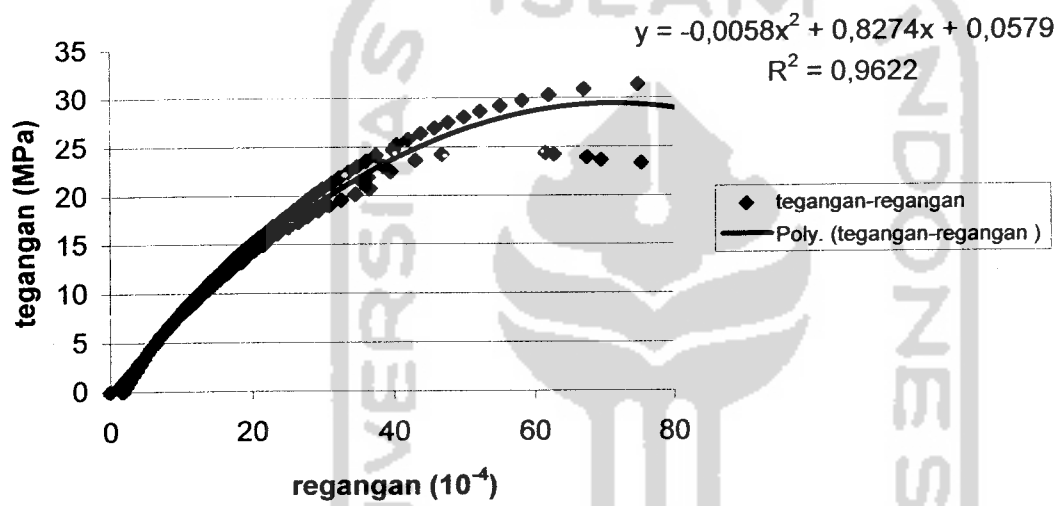
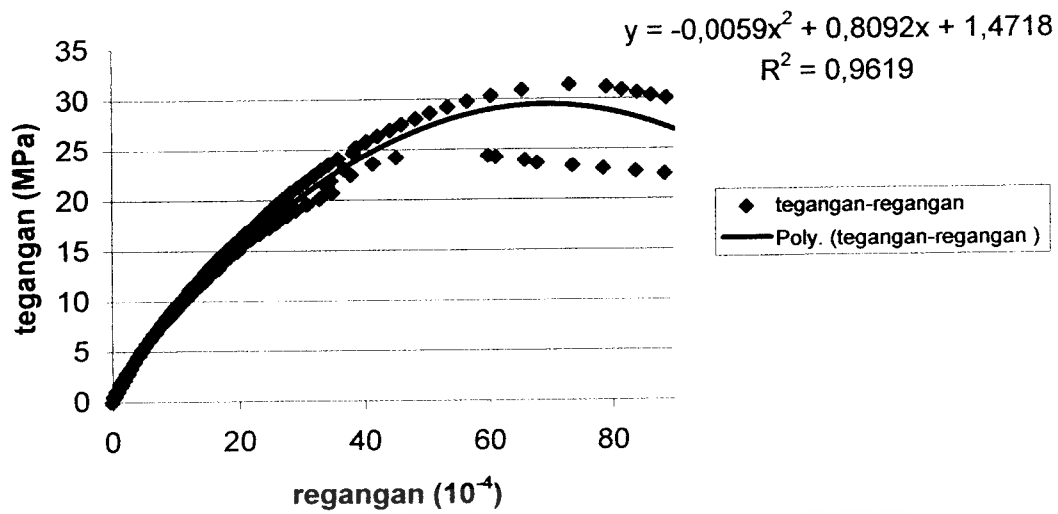
Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-1,79533244
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	10	0,50	0,5620	2,29533244
20	2038,7360	20	1,00	1,1241	2,79533244
30	3058,1040	30	1,50	1,6861	3,29533244
40	4077,4720	40	2,00	2,2482	3,79533244
50	5096,8400	50	2,50	2,8102	4,29533244
60	6116,2080	60	3,00	3,3723	4,79533244
70	7135,5760	70	3,50	3,9343	5,29533244
80	8154,9440	80	4,00	4,4964	5,79533244
90	9174,3120	95	4,75	5,0584	6,54533244
100	10193,6800	105	5,25	5,6205	7,04533244
110	11213,0480	120	6,00	6,1825	7,79533244
120	12232,4160	130	6,50	6,7446	8,29533244
130	13251,7840	145	7,25	7,3066	9,04533244
140	14271,1520	158	7,90	7,8687	9,69533244
150	15290,5200	171	8,55	8,4307	10,34533244
160	16309,8880	186	9,30	8,9928	11,09533244
170	17329,2560	201	10,05	9,5548	11,84533244
180	18348,6240	217	10,85	10,1169	12,64533244
190	19367,9920	234	11,70	10,6789	13,49533244
200	20387,3600	246	12,30	11,2410	14,09533244
210	21406,7280	264	13,20	11,8030	14,99533244
220	22426,0960	280	14,00	12,3651	15,79533244
230	23445,4640	295	14,75	12,9271	16,54533244
240	24464,8320	310	15,50	13,4892	17,29533244
250	25484,2000	328	16,40	14,0512	18,19533244
260	26503,5680	345	17,25	14,6133	19,04533244
270	27522,9360	364	18,20	15,1753	19,99533244
280	28542,3040	383	19,15	15,7374	20,94533244

LABORATORIUM
BANGUNAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Lampiran 7-33

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 1,25% - 2

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-1,7953
290	29561,6720	404	20,20	16,2994	21,99533244
300	30581,0400	421	21,05	16,8615	22,84533244
310	31600,4080	445	22,25	17,4235	24,04533244
320	32619,7760	462	23,10	17,9856	24,89533244
330	33639,1440	481	24,05	18,5476	25,84533244
340	34658,5120	500	25,00	19,1097	26,79533244
350	35677,8800	520	26,00	19,6717	27,79533244
360	36697,2480	540	27,00	20,2338	28,79533244
370	37716,6160	561	28,05	20,7958	29,84533244
380	38735,9840	587	29,35	21,3579	31,14533244
390	39755,3520	610	30,50	21,9199	32,29533244
400	40774,7200	635	31,75	22,4820	33,54533244
410	41794,0880	660	33,00	23,0440	34,79533244
420	42813,4560	685	34,25	23,6061	36,04533244
430	43832,8240	713	35,65	24,1681	37,44533244
440	44852,1920	762	38,10	24,7302	39,89533244
450	45871,5600	771	38,55	25,2922	40,34533244
460	46890,9280	804	40,20	25,8543	41,99533244
470	47910,2960	840	42,00	26,4163	43,79533244
480	48929,6640	880	44	26,9784	45,79533244
490	49949,0320	917	45,85	27,5404	47,64533244
500	50968,4000	962	48,1	28,1024	49,89533244
510	51987,7680	1008	50,4	28,6645	52,19533244
520	53007,1360	1065	53,25	29,2265	55,04533244
530	54026,5040	1128	56,4	29,7886	58,19533244
540	55045,8720	1205	60,25	30,3506	62,04533244
550	56065,2400	1305	65,25	30,9127	67,04533244
559	56982,6712	1460	73	31,4185	74,79533244
555	56574,9240	1580	79	31,1937	80,79533244
550	56065,2400	1630	81,5	30,9127	83,29533244
545	55555,5560	1680	84	30,6317	85,79533244
540	55045,8720	1725	86,25	30,3506	88,04533244
535	54536,1880	1775	88,75	30,0696	90,54533244
530	54026,5040	1815	90,75	29,7886	92,54533244
525	53516,8200	1850	92,5	29,5076	94,29533244
520	53007,1360	1890	94,5	29,2265	96,29533244

LABORATORIUM
 BAHAN KONSERVENSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UNL





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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS 1.50% -2**
Diameter : 15 cm
Luas (A_0) : 176,6250 cm²
Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 12,4 kg
P max : 618,2 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,500824398
0	0	0	0	0	0,00
10	1019,3680	10	0,50	0,5771	1,00
20	2038,7360	25	1,25	1,1543	1,75
30	3058,1040	40	2,00	1,7314	2,50
40	4077,4720	58	2,90	2,3085	3,40
50	5096,8400	76	3,80	2,8857	4,30
60	6116,2080	91	4,55	3,4628	5,05
70	7135,5760	110	5,50	4,0400	6,00
80	8154,9440	130	6,50	4,6171	7,00
90	9174,3120	145	7,25	5,1942	7,75
100	10193,6800	160	8,00	5,7714	8,50
110	11213,0480	200	10,00	6,3485	10,50
120	12232,4160	225	11,25	6,9256	11,75
130	13251,7840	240	12,00	7,5028	12,50
140	14271,1520	249	12,45	8,0799	12,95
150	15290,5200	259	12,95	8,6571	13,45
160	16309,8880	269	13,45	9,2342	13,95
170	17329,2560	282	14,10	9,8113	14,60
180	18348,6240	300	15,00	10,3885	15,50
190	19367,9920	315	15,75	10,9656	16,25
200	20387,3600	333	16,65	11,5427	17,15
210	21406,7280	355	17,75	12,1199	18,25
220	22426,0960	373	18,65	12,6970	19,15
230	23445,4640	390	19,50	13,2741	20,00
240	24464,8320	405	20,25	13,8513	20,75
250	25484,2000	420	21,00	14,4284	21,50
260	26503,5680	438	21,90	15,0056	22,40
270	27522,9360	456	22,80	15,5827	23,30
280	28542,3040	478	23,90	16,1598	24,40
290	29561,6720	494	24,70	16,7370	25,20

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

Lampiran 7-36

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 1,50% - 2

Beban (KN)	Beban (Kg)	$\Delta L (10^{-3})$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,5008
310	31600,4080	531	26,55	17,8912	27,05
320	32619,7760	545	27,25	18,4684	27,75
330	33639,1440	565	28,25	19,0455	28,75
340	34658,5120	589	29,45	19,6227	29,95
350	35677,8800	605	30,25	20,1998	30,75
360	36697,2480	625	31,25	20,7769	31,75
370	37716,6160	648	32,40	21,3541	32,90
380	38735,9840	669	33,45	21,9312	33,95
390	39755,3520	686	34,30	22,5083	34,80
400	40774,7200	705	35,25	23,0855	35,75
410	41794,0880	730	36,5	23,6626	37,00
420	42813,4560	748	37,4	24,2397	37,90
430	43832,8240	775	38,75	24,8169	39,25
440	44852,1920	795	39,75	25,3940	40,25
450	45871,5600	720	36	25,9712	36,50
460	46890,9280	745	37,25	26,5483	37,75
470	47910,2960	766	38,3	27,1254	38,80
480	48929,6640	794	39,7	27,7026	40,20
490	49949,0320	820	41	28,2797	41,50
500	50968,4000	848	42,4	28,8568	42,90
510	51987,7680	872	43,6	29,4340	44,10
520	53007,1360	901	45,05	30,0111	45,55
530	54026,5040	935	46,75	30,5883	47,25
540	55045,8720	960	48	31,1654	48,50
550	56065,2400	998	49,9	31,7425	50,40
560	57084,6080	1034	51,7	32,3197	52,20
570	58103,9760	1058	52,9	32,8968	53,40
575	58613,6600	1090	54,5	33,1854	55,00
580	59123,3440	1210	60,5	33,4739	61,00
585	59633,0280	1232	61,6	33,7625	62,10
590	60142,7120	1256	62,8	34,0511	63,30
595	60652,3960	1279	63,95	34,3396	64,45
600	61162,0800	1315	65,75	34,6282	66,25
605	61671,7640	1350	67,5	34,9168	68,00
610	62181,4480	1385	69,25	35,2053	69,75
615	62691,1320	1435	71,75	35,4939	72,25
618,2	63017,3298	1491	74,55	35,6786	75,05
615	62691,1320	1528	76,4	35,4939	76,90
610	62181,4480	1545	77,25	35,2053	77,75
605	61671,7640	1556	77,8	34,9168	78,30
600	61162,0800	1557	77,85	34,6282	78,35

LABORATORIUM
 MONTAJE DAN PERIKLASSIFIKASI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UJI



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

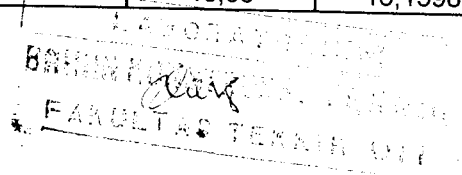
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT DESAK

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Sampel : **BPS 1.50% -1**
Diameter : 15 cm
Luas (A_0) : 176,6250 cm²
Tinggi (L_0) : 100 mm (Tinggi Dial)
Berat : 12,4 kg
P max : 597,3 KN

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,500824398
0	0	0	0	0	0
10	1019,3680	5	0,25	0,5771	0,75
20	2038,7360	14	0,70	1,1543	1,20
30	3058,1040	20	1,00	1,7314	1,50
40	4077,4720	30	1,50	2,3085	2,00
50	5096,8400	40	2,00	2,8857	2,50
60	6116,2080	48	2,40	3,4628	2,90
70	7135,5760	58	2,90	4,0400	3,40
80	8154,9440	68	3,40	4,6171	3,90
90	9174,3120	76	3,80	5,1942	4,30
100	10193,6800	87	4,35	5,7714	4,85
110	11213,0480	95	4,75	6,3485	5,25
120	12232,4160	105	5,25	6,9256	5,75
130	13251,7840	115	5,75	7,5028	6,25
140	14271,1520	126	6,30	8,0799	6,80
150	15290,5200	137	6,85	8,6571	7,35
160	16309,8880	150	7,50	9,2342	8,00
170	17329,2560	160	8,00	9,8113	8,50
180	18348,6240	171	8,55	10,3885	9,05
190	19367,9920	186	9,30	10,9656	9,80
200	20387,3600	198	9,90	11,5427	10,40
210	21406,7280	210	10,50	12,1199	11,00
220	22426,0960	224	11,20	12,6970	11,70
230	23445,4640	235	11,75	13,2741	12,25
240	24464,8320	250	12,50	13,8513	13,00
250	25484,2000	265	13,25	14,4284	13,75
260	26503,5680	278	13,90	15,0056	14,40
270	27522,9360	292	14,60	15,5827	15,10
280	28542,3040	307	15,35	16,1598	15,85



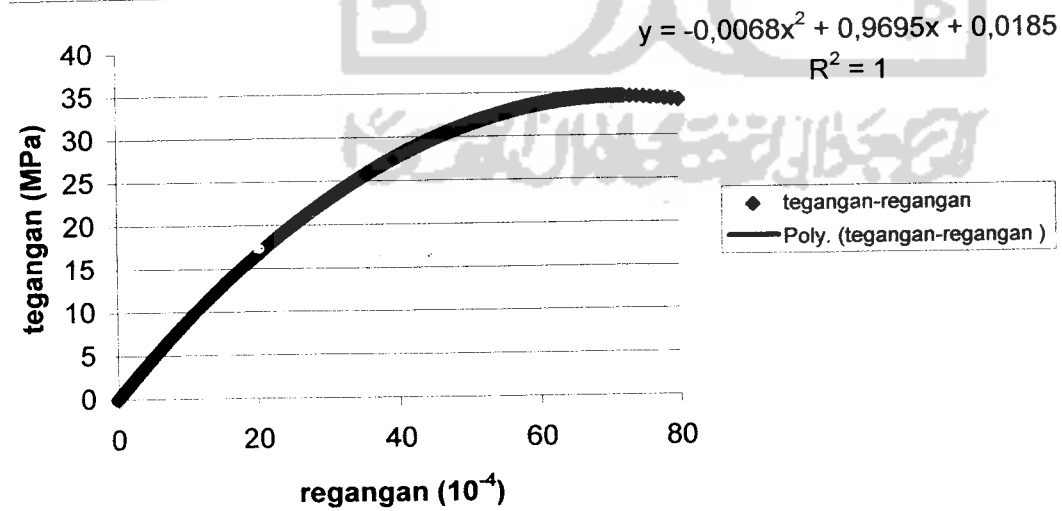
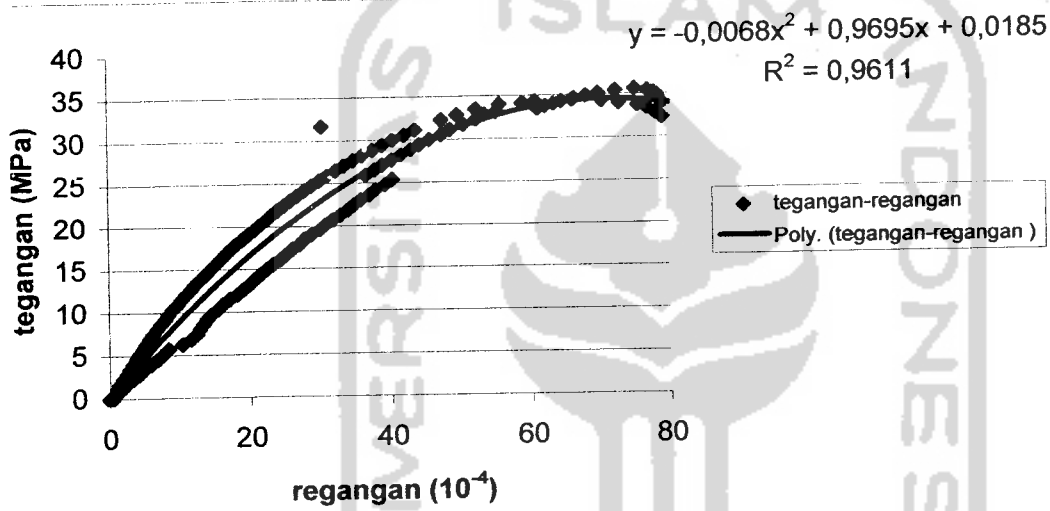
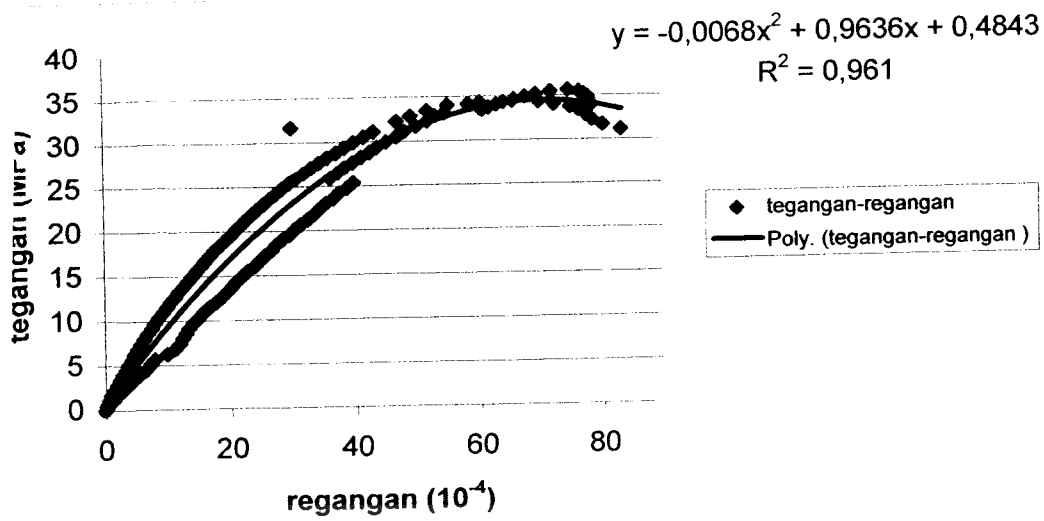
Lampiran 7-38

LANJUTAN TEG-REGANG BPS SP 1,50% - 1

Beban (KN)	Beban (Kg)	ΔL (10^{-3}) mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Mpa)	Regangan Koreksi (10^{-4})
					-0,5008
290	29561,6720	320	16,00	16,7370	16,50
300	30581,0400	335	16,75	17,3141	17,25
310	31600,4080	350	17,50	17,8912	18,00
320	32619,7760	368	18,40	18,4684	18,90
330	33639,1440	385	19,25	19,0455	19,75
340	34658,5120	403	20,15	19,6227	20,65
350	35677,8800	418	20,90	20,1998	21,40
360	36697,2480	435	21,75	20,7769	22,25
370	37716,6160	450	22,50	21,3541	23,00
380	38735,9840	468	23,40	21,9312	23,90
390	39755,3520	486	24,30	22,5083	24,80
400	40774,7200	505	25,25	23,0855	25,75
410	41794,0880	524	26,20	23,6626	26,70
420	42813,4560	545	27,25	24,2397	27,75
430	43832,8240	565	28,25	24,8169	28,75
450	45871,5600	610	30,50	25,9712	29,85
460	46890,9280	635	31,75	26,5483	31,00
470	47910,2960	658	32,90	27,1254	32,25
480	48929,6640	684	34,20	27,7026	33,40
490	49949,0320	710	35,50	28,2797	34,70
500	50968,4000	739	36,95	28,8568	36,00
510	51987,7680	767	38,35	29,4340	37,45
520	53007,1360	796	39,80	30,0111	38,85
530	54026,5040	829	41,45	30,5883	40,30
540	55045,8720	860	43,00	31,1654	41,95
550	56065,2400	895	45,75	31,7425	43,50
560	57084,6080	935	46,75	32,3197	30,25
570	58103,9760	980	49,00	32,8968	47,25
580	59123,3440	1033	51,65	33,4739	49,50
590	60142,7120	1100	55,00	34,0511	52,15
592	60346,5856	1166	58,30	34,1665	55,50
590	60142,7120	1170	58,50	34,0511	58,80
595	60652,3960	1203	60,15	34,3396	59,00
597,3	60886,8506	1310	65,50	34,4724	60,65
595	60652,3960	1395	69,75	34,3396	66,00
590	60142,7120	1445	72,25	34,0511	70,25
585	59633,0280	1499	74,95	33,7625	72,75
580	59123,3440	1525	76,25	33,4739	75,45
570	58103,9760	1550	77,5	32,8968	76,75
560	57084,6080	1570	78,5	32,3197	78,00
550	56065,2400	1605	80,25	31,7425	79,00

LABORATORIUM
 TEKNIK SIPIL DAN
 KONSTRUKSI
 FAKULTAS TEKNIK
 SIPIL

Lampiran 7-39





LAMPIRAN 8

(HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK)

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

Data Benda Uji Silinder
Untuk Pengujian Kuat Tarik

no	Kode Silinder	Beban Maksimal		Beban Konversi		Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Konversi (Mpa)	ket
		(kN)	(kg)	(kN)	(kg)			
1	BPN-6	179,000	18246,687	176,226	17963,915	2,557	2,517	
2	BPN-7	180,800	18430,173	177,998	18144,547	2,613	2,573	
3	BPN-8	213,300	21743,119	209,991	21405,760	3,027	2,980	
	Rata-rata	191,033	19473,327	188,072	19171,407	2,732	2,690	
4	BPS-6	242,900	24760,449	239,127	24375,790	3,403	3,350	
5	BPS-7	219,200	22344,547	215,802	21998,165	2,711	2,669	
6	BPS-8	266,500	27166,157	262,356	26743,731	3,813	3,754	
	Rata-rata	242,867	24757,051	239,095	24372,562	3,309	3,258	
7	BPS 0.25 %-6	195,500	19928,644	192,472	19619,980	2,808	2,764	
8	BPS 0.25 %-7	260,200	26523,955	256,157	26111,804	3,724	3,666	
9	BPS 0.25 %-8	239,200	24383,283	235,483	24004,363	3,351	3,299	
	Rata-rata	231,633	23611,961	228,037	23245,382	3,294	3,243	
10	BPS 0.50 %-6	214,700	21885,831	211,370	21546,330	3,083	3,036	
11	BPS 0.50 %-7	217,600	22181,448	214,226	21837,513	3,114	3,066	
12	BPS 0.50 %-8	239,200	24383,283	235,483	24004,363	3,351	3,299	
	Rata-rata	223,833	22816,854	220,359	22462,735	3,183	3,133	

BAHARU
REKAM TANDA

lanjutan hasil uji Kuat tarik

no	Kode Silinder	Beban Maksimal		Beban Konversi		Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Konversi (Mpa)	ket
		(kN)	(kg)	(kN)	(kg)			
13	BPS 0.75 %-6	205,500	20948,012	202,312	20623,038	2,945	2,900	
14	BPS 0.75 %-7	243,100	24780,836	239,324	24395,872	3,484	3,430	
15	BPS 0.75 %-8	251,500	25637,105	247,596	25239,144	3,623	3,566	
	Rata-rata	233,367	23788,651	229,744	23419,351	3,351	3,299	
16	BPS 1.00 %-6	228,200	23261,978	225,151	22951,172	3,260	3,216	
17	BPS 1.00 %-7	239,000	24362,895	235,673	24023,751	3,414	3,367	
18	BPS 1.00 %-8	237,010	24160,041	233,328	23784,693	3,420	3,367	
	Rata-rata	234,737	23928,305	231,384	23586,539	3,365	3,317	
19	BPS 1.25 %-6	224,100	22844,037	220,624	22489,745	3,201	3,152	
20	BPS 1.25 %-7	251,700	25657,493	247,793	25259,205	3,596	3,540	
21	BPS 1.25 %-8	230,400	23486,239	226,820	23121,305	3,324	3,273	
	Rata-rata	235,400	23995,923	231,746	23623,418	3,374	3,321	
22	BPS 1.5 %-6	253,200	25810,398	249,269	25409,664	3,593	3,537	
23	BPS 1.5 %-7	228,700	23312,946	225,151	22951,152	3,311	3,259	
24	BPS 1.5 %-8	242,800	24750,255	239,028	24365,749	3,492	3,437	
	Rata-rata	241,567	24624,533	237,816	24242,188	3,465	3,411	


 BAHARU



LAMPIRAN 9

(HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

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

Hasil Pengujian Kuat Lentur

no	Kode Silinder	Berat (w) kg	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Panjang (L) cm	Panjang Joint (s) cm	Beban Maksimum (kg)	Beban Konversi (kg)	Momen Lentur (kg.cm)	C (cm ³)	Kuat Lentur (Mpa)	Ket
1	BPN-1	8.90	10.09	10.00	39.60	10	1415.000	1512.163	7560.813	168.167	4.496	
2	BPN-2	8.81	10.85	10.10	40.00	10	1530.000	1624.575	8122.875	184.468	4.403	
3	BPN-3	9.15	10.02	10.00	40.00	10	1580.000	1673.450	8367.250	167.000	5.010	
Rata-rata												
							1508.333	1603.396	8016.979	173.212	4.637	

4	BPS-1	9.10	9.80	10.10	39.70	10	1665.000	1757.513	8787.563	166.616	5.274	*
5	BPS-2	9.20	10.10	10.10	40.00	10	2100.000	2191.750	10958.750	171.717	6.382	
6	BPS-3	9.10	9.99	10.20	39.60	10	1500.000	1595.250	7976.250	173.227	4.605	
Rata-rata												
							1755.000	1848.171	9240.854	170.520	4.939	

Keterangan : * Benda uji BPS-2 dianggap gagal (tidak dipakai)

7	BPS 0.25 %-1	9.30	10.10	10.00	40.00	10	1460.000	1556.150	7780.750	168.333	4.622	*
8	BPS 0.25 %-2	9.60	10.20	10.10	40.00	10	1745.000	1836.913	9184.563	173.417	5.296	
9	BPS 0.25 %-3	9.50	10.30	10.00	40.10	10	1575.000	1668.563	8342.313	171.667	4.860	
Rata-rata												
							1593.333	1687.208	8436.042	171.139	5.078	

Keterangan : * Benda uji BPS 0.25 %-1 dianggap gagal (tidak dipakai)

10	BPS 0.50 %-1	9.30	10.30	10.00	40.40	10	1800.000	1891.500	9457.500	171.667	5.509	
11	BPS 0.50 %-2	9.10	10.00	10.20	40.10	10	1775.000	1866.688	9333.438	173.400	5.383	
12	BPS 0.50 %-3	9.10	10.30	10.00	39.75	10	1705.000	1797.213	8986.063	171.667	5.235	
Rata-rata												
							1760.000	1851.800	9259.000	172.244	5.375	

lanjutan hasil pengujian kuat lentur

no	Kode Silinder	Berat (w) kg	Lebar (b) cm	Tinggi (h) cm	Panjang (L) cm	Panjang Joint (s) cm	Beban Maksimum (kg)	Beban Konversi (kg)	Momen Lentur (kg.cm)	C (cm ³)	Kuat Lentur (Mpa)	Ket
13	BPS 0.75 %-1	9.15	10.25	10.10	40.20	10	1700.000	1797.213	8986.065	174.267	5.156	
14	BPS 0.75 %-2	9.40	10.30	10.10	40.00	10	1820.000	1911.350	9556.750	175.117	5.457	
15	BPS 0.75 %-3	9.55	10.30	10.15	39.90	10	1875.000	1965.938	9829.688	176.855	5.558	
Rata-rata												
							1798.333	1891.500	9457.501	175.413	5.391	

16	BPS 1.00 %-1	9.60	10.10	10.10	40.00	10	1460.000	1556.150	7780.750	171.717	4.531	*
17	BPS 1.00 %-2	9.20	10.20	10.00	40.10	10	1745.000	1836.913	9184.563	170.000	5.403	
18	BPS 1.00 %-3	9.10	10.00	9.90	40.20	10	1690.000	1782.325	8911.625	163.350	5.456	
Rata-rata												
							1631.667	1725.129	8625.646	168.356	5.429	

Keterangan : * Benda uji BPS 1,00 %-1 dianggap gagal (tidak dipakai)

19	BPS 1.25 %-1	9.50	10.10	10.10	40.30	10	2045.000	2135.788	10678.938	171.717	6.219	
20	BPS 1.25 %-2	9.55	10.10	10.00	40.00	10	1665.000	1757.513	8787.563	168.333	5.220	
21	BPS 1.25 %-3	9.55	10.00	10.00	40.00	10	1850.000	1941.125	9705.625	166.667	5.823	
Rata-rata												
							1853.333	1944.808	9724.042	168.906	5.754	
19	BPS 1.50 %-1	9.35	9.90	10.20	39.60	10	1660.000	1752.550	8762.750	171.666	5.105	
20	BPS 1.50 %-2	9.50	10.20	10.10	40.00	10	1690.000	1782.325	8911.625	173.417	5.139	
21	BPS 1.50 %-3	9.20	10.00	9.80	39.60	10	1480.000	1575.700	7878.500	160.067	4.922	
Rata-rata												
							1610.000	1703.525	8517.625	168.383	5.055	



11/15/2007

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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT LENTUR
 No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

el : **BPN -1**

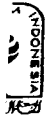
30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
 10,09 cm
 10 cm
 8,9 kg

Beban (kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	168,17	0	0
50	0,4905	250	168,17	0,149	0
100	0,9810	500	168,17	0,297	1
150	1,4715	750	168,17	0,446	2
200	1,9620	1000	168,17	0,595	4
250	2,4525	1250	168,17	0,743	6
300	2,9430	1500	168,17	0,892	8
350	3,4335	1750	168,17	1,041	10
400	3,9240	2000	168,17	1,189	12
450	4,4145	2250	168,17	1,338	14
500	4,9050	2500	168,17	1,487	15
550	5,3955	2750	168,17	1,635	16
600	5,8860	3000	168,17	1,784	18
650	6,3765	3250	168,17	1,933	19
700	6,8670	3500	168,17	2,081	21
750	7,3575	3750	168,17	2,230	22
800	7,8480	4000	168,17	2,379	24
850	8,3385	4250	168,17	2,527	25
900	8,8290	4500	168,17	2,676	26
950	9,3195	4750	168,17	2,825	28
1000	9,8100	5000	168,17	2,973	29
1050	10,3005	5250	168,17	3,122	31
1100	10,7910	5500	168,17	3,271	33
1150	11,2815	5750	168,17	3,419	34
1200	11,7720	6000	168,17	3,568	36
1250	12,2625	6250	168,17	3,717	37
1300	12,7530	6500	168,17	3,865	39
1350	13,2435	6750	168,17	4,014	40
1400	13,7340	7000	168,17	4,163	40
1415	13,8811	7075	168,17	4,207	42

itan
 $1/6 \cdot b \cdot h^2$

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Lampiran 10-1



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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT LENTUR

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

pel : **BPN -2**
: 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
: 10,85 cm
: 10,1 cm
t : 8,81 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (KgcM)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	184,47	0	0
50	0,4905	250	184,47	0,136	0,5
100	0,9810	500	184,47	0,271	1
150	1,4715	750	184,47	0,407	3
200	1,9620	1000	184,47	0,542	4
250	2,4525	1250	184,47	0,678	6
300	2,9430	1500	184,47	0,813	8
350	3,4335	1750	184,47	0,949	10
400	3,9240	2000	184,47	1,084	12
450	4,4145	2250	184,47	1,220	14
500	4,9050	2500	184,47	1,355	16
550	5,3955	2750	184,47	1,491	18
600	5,8860	3000	184,47	1,626	19
650	6,3765	3250	184,47	1,762	20
700	6,8670	3500	184,47	1,897	21
750	7,3575	3750	184,47	2,033	22
800	7,8480	4000	184,47	2,168	23
850	8,3385	4250	184,47	2,304	24
900	8,8290	4500	184,47	2,439	25
950	9,3195	4750	184,47	2,575	26
1000	9,8100	5000	184,47	2,710	27
1050	10,3005	5250	184,47	2,846	28
1100	10,7910	5500	184,47	2,982	30
1150	11,2815	5750	184,47	3,117	31
1200	11,7720	6000	184,47	3,253	32
1250	12,2625	6250	184,47	3,388	33
1300	12,7530	6500	184,47	3,524	34
1350	13,2435	6750	184,47	3,659	35
1400	13,7340	7000	184,47	3,795	36
1450	14,2245	7250	184,47	3,930	37
1500	14,7150	7500	184,47	4,066	39
1530	15,0093	7650	184,47	4,147	42

[Handwritten Signature]
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 10-2



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

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

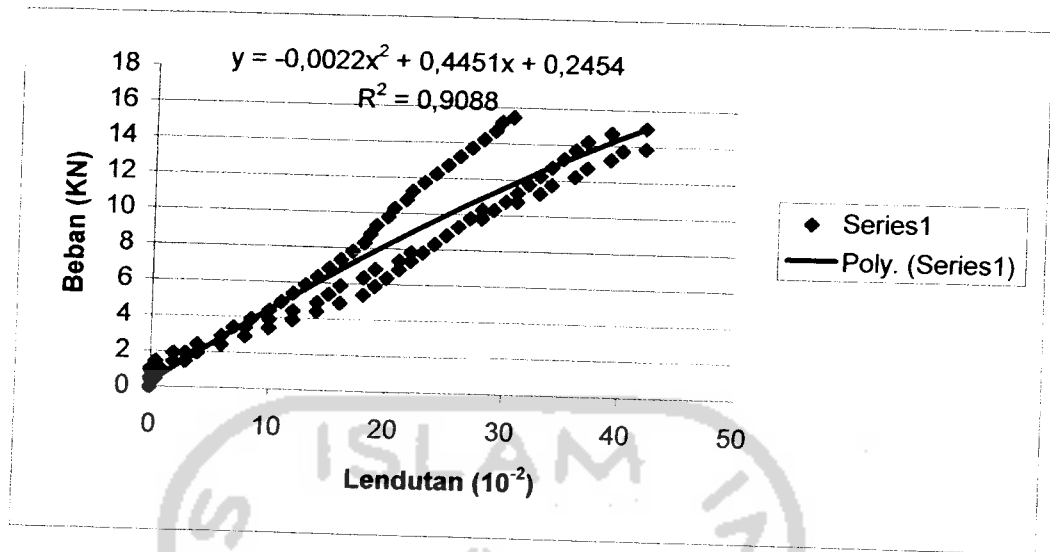
HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT LENTUR
No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Spesimen : **BPN - 3**

: 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
: 10,85 cm
: 10,1 cm
: 8,81 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ²)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10^{-2} mm)
0	0	0	184,47	0	0
50	0,4905	250	184,47	0,136	0,5
100	0,9810	500	184,47	0,271	1
150	1,4715	750	184,47	0,407	2
200	1,9620	1000	184,47	0,542	3
250	2,4525	1250	184,47	0,678	4
300	2,9430	1500	184,47	0,813	6
350	3,4335	1750	184,47	0,949	7
400	3,9240	2000	184,47	1,084	8,5
450	4,4145	2250	184,47	1,220	10
500	4,9050	2500	184,47	1,355	11
550	5,3955	2750	184,47	1,491	12
600	5,8860	3000	184,47	1,626	13
650	6,3765	3250	184,47	1,762	14
700	6,8670	3500	184,47	1,897	15
750	7,3575	3750	184,47	2,033	16
800	7,8480	4000	184,47	2,168	17
850	8,3385	4250	184,47	2,304	18
900	8,8290	4500	184,47	2,439	18,5
950	9,3195	4750	184,47	2,575	19
1000	9,8100	5000	184,47	2,710	20
1050	10,3005	5250	184,47	2,846	20,5
1100	10,7910	5500	184,47	2,982	21,5
1150	11,2815	5750	184,47	3,117	22
1200	11,7720	6000	184,47	3,253	23
1250	12,2625	6250	184,47	3,388	24
1300	12,7530	6500	184,47	3,524	25
1350	13,2435	6750	184,47	3,659	26
1400	13,7340	7000	184,47	3,795	27
1450	14,2245	7250	184,47	3,930	28
1500	14,7150	7500	184,47	4,066	29
1550	15,2055	7750	184,47	4,201	29,5
1580	15,49979988	7900	184,47	4,283	30,50

REVISI
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

Jel : BPS -1

: 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
: 9,80 cm
: 10,1 cm
: 9,1 kg

Beban Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (α ⁻¹ mm)
0	0	0	166,62	0	0
50	0,4905	250	166,62	0,150	0,5
100	0,9810	500	166,62	0,300	1
150	1,4715	750	166,62	0,450	2
200	1,9620	1000	166,62	0,600	3
250	2,4525	1250	166,62	0,750	4
300	2,9430	1500	166,62	0,900	5
350	3,4335	1750	166,62	1,050	6
400	3,9240	2000	166,62	1,200	6,5
450	4,4145	2250	166,62	1,350	8
500	4,9050	2500	166,62	1,500	8,5
550	5,3955	2750	166,62	1,650	9
600	5,8860	3000	166,62	1,801	9,5
650	6,3765	3250	166,62	1,951	10
700	6,8670	3500	166,62	2,101	10,25
750	7,3575	3750	166,62	2,251	11
800	7,8480	4000	166,62	2,401	11,5
850	8,3385	4250	166,62	2,551	12
900	8,8290	4500	166,62	2,701	12,25
950	9,3195	4750	166,62	2,851	13
1000	9,8100	5000	166,62	3,001	13
1050	10,3005	5250	166,62	3,151	14
1100	10,7910	5500	166,62	3,301	14,5
1150	11,2815	5750	166,62	3,451	15
1200	11,7720	6000	166,62	3,601	15,5
1250	12,2625	6250	166,62	3,751	16
1300	12,7530	6500	166,62	3,901	16,5
1350	13,2435	6750	166,62	4,051	17
1400	13,7340	7000	166,62	4,201	17,5
1450	14,2245	7250	166,62	4,351	18
1500	14,7150	7500	166,62	4,501	18,5
1550	15,2055	7750	166,62	4,651	19
1600	15,6960	8000	166,62	4,801	20
1650	16,1865	8250	166,62	4,951	21
1665	16,3336	8325	166,62	4,997	31

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻³ mm)	
50	12,2625	6250	166,62	3,751	45
100	11,7720	6000	166,62	3,601	98
150	12,2625	6250	166,62	3,751	240
200	12,5077	6375	166,62	3,826	265
250	12,7530	6500	166,62	3,901	290
300	12,9492	6600	166,62	3,961	319
350	12,7530	6500	166,62	3,901	343
400	12,7530	6500	166,62	3,901	355
450	13,4397	6850	166,62	4,111	380
500	12,8511	6550	166,62	3,931	425
550	11,7720	6000	166,62	3,601	458
600	11,2815	5750	166,62	3,451	481
650	11,0853	5650	166,62	3,391	550
700	10,7910	5500	166,62	3,301	565
750	9,8100	5000	166,62	3,001	590



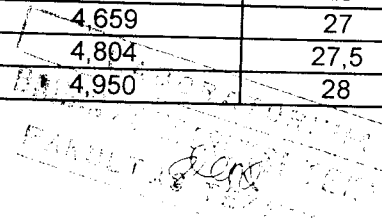
HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT LENTUR

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Detail : **BPS -2**

: 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
 : 10,1 cm
 : 10,1 cm
 : 9,2 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (KgcM)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	171,72	0	0
50	0,4905	250	171,72	0,146	2
100	0,9810	500	171,72	0,291	3
150	1,4715	750	171,72	0,437	5
200	1,9620	1000	171,72	0,582	6
250	2,4525	1250	171,72	0,728	7
300	2,9430	1500	171,72	0,874	8
350	3,4335	1750	171,72	1,019	9
400	3,9240	2000	171,72	1,165	10
450	4,4145	2250	171,72	1,310	12
500	4,9050	2500	171,72	1,456	13
550	5,3955	2750	171,72	1,601	14
600	5,8860	3000	171,72	1,747	14,5
650	6,3765	3250	171,72	1,893	15
700	6,8670	3500	171,72	2,038	16
750	7,3575	3750	171,72	2,184	16,5
800	7,8480	4000	171,72	2,329	17
850	8,3385	4250	171,72	2,475	18
900	8,8290	4500	171,72	2,621	18,5
950	9,3195	4750	171,72	2,766	19
1000	9,8100	5000	171,72	2,912	20
1050	10,3005	5250	171,72	3,057	20,5
1100	10,7910	5500	171,72	3,203	21
1150	11,2815	5750	171,72	3,349	21,5
1200	11,7720	6000	171,72	3,494	22
1250	12,2625	6250	171,72	3,640	23
1300	12,7530	6500	171,72	3,785	23,5
1350	13,2435	6750	171,72	3,931	24
1400	13,7340	7000	171,72	4,076	24,5
1450	14,2245	7250	171,72	4,222	25
1500	14,7150	7500	171,72	4,368	25,5
1550	15,2055	7750	171,72	4,513	26
1600	15,6960	8000	171,72	4,659	27
1650	16,1865	8250	171,72	4,804	27,5
1700	16,6770	8500	171,72	4,950	28



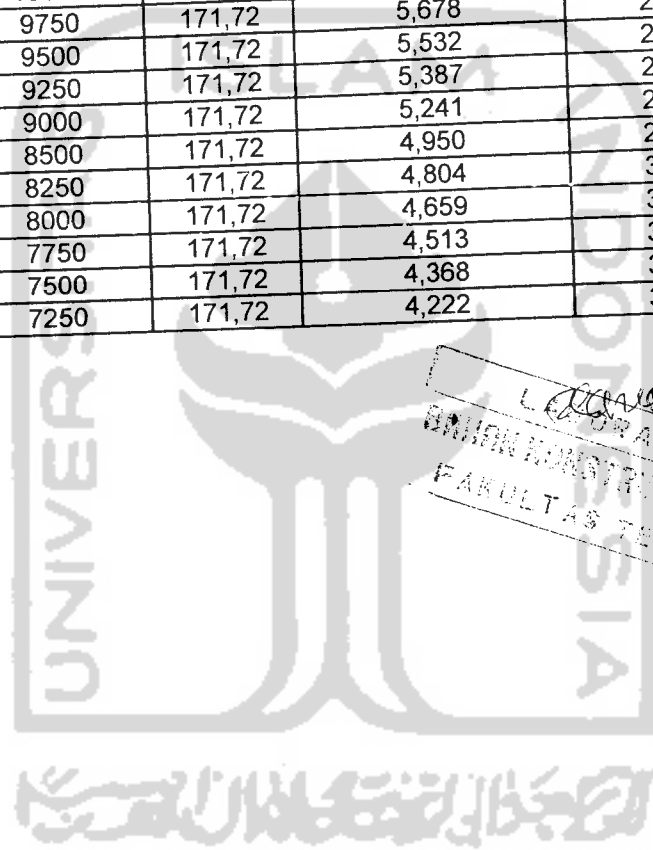


LAMPIRAN 10

(HASIL PENGUJIA BEBAN-LENDUTAN)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

50	17,1675	8750	171,72	5,096	29
100	17,6580	9000	171,72	5,241	30
150	18,1485	9250	171,72	5,387	31,5
200	18,2466	9300	171,72	5,416	43
250	15,6960	8000	171,72	4,659	69
300	16,1865	8250	171,72	4,804	73
350	16,6770	8500	171,72	4,950	78
400	16,8732	8600	171,72	5,008	90
450	17,6580	9000	171,72	5,241	127
500	18,6390	9500	171,72	5,532	160
550	19,1295	9750	171,72	5,678	173
600	19,6200	10000	171,72	5,824	183
650	20,1105	10250	171,72	5,969	204
700	20,6010	10500	171,72	6,115	221
750	20,1105	10250	171,72	5,969	243
800	19,6200	10000	171,72	5,824	248
850	19,1295	9750	171,72	5,678	254
900	18,6390	9500	171,72	5,532	265
950	18,1485	9250	171,72	5,387	273
1000	17,6580	9000	171,72	5,241	278
1050	16,6770	8500	171,72	4,950	295
1100	16,1865	8250	171,72	4,804	308
1150	15,6960	8000	171,72	4,659	340
1200	15,2055	7750	171,72	4,513	363
1250	14,7150	7500	171,72	4,368	370
1300	14,2245	7250	171,72	4,222	378



L. ...
 LABORATORIUM
 ADMINISTRASI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT LENTUR

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Detail : **BPS - 3**

30 cm (Jarak Antar Tumpuan)

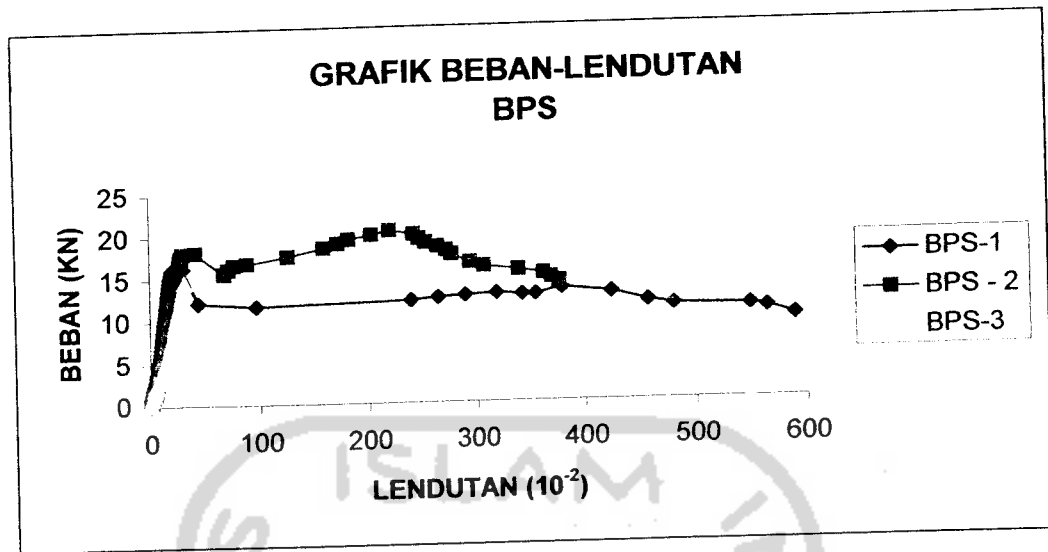
9,99 cm

10,2 cm

9,1 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	173,23	0	0
50	0,4905	250	173,23	0,144	0
100	0,9810	500	173,23	0,289	2
150	1,4715	750	173,23	0,433	4
200	1,9620	1000	173,23	0,577	4,5
250	2,4525	1250	173,23	0,722	6
300	2,9430	1500	173,23	0,866	8
350	3,4335	1750	173,23	1,010	10
400	3,9240	2000	173,23	1,155	11
450	4,4145	2250	173,23	1,299	13
500	4,9050	2500	173,23	1,443	14
550	5,3955	2750	173,23	1,588	16
600	5,8860	3000	173,23	1,732	17
650	6,3765	3250	173,23	1,876	18
700	6,8670	3500	173,23	2,020	19
750	7,3575	3750	173,23	2,165	20
800	7,8480	4000	173,23	2,309	21
850	8,3385	4250	173,23	2,453	22
900	8,8290	4500	173,23	2,598	23
950	9,3195	4750	173,23	2,742	23,5
1000	9,8100	5000	173,23	2,886	24
1050	10,3005	5250	173,23	3,031	25
1100	10,7910	5500	173,23	3,175	26
1150	11,2815	5750	173,23	3,319	27
1200	11,7720	6000	173,23	3,464	28
1250	12,2625	6250	173,23	3,608	29
1300	12,7530	6500	173,23	3,752	30
1350	13,2435	6750	173,23	3,897	30,5
1400	13,7340	7000	173,23	4,041	31
1450	14,2245	7250	173,23	4,185	32
1500	14,7150	7500	173,23	4,330	33
800	7,8480	4000	173,23	2,309	58
850	8,3385	4250	173,23	2,453	65
900	8,8290	4500	173,23	2,598	67
950	9,3195	4750	173,23	2,742	73
950	9,3195	4750	173,23	2,742	85
900	8,8290	4500	173,23	2,598	95
850	8,3385	4250	173,23	2,453	120
830	8,1423	4150	173,23	2,396	165
830	8,1423	4150	173,23	2,396	209
830	8,1423	4150	173,23	2,396	255
800	7,8480	4000	173,23	2,309	280
760	7,4556	3800	173,23	2,194	322
750	7,3575	3750	173,23	2,165	340

Lampiran 10-9





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

pel : BPS - SP 0.25% -3
: 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
: 10,30 cm
: 10 cm
it : 9,5 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (cm ² mm)
0	0	0	171,67	0	0
50	0,4905	250	171,67	0,146	5
100	0,9810	500	171,67	0,291	7
150	1,4715	750	171,67	0,437	8
200	1,9620	1000	171,67	0,583	9
250	2,4525	1250	171,67	0,728	11,5
300	2,9430	1500	171,67	0,874	12,5
350	3,4335	1750	171,67	1,019	14
400	3,9240	2000	171,67	1,165	16
450	4,4145	2250	171,67	1,311	17,58
500	4,9050	2500	171,67	1,456	19
550	5,3955	2750	171,67	1,602	20
600	5,8860	3000	171,67	1,748	20,5
650	6,3765	3250	171,67	1,893	21
700	6,8670	3500	171,67	2,039	22
750	7,3575	3750	171,67	2,184	23
800	7,8480	4000	171,67	2,330	24
850	8,3385	4250	171,67	2,476	25
900	8,8290	4500	171,67	2,621	26
950	9,3195	4750	171,67	2,767	26,5
1000	9,8100	5000	171,67	2,913	27
1050	10,3005	5250	171,67	3,058	28
1100	10,7910	5500	171,67	3,204	29
1150	11,2815	5750	171,67	3,350	29,5
1200	11,7720	6000	171,67	3,495	30
1250	12,2625	6250	171,67	3,641	31
1300	12,7530	6500	171,67	3,786	32
1350	13,2435	6750	171,67	3,932	33
1400	13,7340	7000	171,67	4,078	33,5
1450	14,2245	7250	171,67	4,223	34
1500	14,7150	7500	171,67	4,369	35
1550	15,2055	7750	171,67	4,515	36
1575	15,4507	7875	171,67	4,587	37
1085	10,6438	5425	171,67	3,160	74
1050	10,3005	5250	171,67	3,058	75
1130	11,0853	5650	171,67	3,291	106
1150	11,2815	5750	171,67	3,350	117
1200	11,7720	6000	171,67	3,495	162
1250	12,2625	6250	171,67	3,641	195
1250	12,2625	6250	171,67	3,641	265

Lampiran 10-11

Retriks
17/11/2017

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

el : **BPS - SP 0.25% -2**

- 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
- 10,2 cm
- 10,1 cm
- 9,6 kg

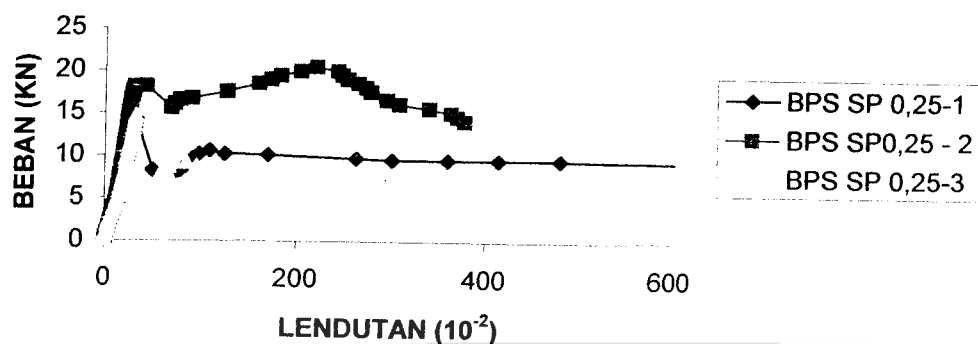
Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (cm ² mm)
0	0	0	173,42	0	0
50	0,4905	250	173,42	0,144	2
100	0,9810	500	173,42	0,288	5
150	1,4715	750	173,42	0,432	7
200	1,9620	1000	173,42	0,577	8
250	2,4525	1250	173,42	0,721	9
300	2,9430	1500	173,42	0,865	11
350	3,4335	1750	173,42	1,009	12
400	3,9240	2000	173,42	1,153	13
450	4,4145	2250	173,42	1,297	14
500	4,9050	2500	173,42	1,442	15
550	5,3955	2750	173,42	1,586	16
600	5,8860	3000	173,42	1,730	17
650	6,3765	3250	173,42	1,874	18
700	6,8670	3500	173,42	2,018	19
750	7,3575	3750	173,42	2,162	20
800	7,8480	4000	173,42	2,307	21
850	8,3385	4250	173,42	2,451	22
900	8,8290	4500	173,42	2,595	22,5
950	9,3195	4750	173,42	2,739	23
1000	9,8100	5000	173,42	2,883	24
1050	10,3005	5250	173,42	3,027	25
1100	10,7910	5500	173,42	3,172	26
1150	11,2815	5750	173,42	3,316	27
1200	11,7720	6000	173,42	3,460	27,5
1250	12,2625	6250	173,42	3,604	28,5
1300	12,7530	6500	173,42	3,748	29
1350	13,2435	6750	173,42	3,892	30
1400	13,7340	7000	173,42	4,037	30,5
1450	14,2245	7250	173,42	4,181	31
1500	14,7150	7500	173,42	4,325	32
1550	15,2055	7750	173,42	4,469	33
1600	15,6960	8000	173,42	4,613	34
1650	16,1865	8250	173,42	4,757	34,5
1700	16,6770	8500	173,42	4,901	35
1745	17,1184	8725	173,42	5,031	35,5
860	8,4366	4300	173,42	2,480	70
950	9,3195	4750	173,42	2,739	74
920	9,0252	4600	173,42	2,653	101
930	9,1233	4650	173,42	2,681	185
950	9,3195	4750	173,42	2,739	240
1000	9,8100	5000	173,42	2,883	290
950	9,3195	4750	173,42	2,739	298
900	8,8290	4500	173,42	2,595	345
850	8,3385	4250	173,42	2,451	360
800	7,8480	4000	173,42	2,307	373
750	7,3575	3750	173,42	2,162	402

Lampiran 10-12

Jel : **BPS - SP 0.25% -1**
 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
 10,1 cm
 10 cm
 9,3 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	168,33	0	0
50	0,4905	250	168,33	0,149	1
100 ¹⁾	0,9810	500	168,33	0,297	2
150	1,4715	750	168,33	0,446	4
200	1,9620	1000	168,33	0,594	6,5
250	2,4525	1250	168,33	0,743	8,5
300	2,9430	1500	168,33	0,891	10
350	3,4335	1750	168,33	1,040	11
400	3,9240	2000	168,33	1,188	12
450	4,4145	2250	168,33	1,337	14,5
500	4,9050	2500	168,33	1,485	15
550	5,3955	2750	168,33	1,634	16
600	5,8860	3000	168,33	1,782	17
650	6,3765	3250	168,33	1,931	18
700	6,8670	3500	168,33	2,079	19
750	7,3575	3750	168,33	2,228	20
800	7,8480	4000	168,33	2,376	21
850	8,3385	4250	168,33	2,525	22
900	8,8290	4500	168,33	2,673	23
950	9,3195	4750	168,33	2,822	24
1000	9,8100	5000	168,33	2,970	25
1050	10,3005	5250	168,33	3,119	25,5
1100	10,7910	5500	168,33	3,267	26
1150	11,2815	5750	168,33	3,416	27
1200	11,7720	6000	168,33	3,564	28
1250	12,2625	6250	168,33	3,713	30
1300	12,7530	6500	168,33	3,861	30,5
1350	13,2435	6750	168,33	4,010	31,5
1400	13,7340	7000	168,33	4,158	32,5
1460	14,3226	7300	168,33	4,337	33
850	8,3385	4250	168,33	2,525	50
840	8,2404	4200	168,33	2,495	75
850	8,3385	4250	168,33	2,525	78
900	8,8290	4500	168,33	2,673	84
950	9,3195	4750	168,33	2,822	89
1000	9,8100	5000	168,33	2,970	92
1050	10,3005	5250	168,33	3,119	98
1090	10,6929	5450	168,33	3,238	109
1050	10,3005	5250	168,33	3,119	125
1040	10,2024	5200	168,33	3,089	170
1000	9,8100	5000	168,33	2,970	263
980	9,6138	4900	168,33	2,911	301
980	9,6138	4900	168,33	2,911	360
980	9,6138	4900	168,33	2,911	415
980	9,6138	4900	168,33	2,911	481
950	9,3195	4750	168,33	2,822	605

GRAFIK BEBAN-LENDUTAN BPS SP 0,25%



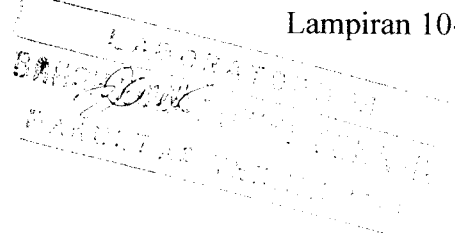
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

- el : **BPS - SP 0.25% -3**
- 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
- 10,30 cm
- 10 cm
- 9,1 kg

ban (g)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	171,67	0	0
50	0,4905	250	171,67	0,146	5
100	0,9810	500	171,67	0,291	7
150	1,4715	750	171,67	0,437	9
200	1,9620	1000	171,67	0,583	9,5
250	2,4525	1250	171,67	0,728	11,5
300	2,9430	1500	171,67	0,874	12,5
350	3,4335	1750	171,67	1,019	14
400	3,9240	2000	171,67	1,165	15
450	4,4145	2250	171,67	1,311	16
500	4,9050	2500	171,67	1,456	17
550	5,3955	2750	171,67	1,602	18
600	5,8860	3000	171,67	1,748	18,5
650	6,3765	3250	171,67	1,893	19,5
700	6,8670	3500	171,67	2,039	20
750	7,3575	3750	171,67	2,184	21
800	7,8480	4000	171,67	2,330	21,5
850	8,3385	4250	171,67	2,476	22
900	8,8290	4500	171,67	2,621	22,5
950	9,3195	4750	171,67	2,767	23,5
1000	9,8100	5000	171,67	2,913	24
1050	10,3005	5250	171,67	3,058	25
1100	10,7910	5500	171,67	3,204	25,5
1150	11,2815	5750	171,67	3,350	26
1200	11,7720	6000	171,67	3,495	27
1250	12,2625	6250	171,67	3,641	27,5
1300	12,7530	6500	171,67	3,786	28,5
1350	13,2435	6750	171,67	3,932	28,7
1400	13,7340	7000	171,67	4,078	29
1450	14,2245	7250	171,67	4,223	30
1500	14,7150	7500	171,67	4,369	30,5
1550	15,2055	7750	171,67	4,515	31
1600	15,6960	8000	171,67	4,660	31,5
1650	16,1865	8250	171,67	4,806	32
1700	16,6770	8500	171,67	4,951	32,5
1705	16,7260	8525	171,67	4,966	35,5
400	3,9240	2000	171,67	1,165	128
500	4,9050	2500	171,67	1,456	165
550	5,3955	2750	171,67	1,602	182
580	5,6898	2900	171,67	1,689	238
550	5,3955	2750	171,67	1,602	258
550	5,3955	2750	171,67	1,602	270
530	5,1993	2650	171,67	1,544	320

Lampiran 10-15




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

el : **BPS - SP 0.5% -2**
 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
 10 cm
 10,2 cm
 9,1 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (cm ²)
0	0	0	173,40	0	0
50	0,4905	250	173,40	0,144	1
100	0,9810	500	173,40	0,288	2
150	1,4715	750	173,40	0,433	3
200	1,9620	1000	173,40	0,577	5
250	2,4525	1250	173,40	0,721	6,5
300	2,9430	1500	173,40	0,865	7,5
350	3,4335	1750	173,40	1,009	9
400	3,9240	2000	173,40	1,153	10
450	4,4145	2250	173,40	1,298	11
500	4,9050	2500	173,40	1,442	12
550	5,3955	2750	173,40	1,586	13
600	5,8860	3000	173,40	1,730	14
650	6,3765	3250	173,40	1,874	14,5
700	6,8670	3500	173,40	2,018	15,5
750	7,3575	3750	173,40	2,163	16
800	7,8480	4000	173,40	2,307	17
850	8,3385	4250	173,40	2,451	17,5
900	8,8290	4500	173,40	2,595	18
950	9,3195	4750	173,40	2,739	18,5
1000	9,8100	5000	173,40	2,884	19
1050	10,3005	5250	173,40	3,028	19,5
1100	10,7910	5500	173,40	3,172	20
1150	11,2815	5750	173,40	3,316	20,5
1200	11,7720	6000	173,40	3,460	21,5
1250	12,2625	6250	173,40	3,604	22,5
1300	12,7530	6500	173,40	3,749	23,5
1350	13,2435	6750	173,40	3,893	24,5
1400	13,7340	7000	173,40	4,037	25
1450	14,2245	7250	173,40	4,181	25,5
1500	14,7150	7500	173,40	4,325	26,5
1550	15,2055	7750	173,40	4,469	27
1600	15,6960	8000	173,40	4,614	28
1650	16,1865	8250	173,40	4,758	29
1700	16,6770	8500	173,40	4,902	30
1750	17,1675	8750	173,40	5,046	31,5
1775	17,4127	8875	173,40	5,118	32,5
1305	12,8020	6525	173,40	3,763	70
1350	13,2435	6750	173,40	3,893	112
1350	13,2435	6750	173,40	3,893	159
1310	12,8511	6550	173,40	3,777	244
1200	11,7720	6000	173,40	3,460	258
1080	10,5948	5400	173,40	3,114	275

Lampiran 10-16


 BERSAMA SAMA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

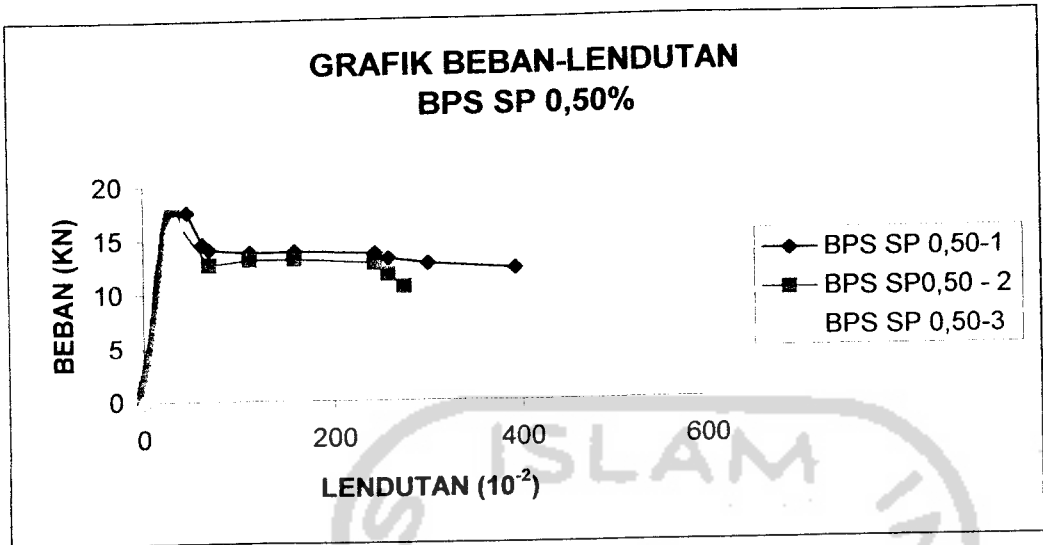
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

- a) : **BPS - SP 0.5% -1**
- : 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
- : 10,3 cm
- : 10 cm
- : 9,3 kg

ban (g)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	171,67	0	0
50	0,4905	250	171,67	0,146	0
100	0,9810	500	171,67	0,291	2
150	1,4715	750	171,67	0,437	3
200	1,9620	1000	171,67	0,583	5
250	2,4525	1250	171,67	0,728	6,5
300	2,9430	1500	171,67	0,874	7,5
350	3,4335	1750	171,67	1,019	9
400	3,9240	2000	171,67	1,165	10
450	4,4145	2250	171,67	1,311	11
500	4,9050	2500	171,67	1,456	12
550	5,3955	2750	171,67	1,602	13
600	5,8860	3000	171,67	1,748	14
650	6,3765	3250	171,67	1,893	14,5
700	6,8670	3500	171,67	2,039	15,5
750	7,3575	3750	171,67	2,184	16
800	7,8480	4000	171,67	2,330	17
850	8,3385	4250	171,67	2,476	17,5
900	8,8290	4500	171,67	2,621	18
950	9,3195	4750	171,67	2,767	18,5
1000	9,8100	5000	171,67	2,913	19
1050	10,3005	5250	171,67	3,058	19,5
1100	10,7910	5500	171,67	3,204	20
1150	11,2815	5750	171,67	3,350	20,5
1200	11,7720	6000	171,67	3,495	21,5
1250	12,2625	6250	171,67	3,641	22,5
1300	12,7530	6500	171,67	3,786	23,5
1350	13,2435	6750	171,67	3,932	24,5
1400	13,7340	7000	171,67	4,078	25
1450	14,2245	7250	171,67	4,223	25,5
1500	14,7150	7500	171,67	4,369	26,5
1550	15,2055	7750	171,67	4,515	27
1600	15,6960	8000	171,67	4,660	28
1650	16,1865	8250	171,67	4,806	29
1700	16,6770	8500	171,67	4,951	30
1750	17,1675	8750	171,67	5,097	31,5
1800	17,6580	9000	171,67	5,243	47
1500	14,7150	7500	171,67	4,369	63
1450	14,2245	7250	171,67	4,223	70
1420	13,9302	7100	171,67	4,136	112
1425	13,9792	7125	171,67	4,150	159
1400	13,7340	7000	171,67	4,078	244
1350	13,2435	6750	171,67	3,932	258
1300	12,7530	6500	171,67	3,786	300
1250	12,2624999	6250	171,67	3,641	393

Lampiran 10-17

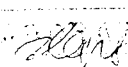


LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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

- el : **BPS - SP 0.75% -1**
 : 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
 : 10,25 cm
 : 10,1 cm
 : 9,15 kg

ban (g)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (δ^2 mm)
0	0	0	174,27	0	0
50	0,4905	250	174,27	0,143	0,5
100	0,9810	500	174,27	0,287	2
150	1,4715	750	174,27	0,430	3
200	1,9620	1000	174,27	0,574	4,5
250	2,4525	1250	174,27	0,717	6
300	2,9430	1500	174,27	0,861	7
350	3,4335	1750	174,27	1,004	9
400	3,9240	2000	174,27	1,148	10
450	4,4145	2250	174,27	1,291	11
500	4,9050	2500	174,27	1,435	12
550	5,3955	2750	174,27	1,578	12,5
600	5,8860	3000	174,27	1,721	13,5
650	6,3765	3250	174,27	1,865	14
700	6,8670	3500	174,27	2,008	15
750	7,3575	3750	174,27	2,152	16
800	7,8480	4000	174,27	2,295	16,5
850	8,3385	4250	174,27	2,439	17
900	8,8290	4500	174,27	2,582	18
950	9,3195	4750	174,27	2,726	18,5
1000	9,8100	5000	174,27	2,869	19,5
1050	10,3005	5250	174,27	3,013	20
1100	10,7910	5500	174,27	3,156	20,5
1150	11,2815	5750	174,27	3,300	21,5
1200	11,7720	6000	174,27	3,443	22,5
1250	12,2625	6250	174,27	3,586	23,5
1300	12,7530	6500	174,27	3,730	24
1350	13,2435	6750	174,27	3,873	25
1400	13,7340	7000	174,27	4,017	26
1450	14,2245	7250	174,27	4,160	26,5
1500	14,7150	7500	174,27	4,304	27
1550	15,2055	7750	174,27	4,447	27,5
1600	15,6960	8000	174,27	4,591	28
1650	16,1865	8250	174,27	4,734	29,5
1700	16,6770	8500	174,27	4,878	30
1750	17,1675	8750	174,27	5,021	31
1800	17,6580	9000	174,27	5,165	32
1850	18,1485	9250	174,27	5,308	33
1900	18,6390	9500	174,27	5,452	34
1950	19,1295	9750	174,27	5,595	35
2000	19,6200	10000	174,27	5,739	36
2050	20,1105	10250	174,27	5,882	37
2100	20,6010	10500	174,27	6,026	38
2150	21,0915	10750	174,27	6,169	39
2200	21,5820	11000	174,27	6,313	40
2250	22,0725	11250	174,27	6,456	41
2300	22,5630	11500	174,27	6,600	42
2350	23,0535	11750	174,27	6,743	43
2400	23,5440	12000	174,27	6,887	44
2450	24,0345	12250	174,27	7,030	45
2500	24,5250	12500	174,27	7,174	46
2550	25,0155	12750	174,27	7,317	47
2600	25,5060	13000	174,27	7,461	48
2650	25,9965	13250	174,27	7,604	49
2700	26,4870	13500	174,27	7,748	50
2750	26,9775	13750	174,27	7,891	51
2800	27,4680	14000	174,27	8,035	52
2850	27,9585	14250	174,27	8,178	53
2900	28,4490	14500	174,27	8,322	54
2950	28,9395	14750	174,27	8,465	55
3000	29,4300	15000	174,27	8,609	56
3050	29,9205	15250	174,27	8,752	57
3100	30,4110	15500	174,27	8,896	58
3150	30,9015	15750	174,27	9,039	59
3200	31,3920	16000	174,27	9,183	60
3250	31,8825	16250	174,27	9,326	61
3300	32,3730	16500	174,27	9,470	62
3350	32,8635	16750	174,27	9,613	63
3400	33,3540	17000	174,27	9,757	64
3450	33,8445	17250	174,27	9,900	65
3500	34,3350	17500	174,27	10,044	66
3550	34,8255	17750	174,27	10,187	67
3600	35,3160	18000	174,27	10,331	68
3650	35,8065	18250	174,27	10,474	69
3700	36,2970	18500	174,27	10,618	70
3750	36,7875	18750	174,27	10,761	71
3800	37,2780	19000	174,27	10,905	72
3850	37,7685	19250	174,27	11,048	73
3900	38,2590	19500	174,27	11,192	74
3950	38,7495	19750	174,27	11,335	75
4000	39,2400	20000	174,27	11,479	76
4050	39,7305	20250	174,27	11,622	77
4100	40,2210	20500	174,27	11,766	78
4150	40,7115	20750	174,27	11,909	79
4200	41,2020	21000	174,27	12,053	80
4250	41,6925	21250	174,27	12,196	81
4300	42,1830	21500	174,27	12,340	82
4350	42,6735	21750	174,27	12,483	83
4400	43,1640	22000	174,27	12,627	84
4450	43,6545	22250	174,27	12,770	85
4500	44,1450	22500	174,27	12,914	86
4550	44,6355	22750	174,27	13,057	87
4600	45,1260	23000	174,27	13,201	88
4650	45,6165	23250	174,27	13,344	89
4700	46,1070	23500	174,27	13,488	90


 ...
 ...

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

50
50
50
60
95
00
10
00
25
00

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

el : **BPS - SP 0.75% -2**
30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
10,3 cm
10,1 cm
9,4 kg

Beban (kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	175,12	0	0
50	0,4905	250	175,12	0,143	0,5
100	0,9810	500	175,12	0,286	2
150	1,4715	750	175,12	0,428	3,5
200	1,9620	1000	175,12	0,571	4,5
250	2,4525	1250	175,12	0,714	5,5
300	2,9430	1500	175,12	0,857	6,5
350	3,4335	1750	175,12	0,999	8
400	3,9240	2000	175,12	1,142	9
450	4,4145	2250	175,12	1,285	10
500	4,9050	2500	175,12	1,428	11
550	5,3955	2750	175,12	1,570	12
600	5,8860	3000	175,12	1,713	13
650	6,3765	3250	175,12	1,856	13,5
700	6,8670	3500	175,12	1,999	14
750	7,3575	3750	175,12	2,141	15
800	7,8480	4000	175,12	2,284	15,5
850	8,3385	4250	175,12	2,427	16,5
900	8,8290	4500	175,12	2,570	17
950	9,3195	4750	175,12	2,712	18
1000	9,8100	5000	175,12	2,855	19
1050	10,3005	5250	175,12	2,998	19,5
1100	10,7910	5500	175,12	3,141	20
1150	11,2815	5750	175,12	3,284	21
1200	11,7720	6000	175,12	3,426	22
1250	12,2625	6250	175,12	3,569	23
1300	12,7530	6500	175,12	3,712	24
1350	13,2435	6750	175,12	3,855	25
1400	13,7340	7000	175,12	3,997	25,5
1450	14,2245	7250	175,12	4,140	26
1500	14,7150	7500	175,12	4,283	27
1550	15,2055	7750	175,12	4,426	28
1600	15,6960	8000	175,12	4,568	29
1650	16,1865	8250	175,12	4,711	29,5
1700	16,6770	8500	175,12	4,854	30
1750	17,1675	8750	175,12	4,997	31
1800	17,6580	9000	175,12	5,139	32
1820	17,8542	9100	175,12	5,197	33
1410	13,8321	7050	175,12	4,026	64
1350	13,2435	6750	175,12	3,855	76
1340	13,1454	6700	175,12	3,826	110
1300	12,7530	6500	175,12	3,712	135
1200	11,7720	6000	175,12	3,426	144
1170	11,4777	5850	175,12	3,341	196
1150	11,2815	5750	175,12	3,284	203

Lampiran 10-20

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

50	11,2815	5750	175,12	3,284	265
50	11,2815	5750	175,12	3,284	332
50	11,3796	5800	175,12	3,284	355
95	11,7229	5975	175,12	3,312	364
00	11,7720	6000	175,12	3,412	387
10	11,8701	6050	175,12	3,426	396
00	11,7720	6000	175,12	3,455	445
25	12,0172	6125	175,12	3,426	485
00	11,7720	6000	175,12	3,498	500
				3,426	555

UNIVERSITAS TERBUKA
 FAKULTAS TEKNIK



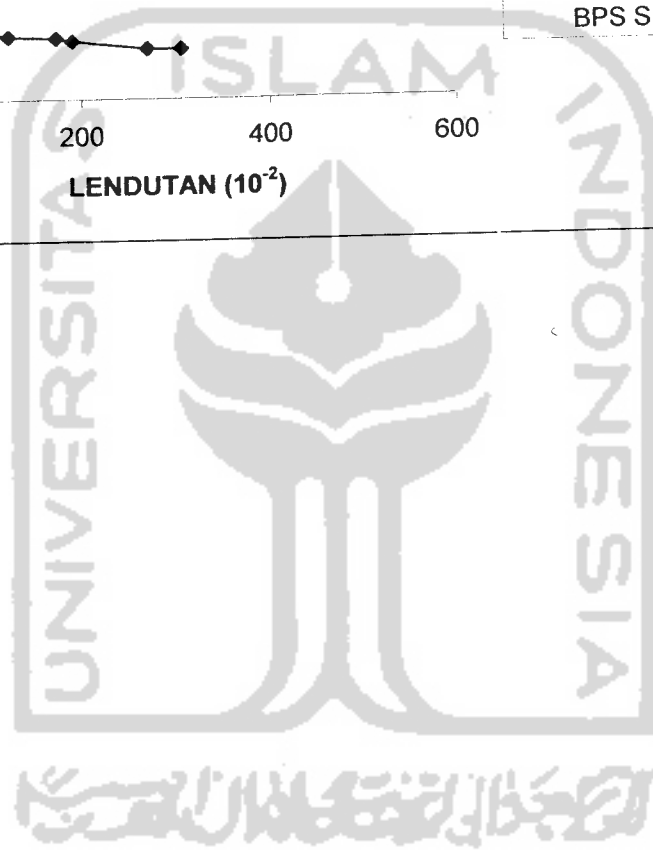
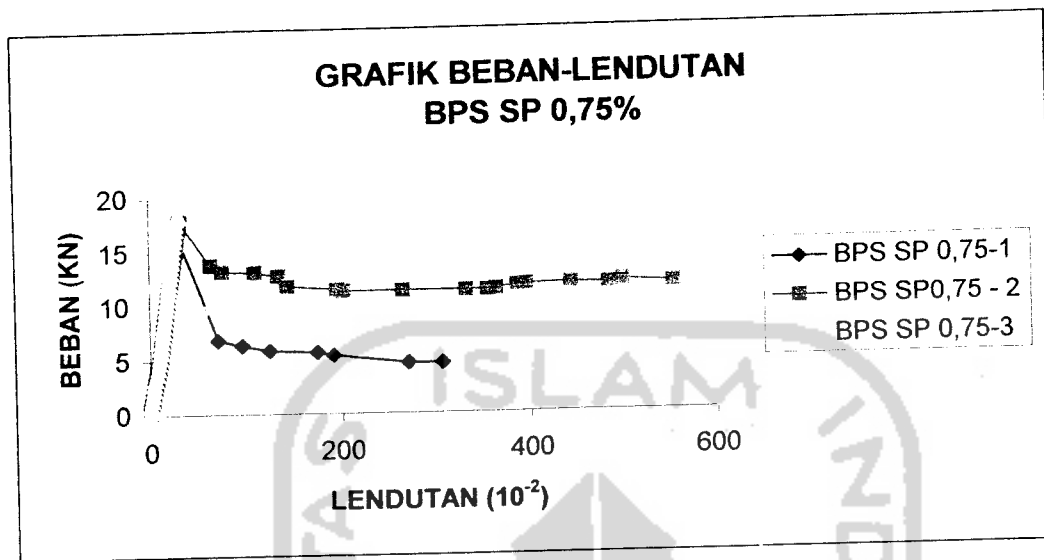
di : **BPS - SP 0.75% -3**

- 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
- 10,30 cm
- 10,15 cm
- 9.5 kg

Waktu (g)	Beban (KN)	Momen (Kgcmm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (mm)
0	0	0	176,86	0	0
50	0,4905	250	176,86	0,141	0,5
100	0,9810	500	176,86	0,283	1
150	1,4715	750	176,86	0,424	2
200	1,9620	1000	176,86	0,565	3
250	2,4525	1250	176,86	0,707	4
300	2,9430	1500	176,86	0,848	4,5
350	3,4335	1750	176,86	0,990	6
400	3,9240	2000	176,86	1,131	8
450	4,4145	2250	176,86	1,272	9
500	4,9050	2500	176,86	1,414	10
550	5,3955	2750	176,86	1,555	11
600	5,8860	3000	176,86	1,696	12
650	6,3765	3250	176,86	1,838	12,5
700	6,8670	3500	176,86	1,979	13
750	7,3575	3750	176,86	2,120	14
800	7,8480	4000	176,86	2,262	14,5
850	8,3385	4250	176,86	2,403	15
900	8,8290	4500	176,86	2,544	16
950	9,3195	4750	176,86	2,686	17
1000	9,8100	5000	176,86	2,827	18
1050	10,3005	5250	176,86	2,969	18,5
1100	10,7910	5500	176,86	3,110	19
1150	11,2815	5750	176,86	3,251	20
1200	11,7720	6000	176,86	3,393	20,5
1250	12,2625	6250	176,86	3,534	21
1300	12,7530	6500	176,86	3,675	22
1350	13,2435	6750	176,86	3,817	22,5
1400	13,7340	7000	176,86	3,958	23
1450	14,2245	7250	176,86	4,099	24
1500	14,7150	7500	176,86	4,241	24,5
1550	15,2055	7750	176,86	4,382	25
1600	15,6960	8000	176,86	4,523	25,5
1650	16,1865	8250	176,86	4,665	26,5
1700	16,6770	8500	176,86	4,806	27
1750	17,1675	8750	176,86	4,948	28
1800	17,6580	9000	176,86	5,089	28,5
1850	18,1485	9250	176,86	5,230	29
1875	18,3937	9375	176,86	5,301	32
1020	10,0062	5100	176,86	2,884	65
1020	10,0062	5100	176,86	2,884	50
1020	10,0062	5100	176,86	2,884	110
1020	10,0062	5100	176,86	2,884	209
950	9,3195	4750	176,86	2,686	225
900	8,8290	4500	176,86	2,544	213
860	8,4366	4300	176,86	2,431	286

Lampiran 10-22

[Handwritten Signature]
FAKULTAS TEKNIK





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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT LENTUR

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

el : **BPS - SP1.00% -1**
30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
10,1 cm
10,1 cm
9,6 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	171,72	0	0
50	0,4905	250	171,72	0,146	1
100	0,9810	500	171,72	0,291	2
150	1,4715	750	171,72	0,437	3
200	1,9620	1000	171,72	0,582	5
250	2,4525	1250	171,72	0,728	7
300	2,9430	1500	171,72	0,874	8
350	3,4335	1750	171,72	1,019	9
400	3,9240	2000	171,72	1,165	11
450	4,4145	2250	171,72	1,310	12
500	4,9050	2500	171,72	1,456	13
550	5,3955	2750	171,72	1,601	14
600	5,8860	3000	171,72	1,747	15
650	6,3765	3250	171,72	1,893	15,5
700	6,8670	3500	171,72	2,038	17
750	7,3575	3750	171,72	2,184	17,5
800	7,8480	4000	171,72	2,329	18
850	8,3385	4250	171,72	2,475	19,5
900	8,8290	4500	171,72	2,621	20
950	9,3195	4750	171,72	2,766	21
1000	9,8100	5000	171,72	2,912	22
1050	10,3005	5250	171,72	3,057	23
1100	10,7910	5500	171,72	3,203	24
1150	11,2815	5750	171,72	3,349	24,5
1200	11,7720	6000	171,72	3,494	25
1250	12,2625	6250	171,72	3,640	26
1300	12,7530	6500	171,72	3,785	27
1350	13,2435	6750	171,72	3,931	28
1400	13,7340	7000	171,72	4,076	29
1450	14,2245	7250	171,72	4,222	30
1500	14,7150	7500	171,72	4,368	31
1550	15,2055	7750	171,72	4,513	31,5
1600	15,6960	8000	171,72	4,659	32
1650	16,1865	8250	171,72	4,804	33
960	9,4176	4800	171,72	2,795	70

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

Lampiran 10-24

00	8,8290	4500	171,72	2,621	80
15	7,9951	4075	171,72	2,373	131
50	8,3385	4250	171,72	2,475	229
00	8,8290	4500	171,72	2,621	253
50	9,3195	4750	171,72	2,766	269
000	9,8100	5000	171,72	2,912	322
50	9,3195	4750	171,72	2,766	348
70	9,5157	4850	171,72	2,824	449
00	8,8290	4500	171,72	2,621	565
50	8,3385	4250	171,72	2,475	585
00	7,8480	4000	171,72	2,329	590
75	7,6027	3875	171,72	2,257	688

LABORATORIUM
 BANGUNAN STRUKTUR TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL



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

BPS - SP1.00% -2

30 cm (Jarak Antar Tumpuan)

10,2 cm

10 cm

9,2 kg

Waktu (s)	Beban (KN)	Momen (Kgc ^m)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	170,00	0	0
0	0,4905	250	170,00	0,147	1
00	0,9810	500	170,00	0,294	3,5
50	1,4715	750	170,00	0,441	5
00	1,9620	1000	170,00	0,588	6,5
50	2,4525	1250	170,00	0,735	10
00	2,9430	1500	170,00	0,882	12
50	3,4335	1750	170,00	1,029	13
00	3,9240	2000	170,00	1,176	15
50	4,4145	2250	170,00	1,324	16,5
00	4,9050	2500	170,00	1,471	17
50	5,3955	2750	170,00	1,618	18
00	5,8860	3000	170,00	1,765	19
50	6,3765	3250	170,00	1,912	20
00	6,8670	3500	170,00	2,059	21
50	7,3575	3750	170,00	2,206	21,5
00	7,8480	4000	170,00	2,353	22
50	8,3385	4250	170,00	2,500	23
00	8,8290	4500	170,00	2,647	24
50	9,3195	4750	170,00	2,794	25
000	9,8100	5000	170,00	2,941	26
050	10,3005	5250	170,00	3,088	27
100	10,7910	5500	170,00	3,235	27,5
150	11,2815	5750	170,00	3,382	28
200	11,7720	6000	170,00	3,529	29
250	12,2625	6250	170,00	3,676	30
300	12,7530	6500	170,00	3,824	31
350	13,2435	6750	170,00	3,971	32
400	13,7340	7000	170,00	4,118	33
440	14,1264	7200	170,00	4,235	34
890	8,7309	4450	170,00	2,618	65
890	8,7309	4450	170,00	2,618	70
890	8,7309	4450	170,00	2,618	72
890	8,7309	4450	170,00	2,618	95
890	8,7309	4450	170,00	2,618	116
850	8,3385	4250	170,00	2,500	130
800	7,8480	4000	170,00	2,353	160
770	7,5537	3850	170,00	2,265	160
750	7,3575	3750	170,00	2,206	215
600	5,8860	3000	170,00	1,765	230
650	6,3765	3250	170,00	1,912	240
630	6,1803	3150	170,00	1,853	265
650	6,3765	3250	170,00	1,912	385
650	6,3765	3250	170,00	1,912	428
690	6,7689	3450	170,00	2,029	540
600	5,8860	3000	170,00	1,765	575

Lampiran 10-26

LABORATORIUM
MATERIALS TESTING
FAKULTAS TEKNIK
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

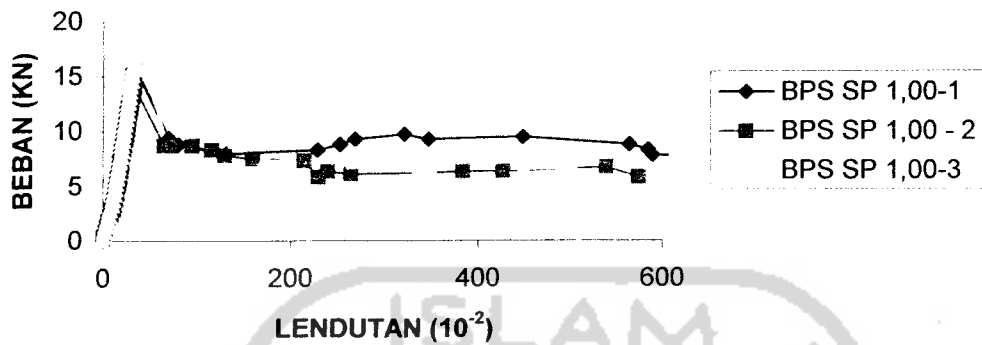
BPS - SP1.00% -3
30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
10,00 cm
9,99 cm
9,1 kg

Waktu (s)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	166,33	0	0
0	0,4905	250	166,33	0,150	1
10	0,9810	500	166,33	0,301	2,5
20	1,4715	750	166,33	0,451	4
30	1,9620	1000	166,33	0,601	6
40	2,4525	1250	166,33	0,752	7
50	2,9430	1500	166,33	0,902	8
60	3,4335	1750	166,33	1,052	10
70	3,9240	2000	166,33	1,202	11
80	4,4145	2250	166,33	1,353	12
90	4,9050	2500	166,33	1,503	13
100	5,3955	2750	166,33	1,653	14
110	5,8860	3000	166,33	1,804	15
120	6,3765	3250	166,33	1,954	16
130	6,8670	3500	166,33	2,104	17
140	7,3575	3750	166,33	2,255	18
150	7,8480	4000	166,33	2,405	19
160	8,3385	4250	166,33	2,555	20
170	8,8290	4500	166,33	2,705	20,5
180	9,3195	4750	166,33	2,856	21
190	9,8100	5000	166,33	3,006	22
200	10,3005	5250	166,33	3,156	23
210	10,7910	5500	166,33	3,307	24
220	11,2815	5750	166,33	3,457	25
230	11,7720	6000	166,33	3,607	25,5
240	12,2625	6250	166,33	3,758	26
250	12,7530	6500	166,33	3,908	27
260	13,2435	6750	166,33	4,058	28
270	13,7340	7000	166,33	4,208	28,5
280	14,2245	7250	166,33	4,359	29
290	14,7150	7500	166,33	4,509	30
300	15,2055	7750	166,33	4,659	31
310	15,6960	8000	166,33	4,810	31,5
320	16,1865	8250	166,33	4,960	32,5
330	16,6770	8500	166,33	5,110	33
340	17,1675	8750	166,33	5,261	34
350	17,6580	9000	166,33	5,411	35
360	7,3575	3750	166,33	2,255	75
370	7,3575	3750	166,33	2,255	173
380	7,3575	3750	166,33	2,255	268
390	7,3575	3750	166,33	2,255	330
400	7,3575	3750	166,33	2,255	339
410	6,8670	3500	166,33	2,104	350
420	6,6217	3375	166,33	2,029	450
430	6,6217	3375	166,33	2,029	503
440	6,6708	3400	166,33	2,044	
450	5,8860	3000	166,33	1,804	

515 Lampiran 10-27

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**GRAFIK BEBAN-LENDUTAN
BPS SP 1.00%**

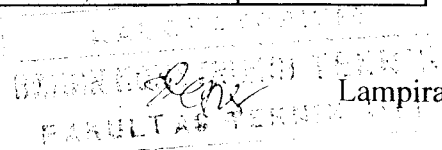


LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

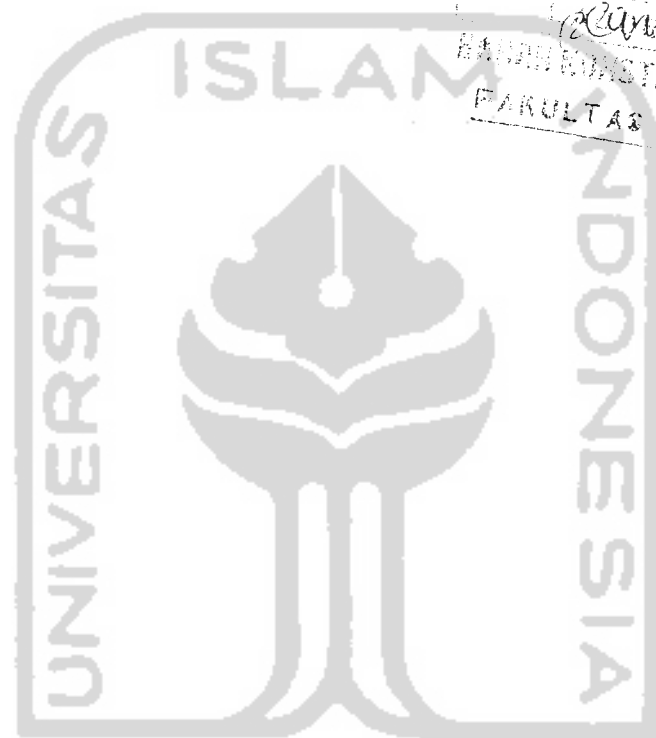
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

: **BPS - SP1.25% -3**
 : 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
 : 10,00 cm
 : 10 cm
 : 9,55 kg

ban (g)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ² mm)
0	0	0	166,67	0	0
50	0,4905	250	166,67	0,150	6
100	0,9810	500	166,67	0,300	8
150	1,4715	750	166,67	0,450	9
200	1,9620	1000	166,67	0,600	11
250	2,4525	1250	166,67	0,750	13
300	2,9430	1500	166,67	0,900	14
350	3,4335	1750	166,67	1,050	15
400	3,9240	2000	166,67	1,200	16
450	4,4145	2250	166,67	1,350	17
500	4,9050	2500	166,67	1,500	18
550	5,3955	2750	166,67	1,650	20
600	5,8860	3000	166,67	1,800	21
650	6,3765	3250	166,67	1,950	22
700	6,8670	3500	166,67	2,100	22,5
750	7,3575	3750	166,67	2,250	23
800	7,8480	4000	166,67	2,400	24
850	8,3385	4250	166,67	2,550	25
900	8,8290	4500	166,67	2,700	26
950	9,3195	4750	166,67	2,850	27
1000	9,8100	5000	166,67	3,000	28
1050	10,3005	5250	166,67	3,150	29
1100	10,7910	5500	166,67	3,300	29,5
1150	11,2815	5750	166,67	3,450	30
1200	11,7720	6000	166,67	3,600	31
1250	12,2625	6250	166,67	3,750	32
1300	12,7530	6500	166,67	3,900	33
1350	13,2435	6750	166,67	4,050	34
1400	13,7340	7000	166,67	4,200	34,5
1450	14,2245	7250	166,67	4,350	35
1500	14,7150	7500	166,67	4,500	35,5
1550	15,2055	7750	166,67	4,650	36
1600	15,6960	8000	166,67	4,800	37
1650	16,1865	8250	166,67	4,950	37,5
1700	16,6770	8500	166,67	5,100	38
1750	17,1675	8750	166,67	5,250	38,5
1800	17,6580	9000	166,67	5,400	39
1850	18,1485	9250	166,67	5,550	40
1910	8,9271	4550	166,67	2,730	76

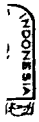

 Lampiran 10-29
 FAKULTAS TEKNIK

	9,3195	4750	166,67	2,850	120
J	9,8100	5000	166,67	3,000	130
J	10,3005	5250	166,67	3,150	140
0	10,7910	5500	166,67	3,300	145
0	11,2815	5750	166,67	3,450	159
0	11,7720	6000	166,67	3,600	170
0	12,2625	6250	166,67	3,750	180
0	12,7530	6500	166,67	3,900	218
5	12,9982	6625	166,67	3,975	265
0	13,2435	6750	166,67	4,050	280
0	13,7340	7000	166,67	4,200	310
0	14,2245	7250	166,67	4,350	330
0	14,7150	7500	166,67	4,500	349
15	14,8621	7575	166,67	4,545	384
0	14,7150	7500	166,67	4,500	428



12/04/2014
 BAHUWASTROKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

لا اله الا الله محمد بن عبد الله
 لا اله الا الله محمد بن عبد الله



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

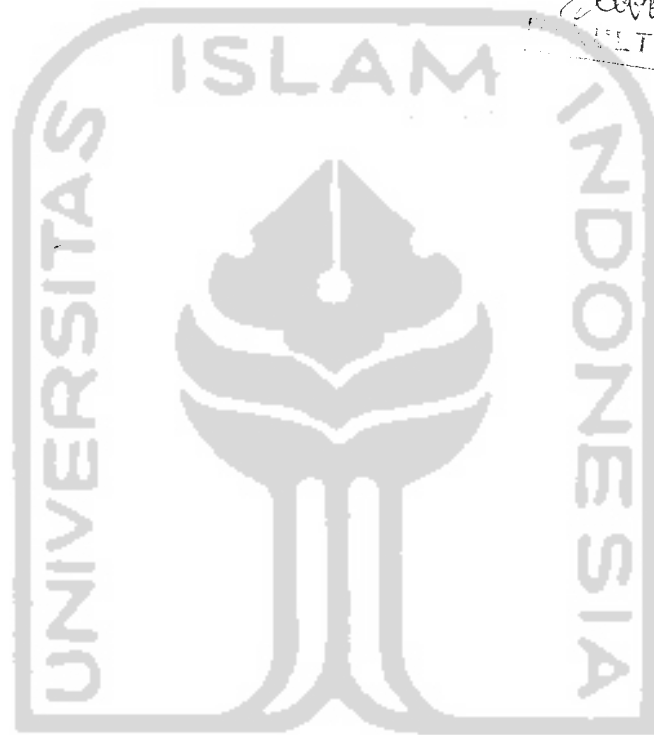
el : **BPS - SP1.25% -2**
: 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
: 10,1 cm
: 10 cm
: 9,55 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	168,33	0	0
50	0,4905	250	168,33	0,149	4
100	0,9810	500	168,33	0,297	5
150	1,4715	750	168,33	0,446	6
200	1,9620	1000	168,33	0,594	7
250	2,4525	1250	168,33	0,743	8
300	2,9430	1500	168,33	0,891	9
350	3,4335	1750	168,33	1,040	10
400	3,9240	2000	168,33	1,188	11
450	4,4145	2250	168,33	1,337	12
500	4,9050	2500	168,33	1,485	13
550	5,3955	2750	168,33	1,634	13,5
600	5,8860	3000	168,33	1,782	14
650	6,3765	3250	168,33	1,931	15
700	6,8670	3500	168,33	2,079	16
750	7,3575	3750	168,33	2,228	16,5
800	7,8480	4000	168,33	2,376	17
850	8,3385	4250	168,33	2,525	18
900	8,8290	4500	168,33	2,673	18,5
950	9,3195	4750	168,33	2,822	19
1000	9,8100	5000	168,33	2,970	19,5
1050	10,3005	5250	168,33	3,119	20
1100	10,7910	5500	168,33	3,267	20,5
1150	11,2815	5750	168,33	3,416	21
1200	11,7720	6000	168,33	3,564	21,5
1250	12,2625	6250	168,33	3,713	22
1300	12,7530	6500	168,33	3,861	23
1350	13,2435	6750	168,33	4,010	23,5
1400	13,7340	7000	168,33	4,158	24
1450	14,2245	7250	168,33	4,307	24,5
1500	14,7150	7500	168,33	4,455	25
1550	15,2055	7750	168,33	4,604	25,5
1600	15,6960	8000	168,33	4,752	26
1650	16,1865	8250	168,33	4,901	27
1665	16,3336	8325	168,33	4,946	31
970	9,5157	4850	168,33	2,881	51
1000	9,8100	5000	168,33	2,970	93
1050	10,3005	5250	168,33	3,119	112
1100	10,7910	5500	168,33	3,267	120

Lampiran 10-31
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

50	11,2815	5750	168,33	3,416	203
00	11,7720	6000	168,33	3,564	280
80	11,5758	5900	168,33	3,505	320
00	10,7910	5500	168,33	3,267	328
50	11,2815	5750	168,33	3,416	335
20	10,9872	5600	168,33	3,327	406
50	11,2815	5750	168,33	3,416	428
00	11,7720	6000	168,33	3,564	465
250	12,2625	6250	168,33	3,713	500
300	12,7530	6500	168,33	3,861	520
350	13,2435	6750	168,33	4,010	554
400	13,7340	7000	168,33	4,158	577
450	14,2245	7250	168,33	4,307	611
500	14,7150	7500	168,33	4,455	642
545	15,1564	7725	168,33	4,589	690

LABORATORIUM
 TEKNIK TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK



وَمَا كُنَّا بِمُعْجِزِينَ لَكُمْ



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

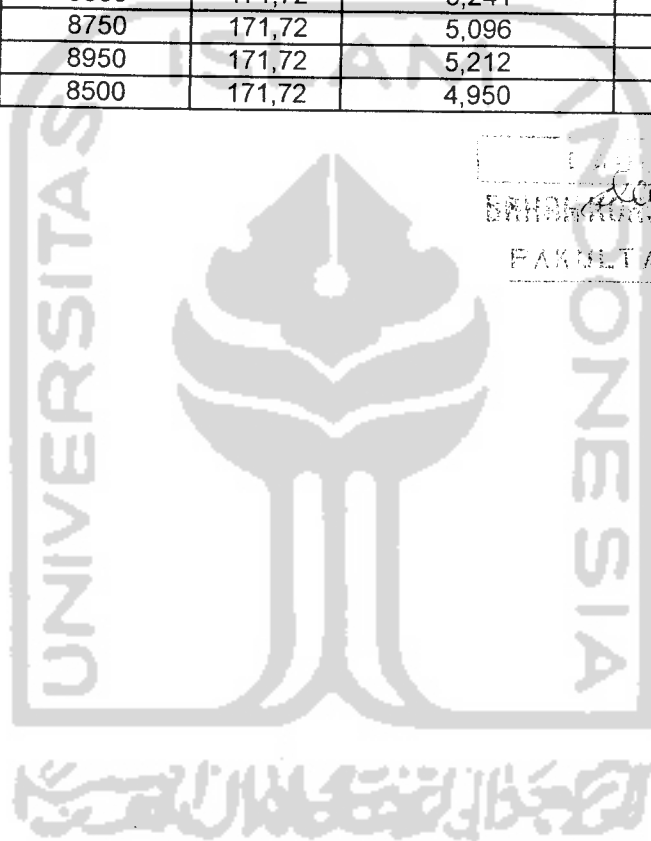
npel : **BPS - SP1.25% -1**
: 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
: 10,1 cm
: 10,1 cm
rat : 9,55 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
0	0	0	171,72	0	0
50	0,4905	250	171,72	0,146	1
100	0,9810	500	171,72	0,291	2
150	1,4715	750	171,72	0,437	3
200	1,9620	1000	171,72	0,582	3,5
250	2,4525	1250	171,72	0,728	4
300	2,9430	1500	171,72	0,874	5
350	3,4335	1750	171,72	1,019	6
400	3,9240	2000	171,72	1,165	7
450	4,4145	2250	171,72	1,310	8
500	4,9050	2500	171,72	1,456	9
550	5,3955	2750	171,72	1,601	10
600	5,8860	3000	171,72	1,747	10,5
650	6,3765	3250	171,72	1,893	11
700	6,8670	3500	171,72	2,038	11,5
750	7,3575	3750	171,72	2,184	12
800	7,8480	4000	171,72	2,329	13
850	8,3385	4250	171,72	2,475	13,5
900	8,8290	4500	171,72	2,621	14
950	9,3195	4750	171,72	2,766	14,5
1000	9,8100	5000	171,72	2,912	15
1050	10,3005	5250	171,72	3,057	15,5
1100	10,7910	5500	171,72	3,203	16
1150	11,2815	5750	171,72	3,349	17
1200	11,7720	6000	171,72	3,494	17,5
1250	12,2625	6250	171,72	3,640	18
1300	12,7530	6500	171,72	3,785	18,5
1350	13,2435	6750	171,72	3,931	19
1400	13,7340	7000	171,72	4,076	20
1450	14,2245	7250	171,72	4,222	20,5
1500	14,7150	7500	171,72	4,368	21
1550	15,2055	7750	171,72	4,513	21,5
1600	15,6960	8000	171,72	4,659	22
1650	16,1865	8250	171,72	4,804	22,5
1700	16,6770	8500	171,72	4,950	23
1750	17,1675	8750	171,72	5,096	24
1800	17,6580	9000	171,72	5,241	24,5
1850	18,1485	9250	171,72	5,387	25
1900	18,6390	9500	171,72	5,532	25,5

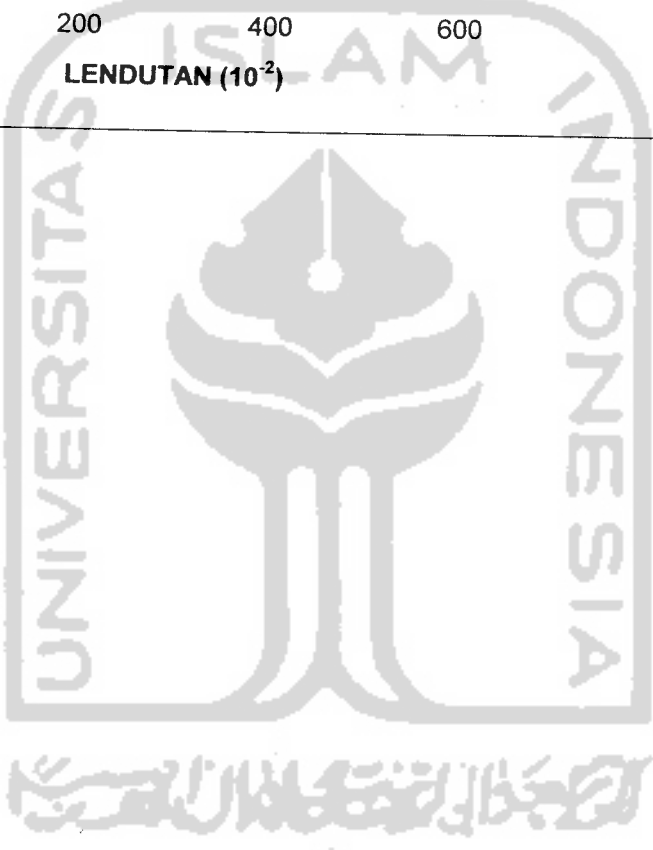
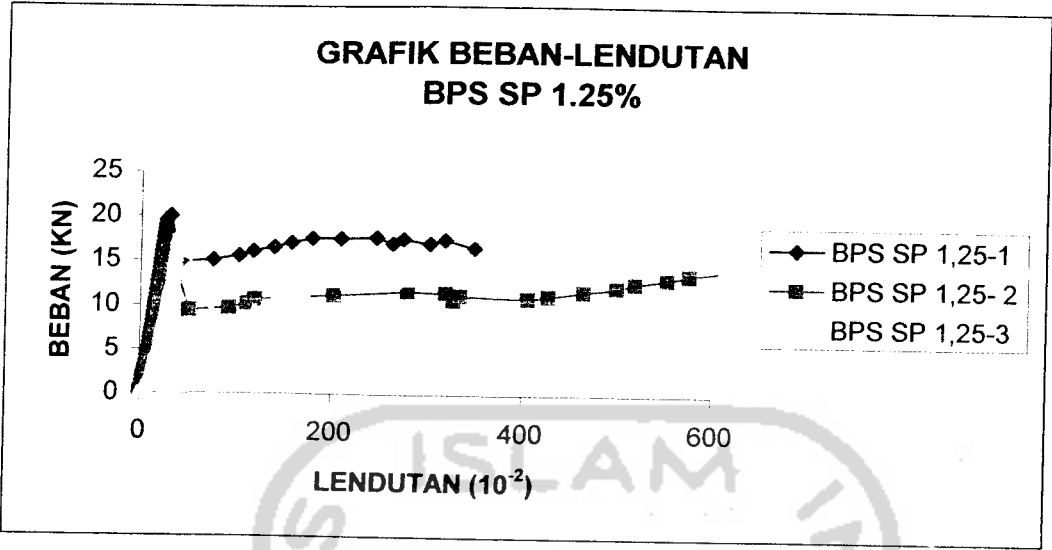
Lampiran 10-33
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Itan beban-lendutan BPS SP -1,25%

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ⁻² mm)
1950	19,1295	9750	171,72	5,678	26
2000	19,6200	10000	171,72	5,824	27
2050	20,1105	10250	171,72	5,969	31
1520	14,9112	7600	171,72	4,426	41
1550	15,2055	7750	171,72	4,513	76
1600	15,6960	8000	171,72	4,659	103
1650	16,1865	8250	171,72	4,804	118
1700	16,6770	8500	171,72	4,950	140
1750	17,1675	8750	171,72	5,096	158
1800	17,6580	9000	171,72	5,241	180
1800	17,6580	9000	171,72	5,241	210
1815	17,8051	9075	171,72	5,285	247
1750	17,1675	8750	171,72	5,096	264
1800	17,6580	9000	171,72	5,241	275
1750	17,1675	8750	171,72	5,096	303
1790	17,5599	8950	171,72	5,212	319
1700	16,6770	8500	171,72	4,950	350



UNIVERSITAS INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN



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

el : **BPS - SP1.50% -1**

- 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
- 9,9 cm
- 10,2 cm
- 9,35 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ² mm)
0	0	0	171,67	0	0
50	0,4905	250	171,67	0,146	4
100	0,9810	500	171,67	0,291	5
150	1,4715	750	171,67	0,437	6
200	1,9620	1000	171,67	0,583	7
250	2,4525	1250	171,67	0,728	9
300	2,9430	1500	171,67	0,874	10
350	3,4335	1750	171,67	1,019	11
400	3,9240	2000	171,67	1,165	12
450	4,4145	2250	171,67	1,311	13
500	4,9050	2500	171,67	1,456	14
550	5,3955	2750	171,67	1,602	15
600	5,8860	3000	171,67	1,748	15,5
650	6,3765	3250	171,67	1,893	16,5
700	6,8670	3500	171,67	2,039	17
750	7,3575	3750	171,67	2,184	18
800	7,8480	4000	171,67	2,330	19
850	8,3385	4250	171,67	2,476	19,5
900	8,8290	4500	171,67	2,621	20
950	9,3195	4750	171,67	2,767	21
1000	9,8100	5000	171,67	2,913	22
1050	10,3005	5250	171,67	3,058	22,5
1100	10,7910	5500	171,67	3,204	23
1150	11,2815	5750	171,67	3,350	24
1200	11,7720	6000	171,67	3,495	24,5
1250	12,2625	6250	171,67	3,641	25
1300	12,7530	6500	171,67	3,786	26
1350	13,2435	6750	171,67	3,932	26,5
1400	13,7340	7000	171,67	4,078	28
1450	14,2245	7250	171,67	4,223	28,5
1500	14,7150	7500	171,67	4,369	29
1550	15,2055	7750	171,67	4,515	29,5
1600	15,6960	8000	171,67	4,660	30
1650	16,1865	8250	171,67	4,806	31
1660	16,2846	8300	171,67	4,835	42
1225	12,0172	6125	171,67	3,568	48
1250	12,2625	6250	171,67	3,641	55
1300	12,7530	6500	171,67	3,786	63
1350	13,2435	6750	171,67	3,932	73

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Handwritten signature

n	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ² mm)
00	13,7340	7000	171,67	4,078	82
50	14,2245	7250	171,67	4,223	90
00	14,7150	7500	171,67	4,369	98
00	15,6960	8000	171,67	4,660	108
10	15,7941	8050	171,67	4,689	130
20	15,8922	8100	171,67	4,718	189
20	15,8922	8100	171,67	4,718	235
30	15,9903	8150	171,67	4,748	262
50	16,1865	8250	171,67	4,806	302
60	16,2846	8300	171,67	4,835	310
35	16,0393	8175	171,67	4,762	335
35	16,0393	8175	171,67	4,762	370
35	16,0393	8175	171,67	4,762	399
650	16,1865	8250	171,67	4,806	422
665	16,3336	8325	171,67	4,850	448
670	16,3827	8350	171,67	4,864	486
660	16,2846	8300	171,67	4,835	510
665	16,3336	8325	171,67	4,850	535
650	16,1865	8250	171,67	4,806	574



LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TERAPAN
 FAKULTAS TEKNIK UI

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT LENTUR

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

el : **BPS - SP1.50% -2**
 : 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
 : 10,2 cm
 : 10,1 cm
 : 9,5 kg

Beban (Kg)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ² mm)
0	0	0	173,42	0	0
50	0,4905	250	173,42	0,144	4,5
100	0,9810	500	173,42	0,288	6
150	1,4715	750	173,42	0,432	8
200	1,9620	1000	173,42	0,577	9
250	2,4525	1250	173,42	0,721	11
300	2,9430	1500	173,42	0,865	12
350	3,4335	1750	173,42	1,009	13
400	3,9240	2000	173,42	1,153	15
450	4,4145	2250	173,42	1,297	15,5
500	4,9050	2500	173,42	1,442	16,5
550	5,3955	2750	173,42	1,586	18
600	5,8860	3000	173,42	1,730	19
650	6,3765	3250	173,42	1,874	20
700	6,8670	3500	173,42	2,018	20,5
750	7,3575	3750	173,42	2,162	21
800	7,8480	4000	173,42	2,307	22
850	8,3385	4250	173,42	2,451	22,5
900	8,8290	4500	173,42	2,595	23
950	9,3195	4750	173,42	2,739	24
1000	9,8100	5000	173,42	2,883	25
1050	10,3005	5250	173,42	3,027	25,5
1100	10,7910	5500	173,42	3,172	26
1150	11,2815	5750	173,42	3,316	27
1200	11,7720	6000	173,42	3,460	28
1250	12,2625	6250	173,42	3,604	28,5
1300	12,7530	6500	173,42	3,748	29
1350	13,2435	6750	173,42	3,892	30
1400	13,7340	7000	173,42	4,037	30,5
1450	14,2245	7250	173,42	4,181	31
1500	14,7150	7500	173,42	4,325	32
1550	15,2055	7750	173,42	4,469	33
1600	15,6960	8000	173,42	4,613	33,5
1650	16,1865	8250	173,42	4,757	34
1690	16,5789	8450	173,42	4,873	37

5	12,1153	6175	173,42	3,561	58
0	12,1644	6200	173,42	3,575	124
0	12,2625	6250	173,42	3,604	140
5	12,3115	6275	173,42	3,618	160
5	12,0172	6125	173,42	3,532	222
0	12,2625	6250	173,42	3,604	236
0	12,7530	6500	173,42	3,748	284
0	12,0663	6150	173,42	3,546	297
50	12,2625	6250	173,42	3,604	303
0	9,8100	5000	173,42	2,883	333
0	11,7720	6000	173,42	3,460	335
50	12,2625	6250	173,42	3,604	370
95	19,5709	9975	173,42	5,752	386
50	12,2625	6250	173,42	3,604	391
90	12,6549	6450	173,42	3,719	409
00	12,7530	6500	173,42	3,748	418
00	12,7530	6500	173,42	3,748	450
30	13,0473	6650	173,42	3,835	548



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

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

HASIL PEMERIKSAAN TEGANGAN REGANGAN KUAT LENTUR

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

el : **BPS - SP1.50% -3**
 : 30 cm (Jarak Antar Tumpuan)
 : 10,00 cm
 : 9,8 cm
 : 9,2 kg

ban (g)	Beban (KN)	Momen (Kgcm)	C (cm ³)	Tegangan Lentur (MPa)	Lendutan δ (10 ² mm)
0	0	0	160,07	0	0
50	0,4905	250	160,07	0,156	4
100	0,9810	500	160,07	0,312	5
150	1,4715	750	160,07	0,469	5,5
200	1,9620	1000	160,07	0,625	7
250	2,4525	1250	160,07	0,781	9
300	2,9430	1500	160,07	0,937	10
350	3,4335	1750	160,07	1,093	11
400	3,9240	2000	160,07	1,249	12
450	4,4145	2250	160,07	1,406	13
500	4,9050	2500	160,07	1,562	14
550	5,3955	2750	160,07	1,718	14,5
600	5,8860	3000	160,07	1,874	15
650	6,3765	3250	160,07	2,030	16
700	6,8670	3500	160,07	2,187	17
750	7,3575	3750	160,07	2,343	18
800	7,8480	4000	160,07	2,499	18,5
850	8,3385	4250	160,07	2,655	19
900	8,8290	4500	160,07	2,811	19,5
950	9,3195	4750	160,07	2,968	20
1000	9,8100	5000	160,07	3,124	21
1050	10,3005	5250	160,07	3,280	21,5
1100	10,7910	5500	160,07	3,436	22
1150	11,2815	5750	160,07	3,592	23
1200	11,7720	6000	160,07	3,748	24
1250	12,2625	6250	160,07	3,905	24,5
1300	12,7530	6500	160,07	4,061	25
1350	13,2435	6750	160,07	4,217	26
1400	13,7340	7000	160,07	4,373	27
1450	14,2245	7250	160,07	4,529	28
1500	14,7150	7500	160,07	4,686	32
665	6,5236	3325	160,07	2,077	61
700	6,8670	3500	160,07	2,187	68
750	7,3575	3750	160,07	2,343	75
800	7,8480	4000	160,07	2,499	95

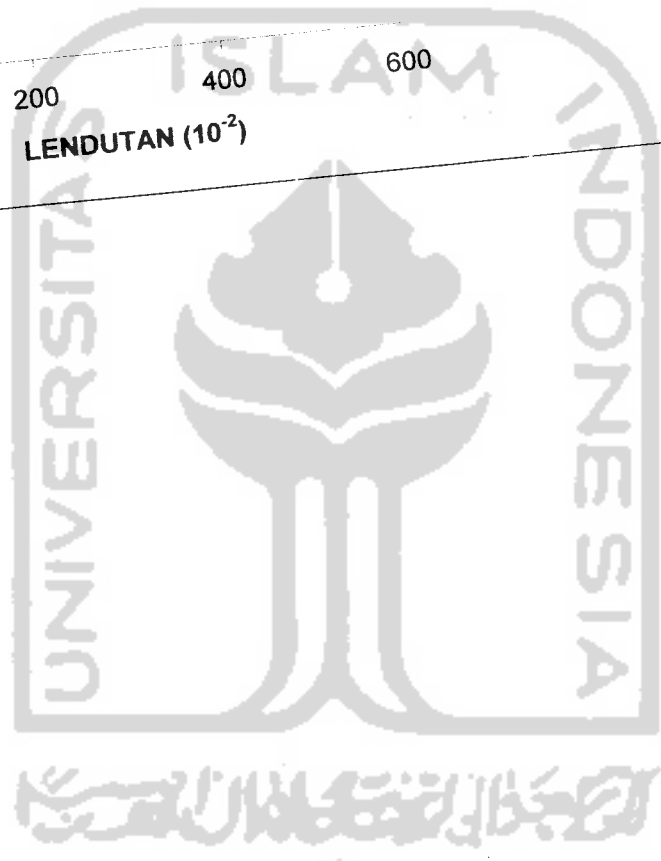
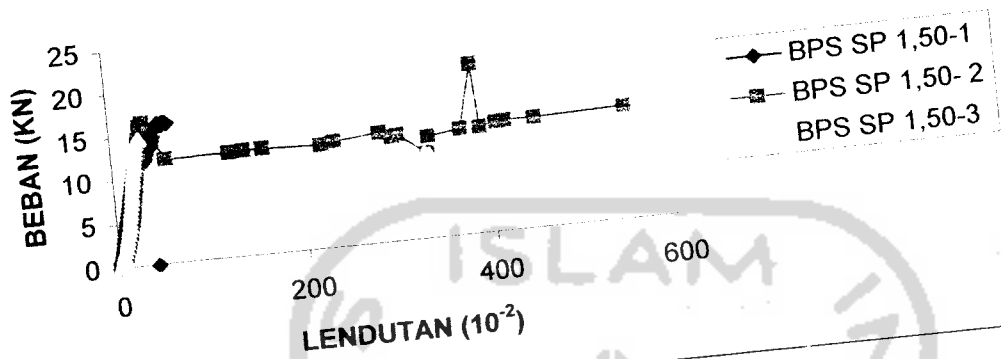
Lampiran 10-40
FAKULTAS TEKNIK

0	8,3385	4250	160,07	2,655	105
0	8,8290	4500	160,07	2,811	120
0	9,3195	4750	160,07	2,968	140
00	9,8100	5000	160,07	3,124	178
50	10,3005	5250	160,07	3,280	207
70	10,4967	5350	160,07	3,342	270
0	9,6138	4900	160,07	3,061	285
00	9,8100	5000	160,07	3,124	330
30	9,6138	4900	160,07	3,061	335
70	9,5157	4850	160,07	3,030	393
50	9,3195	4750	160,07	2,968	409
00	8,8290	4500	160,07	2,811	429
50	8,3385	4250	160,07	2,655	472
00	7,8480	4000	160,07	2,499	483
50	7,3575	3750	160,07	2,343	510
00	6,8670	3500	160,07	2,187	529

LABORATORIUM
 BINA TEKNOLOGI
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS ISLAM
 INDONESIA



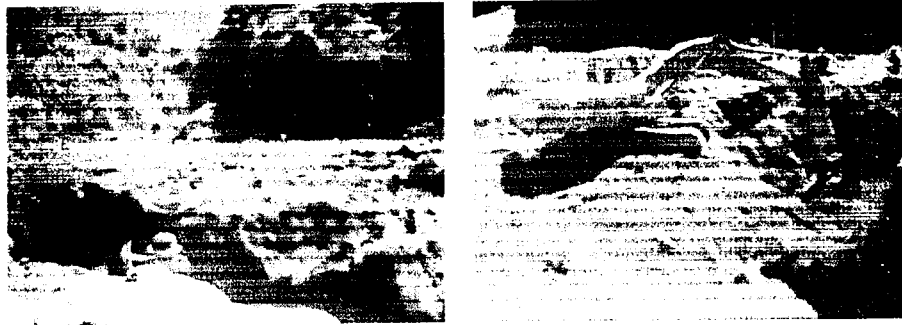
GRAFIK BEBAN-LENDUTAN BPS SP 1.50%



LAMPIRAN 1 1

(Dokumentasi)





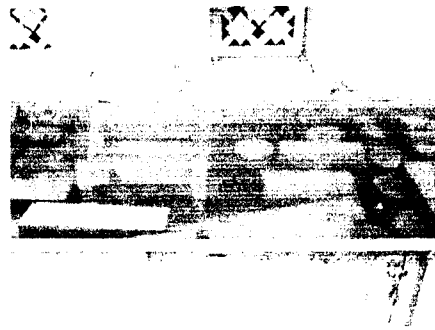
Gambar A-1. Survei Lokasi Pasir Merapi



Gambar A-2. Persiapan Bahan



Gambar A-3. Pembuatan Benda Uji



Gambar A-4. Perawatan Benda Uji



Gambar A-5. Pengujian Kuat Desak Kuat Lentur



Gambar A-5. Hasil Pengujian Kuat Desak, Kuat Tarik, Kuat Lentur

LAMPIRAN 12

(Brochure Sikament-NN)



جامعة الإسلام في إندونيسيا

Combi

Technical Data Sheet
Edition 2, 2005
Identification no.
02 01 01 01 100 0 000081
Version no. 0010
Sikament® -NN

Techn
Type
Color
Spec
Shelf
Stor
Pack

Har
Pre

Leç

Sikament® -NN

High Range Water - Reducing

Description	A highly effective dual action liquid superplasticizer for the production of free flowing concrete or as a substantial water-reducing agent for promoting high early and ultimate strengths. Chloride free. Complies with A.S.T.M. C 494-92 Type F
Use	Sikament-NN is used as a super plasticizer in the production of free flowing concrete for use in : <ul style="list-style-type: none">■ Slabs and foundations■ Walls, columns and piers■ Slender components with densely packed reinforcement.■ Textured surface finishes. It is also used as a water-reducing agent leading to high early strength concrete for use in : <ul style="list-style-type: none">■ Pre-cast concrete elements■ Pre-stressed concrete■ Bridges and cantilever structures■ Areas of concrete where formwork must be removed quickly or early load will be applied.
Advantages	Sikament NN provides the following properties : <i>As a Superplasticizer :</i> <ul style="list-style-type: none">■ Workability is greatly improved. Increased placeability in slender components with packed reinforcement.■ Decreases the amount of vibration required. Normal set without retardation.■ Significantly reduces risk of segregation. <i>As a Water reducer :</i> <ul style="list-style-type: none">■ Up to 20% reduction of water will produce 40% increase in 28 days compressive strength.■ High strength after 12 hours.
Dosage	0.6 % - 1.5 % by weight of cement. It is advisable to carry out trial mixes to establish the exact dosage rate required. Sikament-NN is compatible with all type of Portland cement including S.R.C.
Dispensing	Sikament-NN can be added to the mixing water prior to its addition to the aggregates or as in most cases, it can be added directly to the freshly mixed concrete. When added directly to the freshly mixed concrete, the plasticizing effect is more pronounced. For ready-mix concrete, Sikament-NN is added to the concrete immediately prior to discharge and after further mixing has taken place for about three to five minutes.



LAMPIRAN 13

(Kartu Peserta Tugas Akhir)





UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
M.SYUKRON FIKRI	03511056	TEKNIK SIPIL

PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing		■				
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal			■			
5	Konsultasi Penyusunan TA			■	■	■	
6	Sidang-Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Superplasticizer terhadap Beton Pasir Serat Kawat Bendrat Panjang 40 mm



Jogyakarta,
an. Dekan

3/5/2007

Ir. H. Faisol AM, MS.

Catatan:

Seminar :

Sidang :

Pendadaran :



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA**
PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
M.SYUKRON FIKRI	03511056	TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Superplasticizer terhadap Beton Pasir Serat Kawat Bendrat Panjang 40 mm

Dosen Pembimbing I : A KADIR ABOE, Ir. MS. H.
Dosen Pembimbing II: A KADIR ABOE, Ir. MS. H.



Jogyakarta,
an. Dekan

3/5/2007

(Signature)
Ir. H. Faisol AM, MS.

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendaran :

Combinations

Sikament NN may be combined with the following products:

- Plastocrete series
- Plastiment series
- Sika Pump
- SikaFume
- SikaAER

Pre-trials are recommended if combinations with the above products are required. Please consult our Technical Service Department.

Technical Data

Type	Naphthalene Formaldehyde Sulphonate
Colour	Dark brown
Specific Gravity	1.16 – 1.18 kg/ ltr
Shelf Life	Minimum 1 year if stored in original unopened container
Storage	Dry, cool, shaded place
Packaging	250 kg drum

Handling Precautions:

- Avoid contact with skin and eyes
- Wear protective gloves and eye protection during work
- If skin contact occurs, wash skin thoroughly.
- If in eyes, hold eyes open, flood with warm water and seek medical attention without delay.

Legal Notes

The information and in particular the recommendations relating to the application and use of Sika products are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the product when properly stored, handled and applied under normal conditions. In practice the differences in elements, substrates and actual site conditions are such that no warranty in respect of merchantability or fitness for a particular purpose, nor any liability arising out of any legal relationship whatsoever, can be inferred either from this information, or from any written recommendations, or from any other advice offered. The proprietary rights of third parties must be observed. All orders are accepted subject to our current terms of sales and delivery. Users should always refer to the most recent issue of the technical Data Sheet for the product concerned; copies of which will be supplied on request.



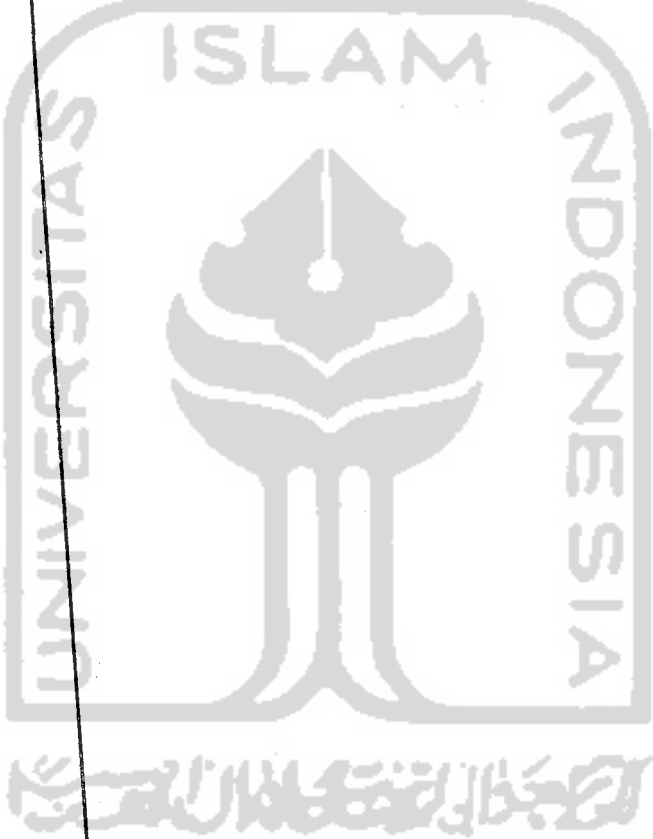
PT. Sika Indonesia
 Jl. Raya Cibinong- Bekasi km 20
 Limusunggal- Cileungsi
 BOGOR 16820- Indonesia
 Tel. +62 21 8230025
 Fax +62 21 8230025
 www.sika.co.id
 e-mail: marketing@sika.co.id

Branches
 Surabaya
 Tel. 031-8690202
 Fax 031-8682123
 Medan
 Tel. 061-7941200
 Fax 061-7940822
 Batam
 Tel. 0778-424928
 Fax : 0778-426913

Sub Distributor
 Bandung, Tel : 022-5423855, 5423857, Fax : 022-5423517
 Denpasar, Tel : 0361-235998 – 235973, Fax : 0361-237053
 Makassar, Tel : 0411- 859147 – 858527, Fax : 0411-858527
 Balikpapan, Tel : 0542-411258 Fax : 0542-412230
 Pekanbaru, Tel : 0761-46993 – 47677, Fax : 0761-45112
 Duri/Dumai, Tel : 0765-595259 Fax : 0765-91135
 Palembang, Tel : 0711-351523 Fax : 0711-369858
 Palu, Tel : 0451-454855 – 422122, Fax : 0451-454855
 Manado, Tel./Fax : (0431) 324069

CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
 DIN EN ISO 9001

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	T
		 <p>The logo of Universitas Islam Indonesia is centered in the table. It features a stylized green and white emblem resembling a flower or a book with a quill pen. The emblem is enclosed in a rounded rectangular border. The word 'ISLAM' is written in a bold, sans-serif font above the emblem. The words 'UNIVERSITAS' and 'INDONESIA' are written vertically on the left and right sides of the emblem, respectively. Below the emblem, there is a line of Arabic calligraphy.</p>	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :
1		
2	24/03-07	- pemerintah Mix Dismin - DPRD provinsi - Lmb.
3	19/06-07	- pemerintah pendabmas
4	27/06-07	- pemerintah D4 sidang
5	18/07-07	- Aca pemerintah sidang sidang pendadmas
6	13/08-07	- Aca pemerintah setelah pendadmas Jilid