PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 3 - 12 - 2007
NO. JUDUL : 2656
NO. INV. : 512000265601
NO. INDUK. : 002656

TUGAS AKHIR

PENGARUH *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP BETON PASIR SERAT KAWAT BENDRAT 60 MM

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

Disusun Oleh :

Alamsyah

03 511 069

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

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

PENGARUH *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP BETON PASIR SERAT KAWAT BENDRAT 60 MM

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

Disusun oleh:

Alamsyah
03 511 069

Disetujui:

Pembimbing:

Ir. H. A. Kadir Aboe, MS

Tanggal : 17/08-2007

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

السلام عليكم ورحمة الله وبركيه

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan hidayah, kesempatan, dan kemudahan dalam menjalankan amanah sehingga tugas akhir dengan judul **"PENGARUH *SUPERPLASTICIZER* TERHADAP BETON PASIR SERAT KAWAT BENDRAT 60 MM"** ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini merupakan syarat untuk mencapai jenjang Strata Satu (S1), pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Masih terdapat banyak keterbatasan dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis mohon maaf dan berharap akan ada pengembangan penelitian yang lebih baik.

Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang memberikan dukungan material dan spiritual sehingga tugas akhir ini dapat terwujud, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa.
2. Abang, Kakak dan Adik ku yang selalu memberikan dukungan.
3. Yth. Rektor Universitas Islam Indonesia, Prof. DR. H. Edy Suandi Hamid, M.Ec.
4. Yth. Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII, DR. Ir. H. Ruzardi, MS.
5. Yth. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Sipil FTSP-UII, Ir. H. Faisol A.M., MS dan Ir. H. Suharyatmo, MT.
6. Yth. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, terima kasih atas bimbingan, nasehat, dan dukungan yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini dan selama penulis menjalani masa kuliah.

7. Seluruh dosen serta karyawan FTSP-UII. Pak Santoro, Pak Heri, Pak Pardi dan Pak Hartono, terima kasih atas dukungan serta bantuannya. Pak Warno, Pak Daru, dan Pak Aris, terima kasih atas bimbingannya dalam pengujian.
8. Pak Mael, Bang Saleh, Bang Herman, terima kasih atas segala doa, dukungan, kritik, dan sarannya. Serta seluruh keluarga besarku.
9. *Community of K5G* yang sudah menjadi rumah keduaku beserta para penghuninya (" Pak Guru, Randy, Adi 05, Arie Arch, Mbonk, Doel, Aam, Hatmer, Djaroet, Eko Son, Novin, Rudy, Na2ng, Petho, Erick, Ary, hafidz, Lukmen, HafisH, Odos, Gamal, Riki, Fajra, Fajar, Ood ") yang selalu mendukungku N nemani nGeGame.
10. Teman-teman yang membantuku pada saat di laboratorium: Vikri, Ricky, Aveen, Aris, Azwar, mas Darus, Amier, Benk2, Aroem, Uci, Nia, Kiki, Dian, dll makasih banyak ya friend....
11. Teman-teman KKN angkatan 33 unit 34, ("pRima, Andre, Ogy, Gaban, TjaNil, RidHo, roMy, ibNu, eKo, Jaya, Uda pRas, Dani Casey, Aris, Ario, fiNda, sisCha, Ungki, icHa, Tika, aFi, Alvin") kenangan bersama kalian sangat berkesan.....
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis berharap semoga penelitian yang telah dilakukan dan disajikan dalam bentuk tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi dunia Teknik Sipil dan dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Wabillahittaufiq wal hidayah

والسلام عليكم ورحمة الله وبركيه

Yogyakarta, Juli 2007

Penulis

Alamsyah

Motto

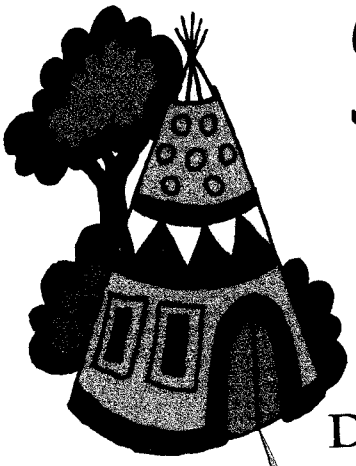
"...Allah pasti akan mengangkat orang-orang yang beriman dan berpengetahuan diantaramu beberapa tingkat lebih tinggi..."
(QS. Al Mujaadilah:11)

"...Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri..."
(QS. Ar Ra'du: 11)

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

"MENGUKUR BAJU BJARLAH DI BADAN SENDIRI"

Halaman Persembahan



DENGAN RASA BANGGA DAN
BAHAGIA SERTA RASA
SYUKUR
ATAS LIMPAHAN RAHMAT DAN
KARUNIA-NYA
KUPERSEMBAHAKAN LAPORAN
TUGAS AKHIR INI KEPADA:

~ AYAHKU TERCINTA
~ IBUKU TERCINTA
~ KAKAK, ADIK DAN
KEPONAKANKU TERCINTA



2.2.7 Andika Sentani (2007) 11
2.1 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
3.4 Modulus Kehalusan Butir 30
3.5 Faktor Air Semen 30
3.6 *Slump* 31
3.7 *Workability* 32
3.8 Segregasi 33
3.9 *Bleeding* 33
3.10 Modulus Elastisitas 34
3.11 Kuat Tekan Beton 35
3.12 Kuat Tarik Beton 36
3.13 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 *Superplasticizer* 41
4.3 Peralatan Penelitian 41
4.3.1 Alat Pemotong 41
4.3.2 Saringan/Ayakan 41
4.3.3 Timbangan dan Ember 41

DAFTAR NOTASI

σ_{28} = Kuat tekan beton rencana umur 28 hari

G = Faktor granular

σ_c = Kuat tekan semen

C = Jumlah semen per m^3 beton pasir

E = Jumlah air per m^3 beton pasir

Mf = Modulus kehalusan butir

PW_{crit} = Konsentrasi kritis serat

Vf = Prosentase volume serat

γ_c = Berat jenis *concrete*

γ_f = Berat jenis serat

d = Diameter serat

l = Panjang serat

Wm = Berat fraksi mortar

Wa = Berat fraksi agregat

= 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

M = Momen lentur

F = Beban lentur

L = Jarak antar tumpuan

b = Lebar balok

h = Tinggi tampang balok

y = Jarak dari garis netral ke titik yang ditinjau

kN = Kilonewton

Kg = Kilogram

BPN = Beton pasir normal

BPS = Beton pasir serat

SP = Superplasticizer

W_{fiber} = Berat fiber

Wc = Berat satuan beton

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Batas Gradasi Pasir 26

Tabel 3.2 Sifat-Sifat Berbagai Macam Kawat Yang Digunakan Sebagai Bahan *Fiber* Lokal 28

Tabel 3.3 Nilai *Slump* 31

Tabel 3.4 Tingkat *Workability* Berdasarkan Nilai *Slump* 33

Tabel 4.1 Faktor Granular Butiran 47

Tabel 4.2 Koreksi Kadar Air 49

Tabel 4.3 Harga-harga K, Ks, Kp 51

Tabel 4.4 Distribusi Butiran Agregat untuk Beton Pasir 52

Tabel 4.5 Klasifikasi Plastisitas Beton 53

Tabel 4.6 Koefisien Kekompakan Beton (γ) 53

Tabel 5.1 Nilai *Slump* Akibat Penambahan *Fiber* Kawat Bendrat dan *Superplasticizer* 57

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 61

Tabel 5.3 Prosentase Perubahan Kuat Tekan Beton Pasir Serat dengan atau tanpa *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Normal 62

Tabel 5.4 Prosentase Perubahan Kuat Tekan Beton Pasir Serat *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Serat 63

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (Ec), Kuat Tekan Beton Pasir, Beton Pasir Serat dan Beton Pasir Serat SP 67

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton 68

Tabel 5.7 Prosentase Perubahan Kuat Tarik Beton Pasir Serat dengan atau tanpa *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Normal 69

Tabel 5.8 Prosentase Perubahan Kuat Tarik Beton Pasir Serat *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Serat..... 69

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton 72

Tabel 5.10 Prosentase Perubahan Kuat Lentur Beton Pasir Serat dengan atau tanpa *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Normal 72

Tabel 5.11 Prosentase Perubahan Kuat Lentur Beton Pasir Serat *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Serat..... 73

Tabel 5.12 Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat Lentur Beton Pasir 76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tegangan Regangan tarik pengaruh volume fraksi serat kecil 19

Gambar 3.2 Tegangan Regangan tarik pengaruh volume fraksi serat sedang 20

Gambar 3.3 Tegangan Regangan tarik pengaruh volume fraksi serat maksimum .. 20

Gambar 3.4 Balok dengan pusat berada dalam keadaan lentur murni 37

Gambar 3.5 Bentuk penampang balok 38

Gambar 4.1 Kurva Hubungan antara perbandingan jumlah semen dengan air (C/E) dan nilai *Slump* (A) 48

Gambar 4.2 Kurva Gradasi Agregat, Kurva Patokan, Kurva Riel Beton Pasir 52

Gambar 4.3 *Flow Chart* Metode Penelitian 55

Gambar 5.1 Grafik hubungan antara nilai slump dengan BPN, BPS,BPS-SP 58

Gambar 5.2 Grafik Kuat Tekan Beton 64

Gambar 5.3 Kurva Tegangan Regangan Beton 65

Gambar 5.4 Kuat Tarik Beton 70

Gambar 5.5 Kuat Lentur Beton 73

Gambar 5.6 Grafik Lendutan Kuat Lentur 74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pemeriksaan Agregat
Lampiran 2	Hasil Analisa Saringan dan Kurva Gradasi
Lampiran 3	Kebutuhan Bahan Penyusun
Lampiran 4	Hasil Pengujian Kuat Tekan
Lampiran 5	Hasil Pengujian Tegangan Regangan
Lampiran 6	Hasil Pengujian Kuat Tarik
Lampiran 7	Hasil Pengujian Kuat Lentur
Lampiran 8	Hasil Pengujian Lendutan
Lampiran 9	Dokumentasi
Lampiran 10	Brochure Sikament-NN
Lampiran 11	Kartu Peserta Tugas Akhir

ABSTRAKSI

Beton pasir merupakan campuran semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus dengan ukuran butiran 4,80 mm yang dikelompokkan menjadi dua atau tiga fraksi, dan air dengan atau tanpa bahan tambah, dengan perbandingan tertentu yang menyebabkan hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut apabila mengeras. Untuk mengurangi sifat jelek dari beton yaitu sering terjadi retak-retak dan tidak mampu menahan tarik, maka digunakan serat fiber yang diharapkan mampu meningkatkan kekuatan dari beton dan mengurangi keretakkkannya. Penambahan serat fiber akan menyebabkan menurunnya tingkat workabilitas dari beton, untuk meningkatkan workabilitas maka digunakan superplasticizer yaitu salah satu jenis admixture yang digunakan untuk meningkatkan nilai slump dan sekaligus meningkatkan workability.

Tugas Akhir ini merupakan studi eksperimen mengenai penambahan superplasticizer jenis Sikament-NN dengan variasi prosentase 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; dan 1,50 dari berat semen pada beton pasir dengan volume fraksi serat 1,50% dari berat beton pasir selanjutnya dibandingkan dengan kekuatan beton pasir normal dan beton pasir serat tanpa superplasticizer.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kuat tekan maksimum beton pasir serat sebesar 33,703 MPa pada variasi penambahan SP 1,00% dengan prosentase kenaikkannya sebesar 22,46% terhadap beton pasir normal dan 19,17% terhadap beton pasir serat tanpa superplasticizer. Kuat tarik maksimum diperoleh pada beton pasir serat dengan prosentase SP 1,50% yaitu sebesar 3,885 MPa dengan prosentase kenaikkan 38,157% terhadap beton pasir normal dan 7,647% terhadap beton pasir serat tanpa superplasticizer. Sedangkan kuat lentur maksimum diperoleh pada beton pasir serat dengan prosentase SP 1,50% sebesar 5,976 MPa dengan prosentase kenaikkannya terhadap beton pasir normal dan beton pasir serat tanpa superplasticizer masing-masing sebesar 26,235% dan 10,769%.

Kata kunci: Beton pasir, serat kawat bendrat, superplasticizer.


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat, adapun bahan-bahan tersebut adalah air, agregat, semen dan terkadang menggunakan bahan tambah (*chemical admixture*). Pengerasan beton ini terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dan semen, dan hal ini berjalan dalam waktu yang panjang, dan akibatnya campuran tersebut selalu bertambah keras setara dengan umurnya. Penggunaan beton sebagai bahan konstruksi ini sudah lama dikenal dan hampir setiap konstruksi bangunan teknik sipil menggunakan beton sebagai unsur utama. Hal ini disebabkan karena beton terbuat dari bahan-bahan yang umumnya mudah diperoleh, serta mudah diolah sehingga menjadikan beton mempunyai sifat yang dituntut sesuai dengan keadaan situasi pemakaian tertentu.

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.

Dilihat dari wilayahnya, indonesia memiliki wilayah yang berbeda-beda persediaan bahan untuk pembuatan beton, misalnya sebagian Sumatra, sebagian Kalimantan dan beberapa daerah lainnya, masih 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.

Penelitian ini mencoba mencari 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. Untuk struktur bangunan yang menggunakan tulangan yang banyak dan jarak antar tulangan yang rapat, beton pasir sangat berguna untuk mengisi celah-celah antar tulangan tersebut.

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 baton 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 rambut (*crazing*) karena tegangan tarik yang tidak begitu besar, hal 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 karena penyebaran secara random, maka 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.

Pada penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa dengan penurunan ukuran butiran agregat, maka penggunaan kawat bendrat dapat meningkatkan kekuatan dari beton. Namun penambahan kawat tersebut akan mengurangi nilai *slump* sehingga akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan (*workability*). Oleh karena itu, penelitian 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

Hal-hal yang akan menjadi kajian pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimanakah pengaruh *superplasticizer* dengan prosentase 0%; 0,25%; 0,50%; 0,75%; 1,00%; 1,25% dan 1,50% dari berat semen terhadap beton pasir serat berdiameter ± 1,00 mm dan panjang 60 mm dengan V_f 1,50% dari berat beton pada kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton ?
2. Berapa besar prosentase penambahan *superplasticizer* yang dapat menghasilkan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur maksimum ?

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 serat terhadap beton pasir normal dan beton pasir bendrat dengan *superplasitcizer* terhadap beton pasir serat tanpa *superplasitcizer*.

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

Penelitian ini menitik beratkan pada analisis penambahan kawat bendrat dan variasi *superplasticizer* pada beton pasir yang ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur. Agar penelitian ini tidak terlalu melebar baik pada saat pelaksanaan penelitian maupun pembahasan, maka perlu batasan masalah. 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 :

$$\sigma_{28} = G.\sigma_C.\left[C/E - 0{,}5\right]$$

b. Kuat tekan beton yang direncanakan (σ_{28}) = 35 MPa
c. *Portland Cement* yang digunakan adalah semen serbaguna dengan merk Holcim kemasan 50 kg, yang memiliki kuat tekan semen (σ_c) = 500 kg/cm^2 (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. 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 ± 1,00 mm dengan panjang ± 60 mm dan tidak bengkok.

h. Komposisi serat bendrat adalah 1,5 % dari berat beton.

i. *Superplasticizer* yang digunakan adalah merk Sikament®-NN produksi PT. Sika Indonesia, Bogor dengan kemasan drum 250 kg.

j. Variasi penambahan *superplasticizer* : 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1,0%, 1,25% dan 1,5% 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 *Methode 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 *Methode 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

ACI Commite 544 (1982), mendefinisikan bahwa *fiber reinforced concrete* merupakan beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan air serta sejumlah kecil serat (*fiber*).

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

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

Menurut A. Kadir Aboe (1993), beton pasir (mikro beton) didefinisikan sebagai campuran semen *Portland* atau semen *hidraulik* lainnya, agregat halus dengan ukuran butiran 4,80 mm yang dikelompokkan menjadi dua atau tiga fraksi, dan air dengan atau tanpa bahan tambah, dengan perbandingan tertentu yang menyebabkan hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut apabila mengeras.

Menurut Ilham dkk (2003), secara umum pengaruh penambahan *superplasticizer* terhadap beton segar sangat baik, *bleeding* dan *segregation* dapat dikatakan tidak terjadi, walaupun ada relatif kecil dan itu boleh diabaikan.

2.2 Penelitian Terdahulu

Seiring dengan perkembangan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, dibidang teknik sipil telah banyak dilakukan berbagai metodologi penelitian untuk meningkatkan kualitas dari beton, salah satu penelitian yang dilakukan adalah dengan penggunaan *steel fiber* yang mana diharapkan dapat mengurangi sifat alami beton

yang jelek yaitu berupa retak-retak mikro beton. Oleh karena belum tersedianya *fiber* baja secara murah dan jumlahnya masih belum cukup banyak di Indonesia, maka para peneliti sering menggunakan *fiber* lokal yang terbuat dari potongan kawat bendrat berdiameter ±1.00 mm dan panjang sekitar 60 mm yang mana pada saat ini telah banyak tersedia di pasaran. Dengan menggunakan *fiber* lokal, hasil yang diberikan tidak jauh berbeda dan harganya relatif murah dibandingkan dengan menggunakan *Steel fiber* asli (Bambang Suhendro, 2000).

2.2.1 "Pengaruh *fiber* lokal pada sifat- sifat beton" (Suhendro, 1990)

Dari hasil pengujian *split cylinder* yang menggunakan beton normal dengan fas 0,55 serta bahan tambah kawat baja berdiameter ± 0,8 mm s/d 1,0 dan panjang ± 60 mm, menunjukkan bahwa beton dengan volume kawat bendrat 0,5% mengalami peningkatan kekuatan tekan sebesar 5,0% s/d 10,0% dari beton normal, hal ini membuktikan bahwa beton *fiber* tidak banyak mempengaruhi kekuatan tekan. Namun setelah tercapainya tegangan yang cukup besar (sekitar 60% tegangan maksium) regangan yang diproleh cukup besar dan menunjukkan bahwa beton *fiber* bersifat liat (*ductile*).

Dari pengujian tarik silinder beton, ternyata beton *fiber* menghasilkan tegangan tarik yang lebih besar, dimana beton normal yang biasanya memiliki tegangan tarik sebesar 2,8 MPa, setelah ditambah *fiber* sebanyak 0,5% dan 1,0% berturut-turut tegangan tarik yang dihasilkan adalah sebesar 37,5 MPa, 45,0 MPa, 44,25 MPa, dan 35,0 MPa. Di samping itu, mekanisme runtuhannya pun berubah drastis, dimana beton normal bersifat getas sedangkan beton *fiber* bersifat sangat liat (*ductile*).

Pada pengujian kuat lentur balok dengan ukuran 10 x 10 x 50 (cm), ternyata tegangan maksimum yang dapat ditahan beton *fiber* ini meningkat 50% dari beton normal serta menunjukkan perilaku yang liat (*ductile*). Meskipun lendutan yang terjadi cukup besar (± 2,0 cm), dengan memperbesar volume *fiber* dari 0,5% ke 1,0% kedua nilai tersebut (kuat lentur dan daktilitas) juga meningkat.

2.2.2 "Pengaruh penambahan *fiber* terhadap sifat struktur beton" (Santosonengtyas dan Pratomo, 1991)

Dari hasil penelitiannya dengan variasi penambahan serat bendrat sebesar 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1,0%, dan 1,25% dari berat beton dan panjang bendrat 3,0 cm yang disebarkan secara random, menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan kuat tekan tertinggi pada variasi *fiber* 1,25% untuk benda uji kubus (15 cm x 15 cm x 15 cm) sebesar 6,68% dan 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)

Dari hasil penelitiannya dengan variasi panjang *fiber* lokal 5 cm, 6 cm, 7 cm, 8 cm, 9 cm dan variasi konsentrasi *fiber* sebesar 0,75% dan 1,5%. Menunjukan 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%. Adapun penurunan 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)

Dari hasil penelitiannya yang menggunakan serat kawat bendrat lurus sepanjang 90 mm dan volume serat 1,0%, 2,0%, dan 3,0% dari volume beton menunjukkan terjadi penambahan kuat tekan dan kuat tarik pada benda uji 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 kawat bendrat lurus terhadap kuat tarik, kuat lentur, dan kuat tekan beton serat" (Journal Teknisia, A.Kadir Aboe, 2005)

Beton serat dengan volume serat 3%, dan panjang serat 90 mm (aspek rasio 91,84) memberikan prosentase peningkatan kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur tertinggi, berturut-turut sebesar 36,51%, 56,93%, dan 40,09%. Sedangkan dengan volume serat yang sama tapi panjang serat 60 mm (aspek rasio 61,22), memberikan prosentase peningkatan kuat tekan, dan 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%, 1,0% 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%.

2.2.7 "Pengaruh variasi serat kawat bendrat terhadap kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur beton pasir (berat serat 1,5 %) panjang 3,4,5,6 cm "
(Andika Sentani, 2007)

Dari hasil penelitiannya yang menggunakan serat kawat bendrat lurus sepanjang 30, 40, 50, 60 mm dan komposisi serat kawat bendrat 1,5% dari berat beton, diperoleh peningkatan kuat tekan terbesar sebesar 26,20% pada variasi panjang kawat 40 mm. Untuk peningkatan kuat tarik terbesar diperoleh pada variasi panjang kawat 60 mm dengan peningkatan 40,14%, sedangkan kuat lentur terbesar didapat pada variasi panjang kawat 50 mm dengan peningkatan 50,53%.

2.3 Literatur yang menunjang

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).

Nilson dan Winter (1991), mengatakan bahwa salah satu jenis bahan kimia tambahan yang dikenal dengan *superplasticizer* sebenarnya tidak berpengaruh langsung pada kekuatan beton. *Superplasticizer* berfungsi untuk meningkatkan *workability* terutama pada penggunaan faktor air-semen yang rendah. Dengan faktor air-semen yang semakin kecil dan pemadatan yang sempurna maka akan menaikkan kekuatan tekan beton. Dengan adanya bahan tambah seperti *superplasticizer* maka beton dengan faktor air-semen yang rendah akan mudah dikerjakan, dengan demikian pemadatan dapat dilaksanakan dengan mudah.

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

dari 4,80 mm disebut pasir. Selain itu, ia juga mengemukakan bahwa 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 sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya sifat pengerjaan lebih mudah, sifat pengikatan lebih cepat, atau laju kenaikan kekuatan lebih cepat.

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. Faktor air semen yang rendah (kadar air sedikit) menyebabkan air di antara bagian-bagian semen sedikit, sehingga jarak antara butiran semakin pendek. Akibatnya massa semen menunjukkan lebih berkaitan, karenanya kekuatan awal lebih dipengaruhi dan akhirnya batuan-semen mencapai kepadatan tinggi.

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.

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 lainya. Gradasi yang baik dan teratur (*contunius*) 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.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Menurut SK SNI-T-15-1990-93, beton merupakan suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton pasir (mikro beton) merupakan campuran dari semen, air, dan pasir, dimana pasir tersebut dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu pasir halus dan pasir kasar. Proses awal terjadinya beton normal adalah pasta semen yaitu proses hidrasi air dan semen, selanjutnya ditambah agregat kasar sehingga menjadi mortar dan jika ditambah agregat kasar akan menjadi beton. Untuk proses beton pasir juga hampir sama dengan beton normal, hanya saja beton pasir menggunakan agregat kasar antara 2,40 sampai 4,80 mm. Sifat-sifat beton ini sangat bergantung pada sifat-sifat bahan penyusunnya, cara pengadukan, penuangan, pemadatan, dan perawatan beton selama proses pengerasannya. Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat, banyak penelitian dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat beton antara lain *strength,* dan *workability.*

Sebelumnya telah kita ketahui bahwa beton memiliki tegangan desak yang tinggi dan memiliki kelemahan dalam menahan tegangan tarik sehingga sering terjadi retak-retak rambut pada bagian tariknya yang menyebabkan terjadinya kontak antara oksigen dan besi yang berakibat karat pada besi baja sehingga akan menurunkan kualitas kuat tarik dari besi baja tersebut.

Oleh karena itu, peneliti mengupayakan untuk meningkatkan mutu beton tersebut 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 sehingga akan menghasilkan beton yang lebih liat (*ductile*).

Penambahan kawat bendrat (*steel fiber*) pada adukan beton ini akan dipastikan akan menurunkan nilai *slump* yang selanjutnya akan menurunkan tingkat kelecekan (*workability*) beton, jika ditambahkan air untuk meningkatkan nilai *slump*, maka air dan semen akan bergerak ke permukaan adukan beton (*bleeding*) yang baru dituang dan akan menjadi buih yang membentuk lapisan tipis (*laitance*) sehingga lekatan antara lapis-lapis beton menjadi lemah. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan bahan tambah kimia (*chemical admixture*) berupa *superplasticizer*. Adanya *superplasticizer* ini akan meningkatkan nilai *slump* dan *workability* tanpa terjadinya *bleeding* serta tidak mengurangi kuat tekan beton.

3.2 Beton serat

ACI Committee 554, mendefinisikan bahwa 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 kardiyono (1992), beton serat (*fiber concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain berupa serat.

Penambahan serat kawat bendrat pada adukan beton akan mencegah terjadinya retak-retak pada beton dan menjadikan beton lebih liat (*ductile*). 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. beton seperti ini sering dipakai pada bangunan hidrolik, landasan pesawat udara, jalan raya, lantai jembatan, dan lain-lain (Kardiono Tjokrodimuljo, 1992).

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

1. keliatan / daktilitas (*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 flexture strength*).
4. ketahanan terhadap kelelahan (*fatique 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 serat (*steel fiber*) adalah (Bambang Suhendro, 2000):

1. Masalah *fiber dipersion*, yang menyangkut teknik pencampuran fiber ke dalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random.
2. Masalah *workability*, yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, termasuk indikatornya.
3. Masalah mix *design/proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan kelecakan yang memadai.

Serat juga berfungsi untuk menahan beban yang diterima oleh beton, baik gaya tarik maupun gaya tekan. Faktor utama yang berpengaruh terhadap kekuatan beton serat adalah interaksi antara serat dan adukan beton. Hal-hal yang mempengaruhi interaksi tersebut adalah (Balaguru, Perumalsamy. dan Surendra P.Shah, 1992):

1. Kondisi beton (ada kerusakan atau tidak)
2. Komposisi adukan beton
3. Sifat-sifat serat: jenis serat, sifat permukaan dan kekuatan serat
4. Tata letak serat dalam beton
5. Volume fraksi serat

Dari uraian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan serat ke dalam beton mempunyai maksud utama yaitu menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah yang mengakibatkan beton mudah retak dan pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitasnya (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1996).

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

1. Spacing Concept

   Konsep 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*.

2. Composite Material Concept

   Konsep material komposit adalah suatu teori yang banyak digunakan untuk memperkirakan kuat tarik dan kuat lentur beton serat yang terjadi pada retakan pertama (*first crack strength*), konsep ini menyatakan bahwa 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 poison ratio dianggap nol, maka persamaannya adalah (Balaguru, Perumalsamy, dan surendra P shah, 1992):

$$\sigma_c = \sigma_f . V_f + \sigma_m . V_m \quad \text{.....(3.1)}$$

atau

$$\sigma_c = \sigma_f . V_f + \sigma_m . (1-V_f) \quad \text{.....(3.2)}$$

karena

$$V_f + V_m = 1 \quad \text{.....(3.3)}$$

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, $\sigma_f = 2\,\tau\,(l_f / d_f)$.....(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*

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

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

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

$$\sigma_c = 2\ \eta_l\ \eta_e\ \tau\ V_f\ l_f/d_f + \gamma\ \sigma_m\ (1-V_f) \quad \text{.....(3.5)}$$

dengan :

η_l : factor efisiensi orientasi penyebaran serat

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

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

l_e : panjang efektif serat

η_e : factor efesiensi panjang *fiber* tertanam

$= 0{,}41$

τ : koef 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 Rasio* (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 beraspek 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 prosentase volume serat yang ditambahkan pada setiap satuan volume beton. Penelitian yang dilakukan Edgington, dkk (1974) menunjukan 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 :

$$PW_{crit} = 75 \frac{\pi . \gamma_f}{\gamma_c} \frac{d}{l} K \qquad \text{.....(3.6)}$$

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 dengan panjang serat

dimana,

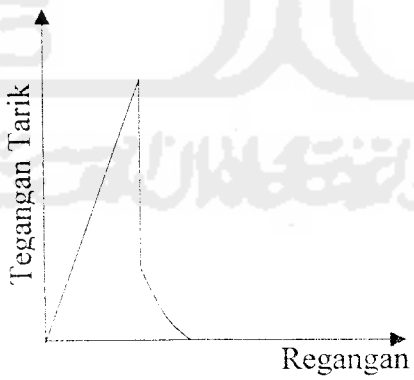
$$K = \frac{W_m}{W_m + W_a} \quad \text{.....(3.7)}$$

dengan,

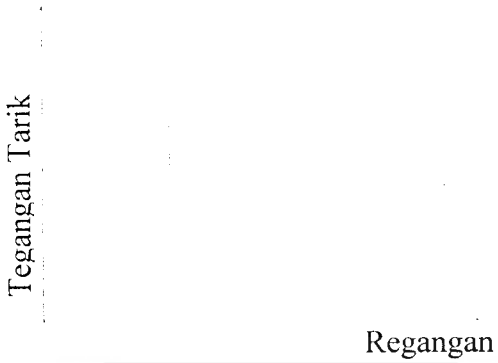
W_m : berat fraksi mortar, yaitu bagian adukan dengan ukuran partikel kurang dari 5 mm

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

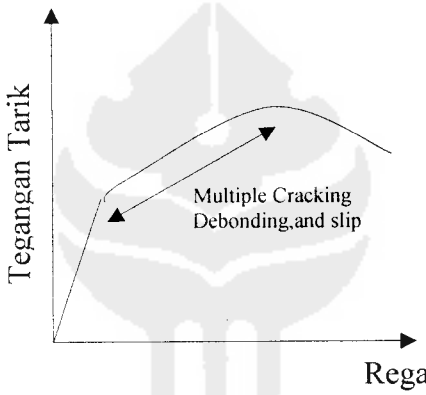
Pengaruh konsentrasi serat terhadap kuat tarik beton serat dapat dilihat pada gambar 3.1, gambar 3.2, gambar 3.3 (Balaguru, Perumalsamy, dan Surendra P.Syah, 1992).



Gambar 3.1 Tegangan Regangan tarik pengaruh volume fraksi serat kecil



Gambar 3.2 Tegangan Regangan tarik pengaruh volume fraksi serat sedang



Gambar 3.3 Tegangan Regangan tarik pengaruh volume fraksi serat maksimum

Dari gambar 3.1 dapat dilihat bahwa setelah terjadi retak pertama kuat tarik beton serat turun secara drastis, hal ini disebabkan oleh sedikitnya serat yang dapat menahan beban tarik yang diberikan. Sedang bila volume fraksi serat sedang seperti yang terlihat pada gambar 3.2, setelah terjadi retak pertama kuat tarik serat sedikit berkurang namun karena volume serat yang relatif banyak, serat masih bisa mengembangkan beban yang diberikan walaupun di bawah beban retak pertama. 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 dan pada saat itu juga terjadi penambahan jumlah retak serta sebagian serat ada yang mengalami lepas dan putus, dan regangan yang terjadi bertambah besar, hal ini terjadi disebabkan oleh serat yang banyak untuk menahan beban tarik, setelah banyak serat tercabut atau putus baru kemudian beton serat mengalami keruntuhan.

Penambahan volume fraksi serat (V_f) juga menambah kuat tekan maupun daktilitas beton *fiber* yang dihasilkan. Namun demikian, perlu dicatat bahwa semakin besar V_f juga akan mempersulit dalam teknik pencampuran serat ke dalam adukan agar dapat tersebar scara merata dengan orientasi yang random dan menurunkan kelecekan adukannya. Untuk serat yang lurus, penambahan kuat tekan maupun daktilitasnya 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 mengandalkan pada lekatan (*bond*) antara *fiber* dan betonnya. Apabila *fiber* yang ujungnya berkait, ada kemungkinan kuat tarik kawat akan berpangaruh (Bambang Suhendro,2000).

3.3 Beton pasir (mikro beton)

Beton pasir (mikro beton) merupakan campuran semen Portland atau semen hidrolik 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 menyebabkan hubungan yang erat antara bahan-bahan tersebut mengeras. Pengerasan terjadi karena proses kimia antara semen dengan air, proses pengerasannya bertambah sejalan dengan umur campuran (Tesis A. Kadir. 1993). Mutu dan kualitas dari beton dapat 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. Penyelesaian akhir.

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 organis dan kotoran dalam agregat dan air.
6. Cara pelaksanaan (pencampuran, pengangkutan, penuangan dan pemadatan)
7. perawatan

Menurut Tri Mulyono (2004), faktor-faktor yang mempengaruhi mutu dan kekuatan beton antara lain adalah proporsi bahan-bahan penyusun, metode perancangan, perawatan, dan keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan.

3.3.1 Material Penyusun Beton Pasir

a. **Semen *Portland***

Semen merupakan unsur terpenting dalam pembuatan beton, karena semen berfungsi sebagai bahan pengikat untuk mempersatukan bahan agregat kasar dan agregat halus menjadi satu massa yang kompak dan padat.

Nilson dan Winter (1991) mengemukakan bahan baku pembentuk semen adalah Kapur (CaO), Silika (SiO_2), dan Alumina (Al_2O_3) dari lempung, komponen terbesar penyusun semen adalah kapur (60%-65%).

Ketika semen dicampur dengan air, akan timbul reaksi kimia antara unsur-unsur penyusun semen dengan air. Reaksi ini menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang menyebabkan terjadinya ikatan dan pengerasan. Senyawa-senyawa tersebut menurut Murdock dan Brook (1986) adalah :

1. *trikalsium silikat* (C_3S) $3CaO.\ SiO_2$
2. *dikalsium silikat* (C_2S) $2CaO.\ SiO_2$
3. *trikalsium aluminat* (C_3Al) $3CaO.Al_2O_3$
4. *tetra kalsium aluminat* (C_4Al) $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

Menurut perbedaan komposisi senyawa kimia yang terkandung di dalamnya, semen 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 khusus

Jenis II : Semen *Portland* yang penggunaannya memerlukan ketahanan 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 seyawa, 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 suatu mineral silika pada semen. Mineral yang ditambahkan ini akan bereaksi dengan kapur bila ada uap air membentuk bahan yang kuat yaitu kalsium silikat.

b. **Air**

Air merupakan bahan yang penting dalam pembuatan beton, karena air berfungsi untuk bereaksi dengan semen. Menurut Kole dan Kusuma (1993), semen dapat mengikat air sekitar 40% dari beratnya. Dengan kata lain, air sebanyak 0,4 dari berat semen cukup untuk membuat seluruh semen terhidrasi.

Selain itu juga, air yang digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas air seperti pHnya tidak boleh > 6, dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat sebagai berikut :

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) lebih dari 15 gram/liter
c. Tidak mengandung khlorida (CL) lebih dari 0,5 gram/liter.
d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

c. 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 2,0

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

Untuk pembuatan beton pasir digunakan agregat halus yang dikelompokan 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

Karekteristik penting dari agregat adalah bentuk dan tekstur permukaannya. Klasifikasi agregat berdasarkan bentuk partikel diantaranya adalah bulat contohnya kerikil sungai, kerikil pantai, pasir padang pasir dan tak beraturannya contohnya kerikil-kerikil lain, batu tanah atau bahan galian. Klasifikasi tekstur permukaan berdasarkan pada derajat kekasaran permukaan partikel dan macam kekasaranya tekstur permukaan tergantung pada kekerasan, ukuran butir, dan karekteristik pori bahan asal. Klasifikasi tekstur permukaan menurut B.S 612 ; 1967 yaitu : sangat halus/licin, agak kasar/berbutir, kasar berkristal, berpori, dan berlubang-lubang (Tesis, A.kadir Aboe, 1993). Bentuk dan tektur agregat menpengaruhi 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 interloking agregat dengan pasta semen akibat kekasaran permukaan agregat. Permukaan yang lebih kasar menghasilkan gaya adhesif yang lebih besar antara partikel dengan semen. Ikatan lebih baik juga diperoleh bila digunakan partikel yang lebih lembut, porous dan yang mineralnya heterogen (Tesis, A Kadir Aboe,1993).

Di dalam agregat ada bahan-bahan yang merugikan antara lain: 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. Penyelesain 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 4,8 mm, maka digunakan gradasi agregat halus. Batasan gradasi agregat halus dikelompokan 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

d. 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 (Tjokrodimuljo,1992).

Penelitian ini menggunakan 2 macam bahan tambah, yaitu :

1. Serat

Di dalam 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.

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. Jenis *fiber* lokal 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 3.2.

Tabel 3.2 Sifat-sifat berbagai macam kawat yang digunakan sebagai banar *fiber* lokal

No	Jenis kawat	Kuat tarik (MPa)	Perpanjangan pada saat putus (%)	*Specific grafity*
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)

Dari tabel 3.2 dapat dilihat bahwa kawat baja memberikan daktilitas terbesar, disusul kawat bendrat dan kawat biasa. Namun bila dilihat dari segi harga persatuan berat kawat lokal/bendrat tersebut termurah, sedangkan kawat baja dan kawat biasa, berturut-turut 10 kali dan 1,5 kali dari harga kawat bendrat, maka *fiber* lokal yang paling optimal potensinya adalah yang terbuat dari kawat bendrat (Bambang Suhendro, 2000).

Pada penelitian ini, serat kawat bendrat yang diberikan atau ditambahkan pada campuran adukan beton pasir disebarkan secara random dengan perbandingan 1,5% dari berat beton dan dengan diameter ± 1,0 mm. Maksud dari penggunaan serat adalah untuk meningkatkan kualitas beton akibat sifat-sifat kurang baik dari beton. Tujuan dasarnya adalah untuk meningkatkan kuat tarik beton, agar dapat mencegah terjadinya retakan-retakan mikro dalam beton.

2. Superplasticizer

Bahan tambah kimia (*chemical admixture*) adalah bahan tambah selain air, agregat, maupun semen yang ditambahkan pada campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi dari bahan tambah ini adalah untuk mengubah sifat beton agar cocok pada suatu pekerjaan tertentu, misalnya untuk pengganti air, atau untuk mempercepat pengerasan.

Superplasticizer merupakan salah satu jenis *admixture* yang disebut juga *water-reducer*, digunakan untuk meminimalkan kandungan air pada campuran beton (Ramachandran, 1979). Selain itu juga, *superplasticizer* dapat digunakan untuk

memperbaiki workabilitas dari beton. *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:

a. Menambah sifat kemudahan pengerjaan tanpa menambah kandungan air atau mengurangi kandungan air dengan sifat pekerjaan yang sama.
b. Menghambat atau mempercepat waktu pengingkatan awal dari campuran beton.
c. Mengurangi atau mencegah secara preventif penurunan atau perubahan volume beton
d. Mengurangi segregasi.
e. Mengembangkan dan meningkatkan sifat penetrasi dan pemompaan beton segar.
f. Mengurangi kehilangan nilai *slump*.
g. Menghambat atau mengurangi ekolusi panas selama pengerasan awal.
h. Mempercepat laju pengembangan kekuatan beton pada umur muda.
i. Menambah kekuatan tekan.
j. Menambah sifat keawetan atau ketahanan dari gangguan luar, termasuk serangan garam-garam sulfat.
k. Mengurangi kapilaritas air.
l. Mengurangi sifat permeabilitas.
m. 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 :

a. 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.

b. 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.
c. 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.
d. Bahan tambah kimia berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan.
e. 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, menunjukan 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. Sehingga 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).

Untuk mempermudah pengerjaan dibutuhkan nilai fas yang tinggi dan ini mengakibatkan menurunnya mutu beton. Nilai fas yang 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 akirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

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 3.3 Nilai *Slump* (cm)

Pemakain 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, diding.	15,0	7,5
Perkerasn jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : Buku Teknologi Beton, Kardiyono,1996

3.7 *Workability*

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

1. Kompaktibilitas, yaitu kemudahan beton untuk dipadatkan tanpa adanya rongga udara.
2. Mobilitas, yaitu kemudahan beton untuk dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali.
3. Stabilitas, yaitu kemampuan beton untuk tetap sebagai masa homogen dan stabil selama dikerjakan tanpa terjadi pemisahan butiran atau bahan-bahan utamanya.

Kemudahan pengerjaan (*workability*) dapat dilihat dari nilai *slump* yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. 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 keplastisannya pun akan lebih tinggi.
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 dimasukan 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.

Jackson dan Dhir (1983) dalam Luthi Zamroni dan yefta (2004) mengemukakan bahwa tingkat *workability* berdasarkan *slump* dapat dilihat pada tabel 3.4 :

Tabel 3.4 Tingkat *Workability* Berdasarkan Nilai *Slump*

Slump (mm)	*Workability*
25 - 100	*Medium*
10 - 50	*Low*
-	*Very low*

Sumber: Jackson dan Dhir (1983)

3.8 Segregasi

Segregasi adalah kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton, dan hal ini akan mengakibatkan terjadinya sarang 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 :

$$E = \frac{f}{\varepsilon} \quad \text{.....(3.8)}$$

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) diantara 1500 kg/m^3 - 2500 kg/m^3, nilai modulus elastis beton (E_c) dapat diambil sebesar :

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

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 pemadatannya (Murdock dan Brook,1986), faktor yang penting lainnya adalah sebagai berikut :

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton
2. Jenis dan lekuk-lekuk bidang permukaan agregat.
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 kekuatanya 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):

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

Dengan : fc : 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 (fc') adalah 35 MPa.

$$f_{cr}' = \frac{\sum_{i=1}^{N=1} fc'(i)}{N} \quad \text{.....(3.11)}$$

dengan : f_{cr}' : kuat tekan rata-rata

fc : kuat 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 silinder-silinder oleh suatu desakan kearah diameternya, secara terperinci cara ini diuraikan oleh British Standard-1981 : 1970 (Murdock dan Brook, 1986), kekuatan tarik dapat dihitung sebagai berikut :

$$f1 = \frac{2p}{\pi l d} \quad \text{.....(3.12)}$$

Dimana. $f1$ = Kuat tarik (N/mm^2)

p = Beban maksimum yang diberikan (N)

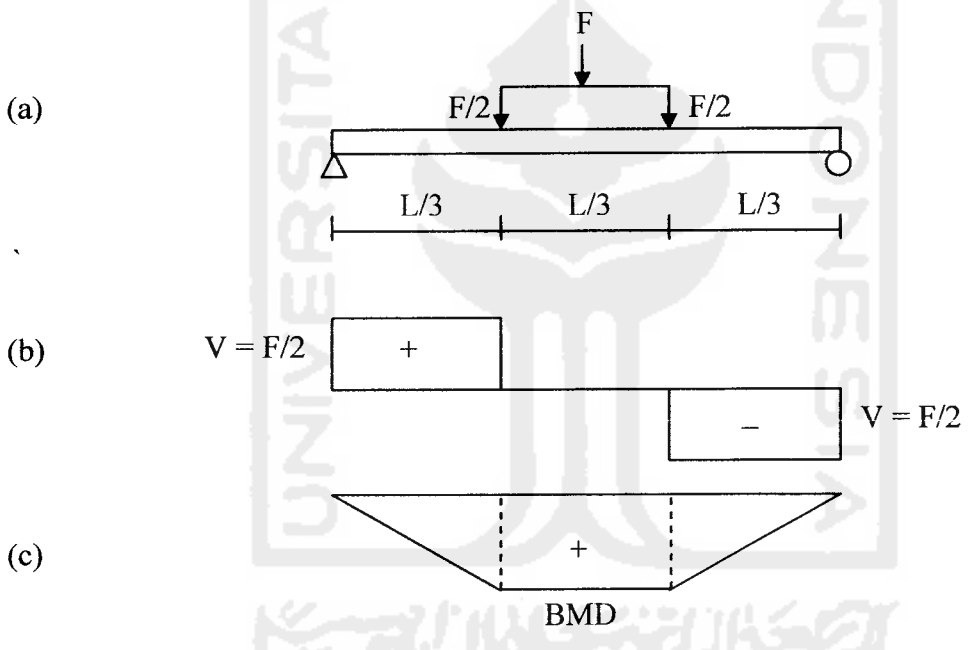
l = Panjang silinder (mm)

d = Diameter (mm)

3.13 Kuat Lentur Beton

Lentur murni adalah suatu lenturan yang berhubungan dengan sebuah balok dibawah suatu momen lentur konstan, yang berarti bahwa suatu momen gaya lintang sama dengan nol. Untuk memperjelas 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

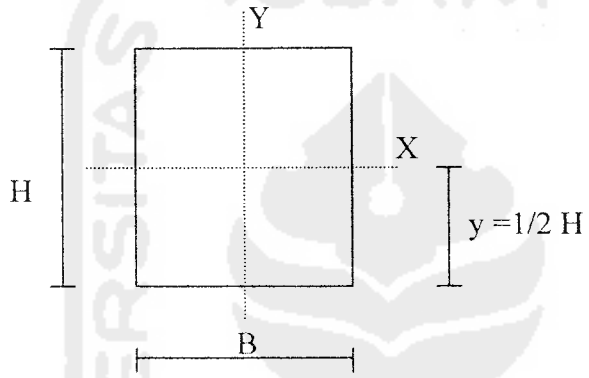
a. Balok dengan dua gaya simetris
b. Diagram gaya lintang
c. Diagram momen

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

$$M = \frac{F}{2}\frac{L}{3} \quad \text{.....(3.13)}$$

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 dikarenakan momen (M) tidaklah konstan dan terdapat gaya lintang.

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



Ganbar 3.5 Bentuk penampang balok

Dan nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\sigma_b = \frac{M.y}{I} \quad \text{..... (3.14)}$$

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

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

$$\sigma_b = \frac{M.(h/2)}{(1/12).b.h^3} \quad \text{.....(3.16)}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{(1/6).b.h^2} \quad \text{.....(3.17)}$$

Dengan : σ_{lt} = Kuat lentur (N/mm^2)

F = Beban (N)

L = Jarak antar tumpuan (mm)

b = Lebar tampang balok (mm)

h = Tinggi tampang balok (mm)

y = Jarak dari garis netral ke titik yang ditinjau

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian adalah suatu rangkaian pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas suatu permasalahan yang diuraikan menurut suatu tahapan yang sistematis seperti identifikasi, penyeleksian, pendefinisian masalah, penyusunan hipotesis, penyeleksian subyek-subyek dan alat ukur, pemilihan rancangan yang akan digunakan, pelaksanaan prosedur, penganalisaan data, dan penyusunan kesimpulan.

4.2 Bahan Penelitian

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 ±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 ≤ 4,20 mm dan agregat butiran > 2,40 dan ≤ 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 lakukan 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 PUBI-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 ± 1,0 mm dan panjang ± 60 mm, sehingga rasio *fiber* (l/d) adalah 60.

Pada penelitian Suhendro, (1990) telah diketahui berat jenis dari kawat bendrat dengan ukuran ± 1,0 mm dan panjang ± 60 mm sebesar 6,68 seperti yang terdapat pada tabel 3.2. Oleh karena itu, penelitian kali ini tidak melakukan pengujian berat jenis kawat bendrat dan langsung menggunakan berat jenis sebesar 6,68. 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 ± 60 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 ≤ 2,40 mm, kemudian molennya dijalankan lagi,
3. Masukkan semen, kemudian molen dijalankan,
4. Setelah campuran terlihat *homogen*, masukkan serat kawat bendrat (panjang ± 60 mm dan diameter ± 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 diproleh 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 terhindari,
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%, 0,5%, 0,75%, 1,0%, 1,25%, 1,5%, 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)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA

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.

4.4.4 Perencanaan Campuran Beton

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

1. Menghitung perbandingan berat semen dan air

   Berdasarkan kuat tekan rata- rata pada umur 28 hari,

$$\sigma_{28} = G.\sigma_C.\left(\frac{C}{E} - 0{,}5\right) \quad \text{.....(4.1)}$$

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} = 35 MPa = 350 kg/cm^2
- Slump = 10 cm
- σ_C = 500 kg/cm^2 (penelitian sebelumnya)
- G = 0,45 (dari tabel 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

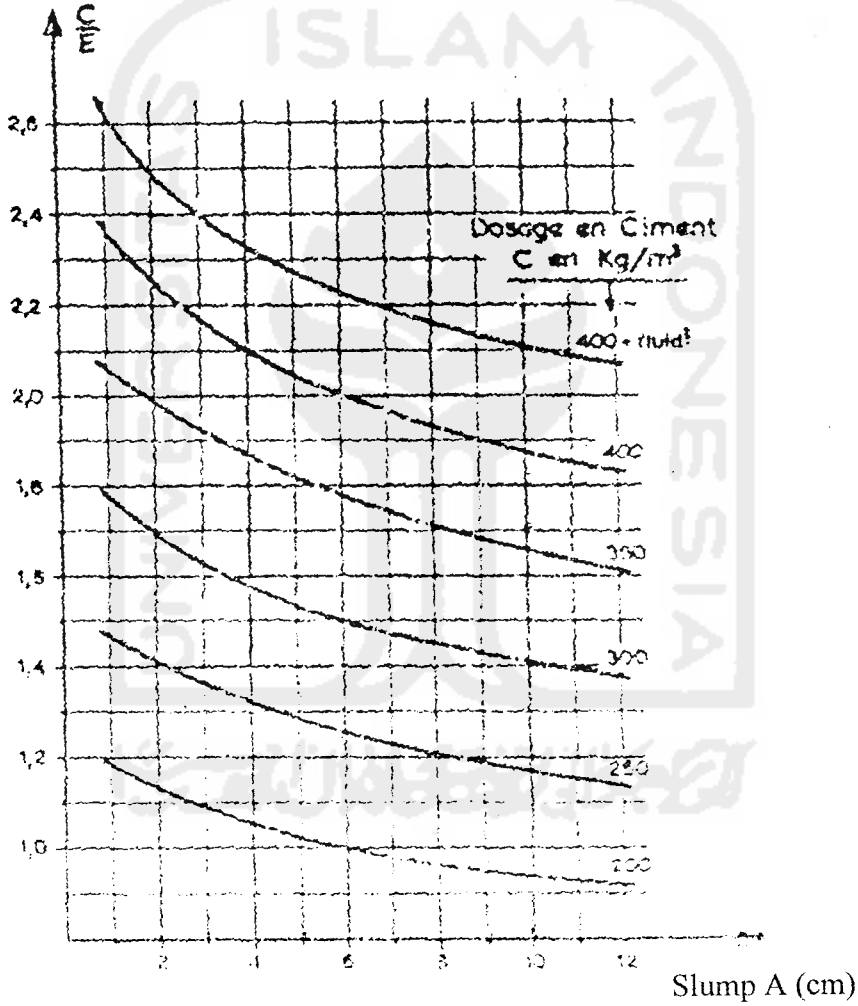
Setelah diperoleh data-data tersebut, hubungan antara semen dan air dapat dicari dengan rumus :

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

$$350 = 0{,}45.500.\left(\frac{C}{E} - 0{,}5\right)$$

C/E = 2,05

2. 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)

Dari gambar 4.1 diperoleh jumlah semen per-m^3 beton pasir :

C = 400 kg

3. Menghitung berat air

Berat air (E) = $\frac{C}{C/E}$, sehingga kebutuhan air per-m^3 beton pasir :

$$E = \frac{400}{2,05} = 195,12 \text{ liter}$$

Mengingat beberapa faktor, maka berat air yang diproleh 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 ≈ 5,0 mm, maka jumlah air yang perlu setelah dikoreksi sebesar :

E (terkoreksi) = 195,12 + (15% . 195,12)

= 224,38 liter ≈ 225 liter.

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

C (terkoreksi) = E (terkoreksi) . 2,05

= 224,38 . 2,05

= 459,97 kg ≈ 460 kg.

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 bilinier 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)

  Jika $D \leq 25$ mm, maka $x = D/2$ ..... (4.2)

  Jika $D > 25$ mm, maka $x = (D - 5)/ 2$ .....(4.3)

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

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

Tabel 4.3 Harga-harga K, Ks, Kp

Pemadatan		Lemah		Normal		Kuat	
Jenis agregat		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 Mf ≠ 2,50 → Ks = 6 Mf - 15							
Koreksi Kp : Untuk beton yang dipompa → Kp = +5 @ +10							

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

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

$y = 50 - \sqrt{4{,}80} + -2 + 2.025 = 47.83 \approx 48$

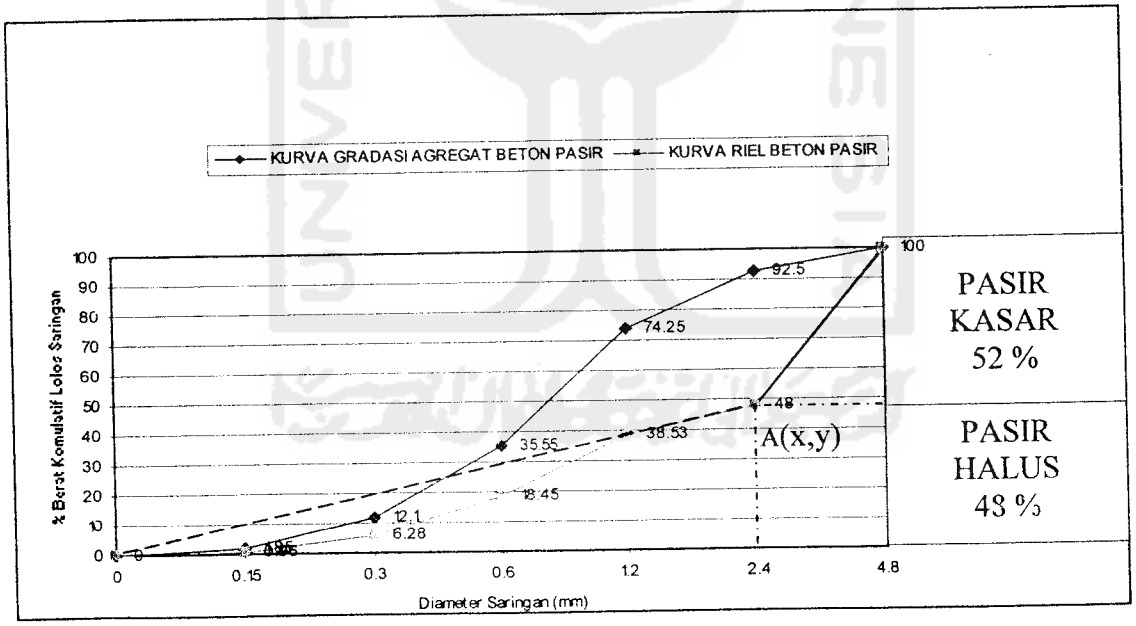
- Koordinat titik patah : A (2,40 ; 48)

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	-				52,00	100
Jumlah		2000	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 ≠ 350 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 baru diperoleh persentase untuk setiap fraksi. Jumlah agregat ditentukan berdasarkan koefisien kekompakkan (γ), yaitu koefisien yang menyatakan volume absolut beton yang terisi material padat (semen dan agregat). Pada tabel 4.5, koefisien kekompakkan tergantung plastisitas beton, pada tabel 4.6 tergantung cara pemadatan dan ukuran maksimum agregat,

Pada penelitian ini dipilih :

Beton plastis
Pemadatan normal
D = 4,80 mm ≈ 5,0 mm

} Koefisien Kekompakkan γ = 0,770

Untuk C ≠ 350 kg/ m^3, harga γ dikoreksi :

(C – 350) / 5000 = (460-350)/ 5000 = 0,022

Jadi γ = 0,770 – 0,022 = 0,748

Volume absolut = 1000. γ

= 1000. 0,748 = 748 liter/ m^3 beton

Volume absolut semen = 460/ 3,1 = 148,38 liter

Volume absolut pasir = 748 – 148,38 = 599,62 ≈ 600 liter

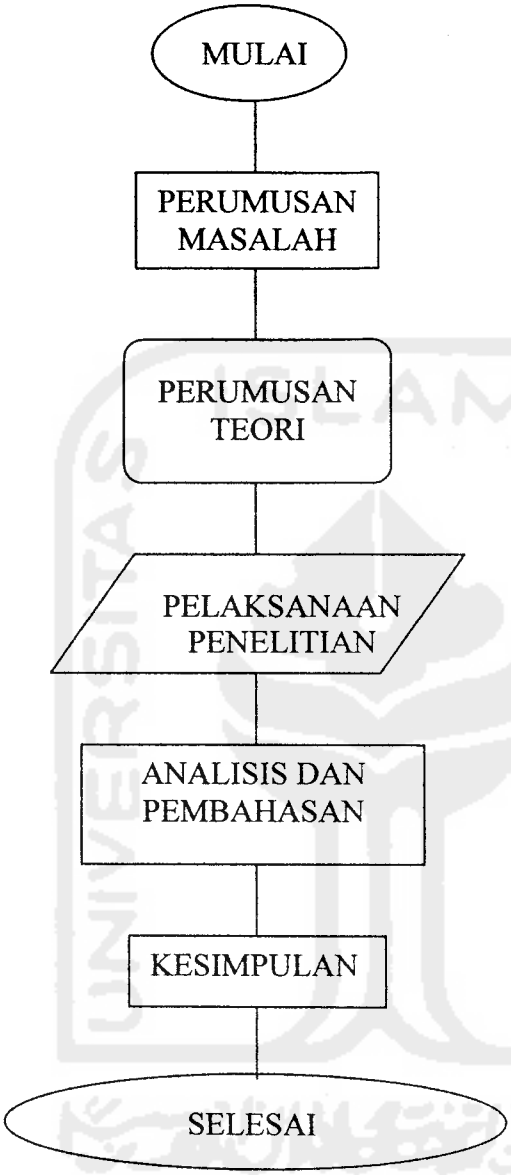
Volume absolut pasir halus = 48%.600 = 288 liter

Volume absolut pasir kasar = 52%.600 = 312 liter

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

Berat semen	= 460 kg
Berat air	= 225 kg
Berat pasir halus = 288 . 2,31	= 665,28 kg
Berat pasir kasar = 312 . 2,49	= 776,88 kg
Berat beton	= 2127,16 kg

4.5 Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.3 *Flow Chart* Metode Penelitian

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilakukan di laboratorium, dalam hal ini kami menggunakan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.

Dalam pengerjaan beton pasir juga diperlukan pelaksanaan yang khusus dalam persiapan bahan sebelum pengecoran, karena dengan ukuran agreagat yang lebih kecil dari beton normal maka untuk memperoleh agregat dalam keadaan *saturated surface dry* relatif lebih sulit. Jika hal ini kurang diperhatikan maka akan sulit memperoleh beton dengan kuat tekan yang sesuai dengan perencanaan.

Hal lain yang juga harus mendapat perhatian khusus adalah masalah *fiber dipersion*, yaitu yang menyangkut teknik pencampuran *fiber* ke dalam adukan beton pasir bendrat agar tersebar merata dengan orientasi yang random dan masalah kelecakan adukan. Untuk meningkatkan kelecakan adukan, maka digunakan *superplasticizer* sehingga proses pelaksanaan pengadukan dapat dilakukan dengan lebih mudah. Namun perlu diperhatikan bahwa pengadukan beton dengan campuran *superplasticizer* juga memerlukan waktu yang relatif lama agar *superplasticizer* tersebut dapat bereaksi secara maksimum.

Selain itu juga, hal penting yang perlu diperhatikan dalam pengujian kekuatan beton adalah kondisi permukaan benda uji. Permukaan benda uji yang rata akan menghasilkan nilai modulus elastisitas yang baik karena distribusi beban akan tersebar secara merata ke seluruh permukaan benda uji.

Pada bab ini akan diuraikan tentang proses pembuatan benda uji yang meliputi nilai *slump* dan tingkat *workability* serta akan disajikan juga hasil pengamatan dan hasil akhir dari pengujian yang meliputi uji tekan, uji tarik, dan uji lentur.

5.2 Nilai *Slump* dan *Workability*

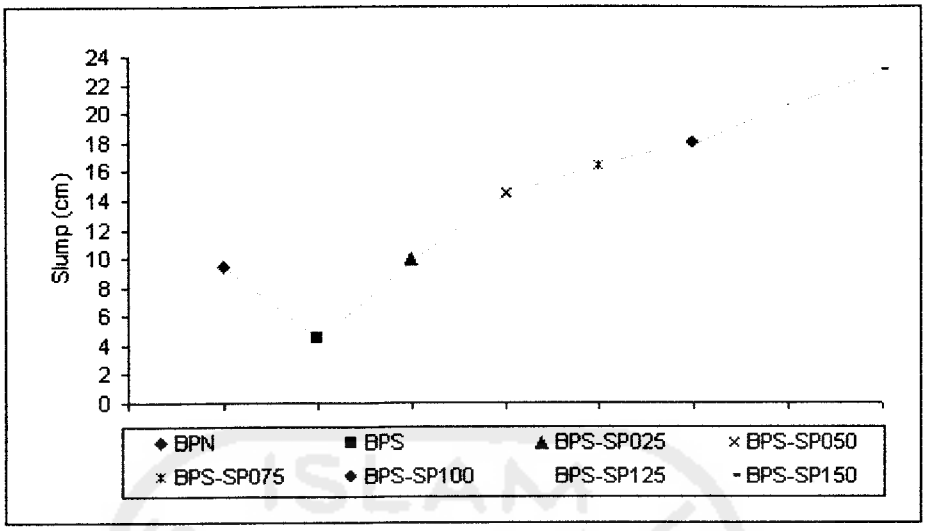
Tinggi rendahnya tingkat *workability* dari suatu adukan ditentukan oleh nilai *slump*, makin tinggi nilai *slump* maka semakin mudah proses pengerjaannya. Dalam penelitin ini, nilai *slump* beton pasir normal sebesar 5,5 cm dan jauh lebih kecil dari perencanaan yaitu 10 cm, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain adalah pengecoran dilakukan pada saat cuaca panas, selain itu juga akibat lamanya adukan dalam molen dan lain sebagainya.

Untuk mengurangi kesulitan pada pembuatan beton pasir serat bendrat, maka dilakukan penambahan air sebesar 1,2 liter sehingga diperoleh nilai *slump* sebesar 9,5 cm, dan penambahan air ini dilakukan secara konsisten terhadap campuran/variasi selanjutnya. Selain itu, peningkatan nilai *slump* juga dilakukan dengan cara penambahan *superplasticizer* sehingga proses pengadukan dan pemadatan beton serat dapat dilakukan dengan lebih mudah, Penurunan dan peningkatan nilai *slump* dapat dilihat pada gambar 5.1.

Tabel 5.1 Nilai *Slump* Akibat Penambahan *Fiber* Kawat Bendrat dan *Superplasticizer*

Kode Sampel	Sikament-NN (%)	*Slump* (cm)
BPN	0	9,5
BPS	0	4,5
BPS-SP025	0,25	10,0
BPS-SP050	0,50	14,5
BPS-SP075	0,75	16,5
BPS-SP100	1,00	18,0
BPS-SP125	1,25	20,5
BPS-SP150	1,50	23,0

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



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

Dari tabel 5.1 dan gambar 5.1 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai *slump* dari beton pasir normal ke beton pasir serat, namun dengan penambahan *superplasticizer* terjadi peningkatan nilai *slump* dan pengerjaannya dapat dilakukan dengan mudah. Adapun cara kerja *superplasticizer* adalah melapisi partikel semen, kemudian memisahkan dan melepaskan semen dari ikatan akibat air, pelapisan ini menyebabkan muatan negatif pada partikel semen saling tolak menolak dan juga menyebabkan proses hidrasi hanya menggunakan sedikit air dan sebagian besar air digunakan untuk memperbaiki workabilitas, akibat yang ditimbulkan yaitu tingkat workabilitas meningkat tanpa peningkatan nilai fas atau menimbulkan *bleeding*.

Andika Sentani (2007) juga meneliti bahwa penambahan kawat bendrat dalam adukan beton pasir akan menurunkan nilai *slump*, yang mengakibatkan menurunnya tingkat *workability* dari beton.

Luthfi Zamroni dan Yefta (2004) meneliti bahwa *superplasticizer* dapat meningkatkan nilai *slump* sehingga proses pengadukan dan pemadatan dapat dilakukan dengan lebih mudah. Aspek rasio kawat bendrat juga berpengaruh terhadap tingkat *workability* dari beton pasir. Journal Teknisia, A.Kadir Aboe, 2005 mengatakan bahwa *workability* beton serat sangat dipengaruhi oleh aspek rasio serat.

Semakin besar aspek rasio (l/d) dari suatu bendrat maka tingkat *workability* semakin rendah.

Brigg, dkk juga meneliti bahwa *fiber* beraspek rasio (l/d>100) akan menyebabkan *fiber* menggumpal bersama-sama sehingga sangat sulit untuk disebarkan secara merata di dalam adukan beton. Adapun penggumpalan ini disebabkan karena kawat tidak beraturan dan random sehingga terjadi kait-mengait/mengunci satu sama lainnya.

Pada penelitian ini, aspek rasio kawat bendrat yang digunakan sebesar 60 dan relarif mendekati batas kritis (100) sehingga untuk memperoleh penyebaran yang merata pun masih agak sulit, namun untuk pengadukan dan pemadatan sudah lebih mudah dan hal ini disebabkan oleh nilai *slump* yang tinggi karena penambahan *superplasticizer*. Akibat dari kurang meratanya penyebaran kawat bendrat, maka hasil pengujian yang diperoleh juga tidak konsisten.

Untuk perkiraan konsentrasi kawat bendrat atau volume fraksi *fiber* yang mengakibatkan adukan beton menjadi sulit untuk diaduk, berikut ini perkiraan konsentrasi serat yang mengakibatkan adukan beton serat menjadi sulit diaduk :

$$PW_{crit} = 75\frac{\pi.\gamma_f}{\gamma_c}\frac{d}{l}K$$

$$= 75\frac{\pi.6,68}{2,5}\frac{1}{60}K$$

$$= 10,4929\,K$$

dimana :

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

$$= \frac{15,864 + 29,952 + 43,368}{15,864 + 29,952 + 43,368 + 50,616}$$

$$= 0,6379$$

Oleh karena ukuran maksimum dari beton pasir adalah 4,80 mm, maka W_m adalah bagian adukan dengan ukuran partikel kurang dari 2,40 mm dan W_a adalah bagian adukan dengan ukuran partikel lebih besar dari 2,40 mm.

Sehingga PW_{crit} = 10,4929 . 0,6379

= 6,6934 % (setiap adukan beton)

Total berat adukan beton untuk setiap adukan dengan menggunakan benda uji silinder dan balok adalah 139,8 kg, sehingga berat kandungan kawat *fiber* kritis setiap adukannya adalah sebesar :

W_{fiber} = 6,6934 % x 139,8 kg

= 9,3573 kg

Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan *fiber* sebesar 1,5% dari adukan beton atau seberat 2,097 kg masih cukup jauh dari batas kritis kemudahan dalam proses pengadukan beton.

5.3 Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton ini bertujuan untuk mengetahui beban tekan maksimal yang masih mampu ditahan oleh beton, besarnya kuat tekan pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan beton setelah 28 hari. Adapun kuat tekan rencana adalah 35 MPa dengan fas 0,48, oleh karena terjadi penambahan air sebesar 1,2 liter maka fas menjadi 0,52 atau C/E =1,92 sehingga kuat tekan rencana menjadi :

$$\sigma_{28} = 0{,}45.500.(1{,}92 - 0{,}5)$$

$$= 319{,}5 \text{ Kg/cm}^2$$

Contoh perhitungan untuk mencari kuat tekan benda uji beton silinder sebagaimana tercantum dalam tabel 5.2 adalah sebagai berikut :

Untuk sampel BPN 1 didapat :

P = 582,452 kN = 58245,20 kg

d = 15 cm

A = ¼ .π .d^2

= 176,715 cm^2

f'c = $\frac{P}{A}$

= $\frac{58245,20}{176,715}$

= 329,6 kg/cm^2 = 32,96 MPa

Demikian seterusnya sehingga diperoleh kuat tekan beton pasir masing-masing benda uji (lampiran 4), kemudian dirata-rata untuk mendapat nilai kuat tekan betonnya.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Kode Sampel	Sikament-NN (%)	*Slump* (cm)	Kuat Tekan (MPa)
1	BPN	0	9,5	27,522
2	BPS	0	4,5	28,282
3	BPS-SP025	0,25	10,0	28,854
4	BPS-SP050	0,50	14,5	31,636
5	BPS-SP075	0,75	16,5	26,229
6	BPS-SP100	1,00	18,0	33,703
7	BPS-SP125	1,25	20,5	33,589
8	BPS-SP150	1,50	23,0	31,913

Adapun hasil perhitungan penambahan kuat tekan beton serat dengan atau tanpa *superplasticizer* terhadap beton pasir normal dapat dilihat pada tabel 5.3, berikut ini adalah contoh perhitungan prosentase penambahan kuat tekannya :

Kuat tekan beton pasir normal = 27,522 MPa

Kuat tekan beton pasir serat = 28,282 MPa

Penambahan kuat tekan = $\frac{28,282 - 27,522}{27,522}$.100

= 2,76 %

Demikian seterusnya untuk variabel yang berbeda dengan pengurangan dan pembagi tetap yaitu kuat tekan beton pasir normal.

Tabel 5.3 Prosentase Perubahan Kuat Tekan Beton Pasir Serat dengan atau tanpa *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Normal

No	Kode Sampel	Sikament-NN (%)	*Slump* (cm)	Kuat Tekan (MPa)	Perubahan %
1	BPN	0	9,5	27,522	0
2	BPS	0	4,5	28,282	2,76
3	BPS-SP025	0,25	10,0	28,854	4,84
4	BPS-SP050	0,50	14,5	31,636	14,95
5	BPS-SP075	0,75	16,5	26,229	-4,70
6	BPS-SP100	1,00	18,0	33,703	22,46
7	BPS-SP125	1,25	20,5	33,589	22,04
8	BPS-SP150	1,50	23,0	31,913	15,95

Sedangkan hasil pada tabel 5.4 adalah perubahan kuat tekan beton serat *superplasticizer* terhadap beton serat tanpa *superplasticizer*, adapun contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Kuat tekan beton pasir serat = 28,282 MPa

Kuat tekan beton pasir serat - SP025 = 28,854 MPa

Penambahan kuat tekan $= \frac{28,854 - 28,282}{28,282} x100$

$= 2,02\ \%$

Tabel 5.4 Prosentase Perubahan Kuat Tekan Beton Pasir Serat *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Serat

No	Kode Sampel	Sikament-NN (%)	*Slump* (cm)	Kuat Tekan (MPa)	Perubahan %
1	BPS	0	4,5	28,282	0
2	BPS-SP025	0,25	10	28,854	2,02
3	BPS-SP050	0,50	14,5	31,636	11,86
4	BPS-SP075	0,75	16,5	26,229	-7,26
5	BPS-SP100	1,00	18	33,703	19,17
6	BPS-SP125	1,25	20,5	33,589	18,76
7	BPS-SP150	1,50	23	31,913	12,84

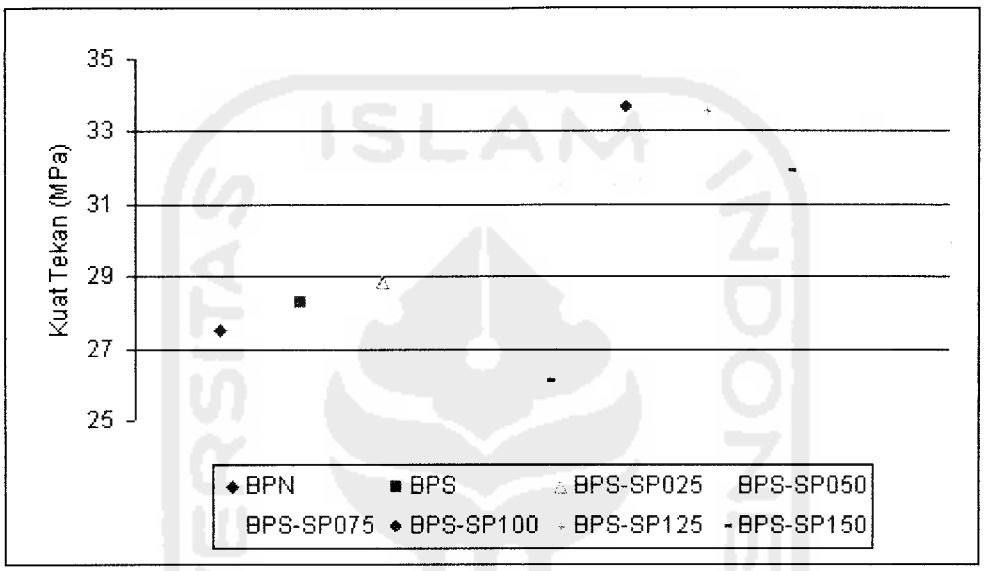
Dari tabel 5.2 dapat dilihat bahwa kuat tekan yang diperoleh lebih rendah dari kuat tekan rencana, hal ini disebabkan oleh besarnya luas permukaan agregat untuk beton pasir dan sulitnya untuk memperoleh agregat dalam keadaan SSD sehingga membutuhkan banyak air, walaupun *Dreux* telah memberikan angka koreksi untuk agregat dengan luas permukaan yang besar, koreksi itu masih dianggap kurang mencukupi. Selain itu juga, dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa ukuran butiran yang tersedia yaitu butiran dengan D<16, sedangkan agregat yang digunakan pada penelitian ini berukuran 4,80 mm dan ini menunjukkan bahwa ukuran butiran yang tersedia pada tabel 4.1 tersebut memiliki *range* yang besar dan kurang tepat digunakan.

Dari tabel 5.2 itu juga dapat dilihat bahwa dengan penambahan 1,5% kawat bendrat dan berbagai variasi *superplasticizer* akan meningkatkan kuat tekan beton tersebut, kecuali untuk benda uji BPS-SP075, hal ini karena terjadi kesalahan pada saat pengerjaannya sehingga hasil yang diperoleh lebih rendah dari beton pasir normal.

Selain itu juga, penambahan *superplasticizer* yang berlebihan tanpa mereduksi air dapat menurunkan kuat tekan betonnya, karena adukan terlalu encer dan terjadi gejala *bleeding* sehingga sebagian air semen naik ke permukaan, hal ini sesuai dengan

yang dikatakan Murdock dan Brook, bahwa bahwa penambahan *superplasticizer* yang berlebihan dapat menyebabkan timbulnya *bleeding* dan *segregasi*.

Dari hasil pengujian, peningkatan kuat tekan terbesar dicapai pada variasi penambahan *superplasticizer* 1,00% yaitu sebesar 22,46%, grafik kuat tekan yang diperoleh berbagai variasi sampel dapat dilihat pada gambar 5.2.



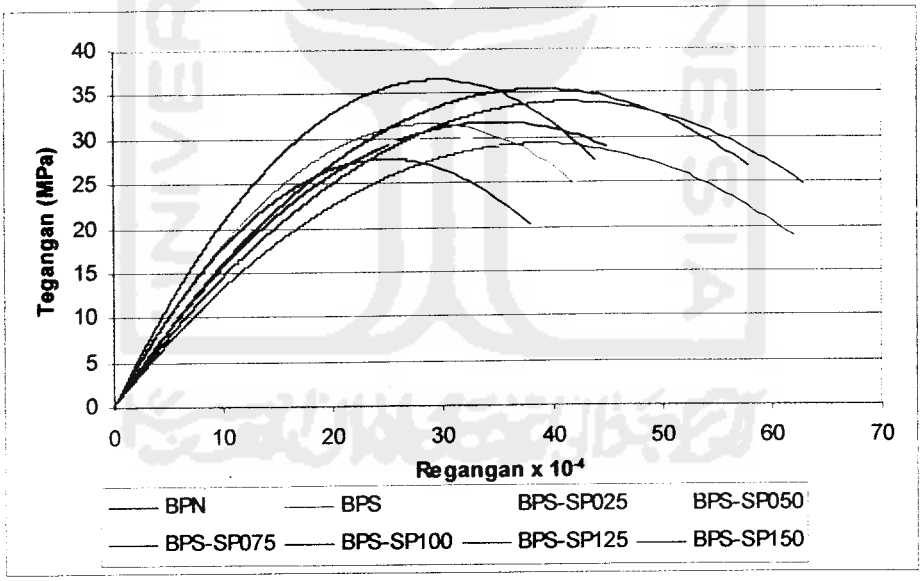
Gambar 5.2 Grafik Kuat Tekan Beton

Dari gambar 5.2 dapat dilihat bahwa peningkatan kekuatan beton pasir ke variasi lainnya tidak linier, setelah penambahan SP 1,00% kuat tekan beton mulai menurun, dan bisa dikatakan bahwa prosentase *superplasticizer* sebesar 1,00% adalah prosentase optimum. Penambahan kuat tekan terjadi karena adanya penambahan *fiber* kawat bendrat dalam adukan beton, beton seolah-olah terkekang sehingga mampu menahan tegangan yang terjadi akibat pembebanan, dengan demikian akan membatasi retak yang berlebihan sehingga keruntuhan yang terjadi akan lebih lambat karena tertahan oleh kuat lekatan (*bond strength*) antara kawat dan dan beton pasir. Adapun penambahan *superplasticizer* hanya dapat meningkatkan nilai *workability* dan secara tidak langsung juga meningkatkan kuat tekan beton.

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.

5.3.1 Hasil Pengujian Tegangan Regangan

Dengan memperhatikan kurva tegangan regangan seperti dapat dilihat pada gambar 5.3 terlihat terjadi peningkatan kuat tekan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *fiber* dan *superplasticizer* dalam adukan pasir memberi pengaruh terhadap kuat tekan beton pasir. Selain itu juga, dapat dilihat bahwa beton pasir serat masih dapat mempertahankan tegangan yang cukup besar setelah tercapainya tegangan maksimum, dan regangan (deformasi) yang terjadi juga cukup besar.



Gambar 5.3 Kurva Tegangan Regangan Beton

Untuk seluruh hasil perhitungan modulus elastisitas (Ec) dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (Ec), Kuat Tekan Beton Pasir, Beton Pasir Serat dan Beton Pasir Serat SP

Kode Sampel	σ maks (MPa)	Titik Pada Teg 0,4 σ maks		Modulus Elastisitas (MPa)	
		σ	ε (10^{-4})	Uji	Teoritis
BPN	27,522	11,009	6,638	16582,509	24575,161
BPS	28,282	11,313	8,284	13655,349	25199,404
BPS - SP 025	28,854	11,542	6,346	18186,728	26156,460
BPS - SP 050	31,636	12,654	6,472	19552,615	27253,193
BPS - SP 075	26,229	10,492	5,259	19947,676	24500,416
BPS - SP 100	33,703	13,481	8,204	16431,700	27738,771
BPS - SP 125	33,589	13,436	5,997	22401,527	27581,905
BPS - SP 150	31,913	12,765	8,602	14839,503	27280,779

Catatan : Ec Teoritis = $Wc^{1,5}$ x 0,043 x $\sqrt{f'c}$

Pada penelitian ini kuat tekan beton maksimum diperoleh pada variasi penambahan *superplasticizer* sebesar 1,00% yaitu 33,703 MPa tetapi modulus elastisitasnya lebih rendah daripada beton pasir serat dengan SP 0,25, 0,5, 0,75 dan 1,25. Hal ini sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Murdock dan Brook yaitu modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan lebih tinggi biasanya mempunyai harga E yang lebih tinggi juga.

Namun antara beton serat tanpa *superplasticizer* dan beton pasir normal, dapat dilihat bahwa nilai modulus elastisitas beton pasir serat lebih rendah daripada beton pasir normal, bisa dikatakan bahwa beton pasir serat lebih kaku dibandingkan beton pasir normal. Dari tabel 5.5 dapat dilihat bahwa antara modulus elastisitas uji dan teoritis memiliki selisih yang relatif besar, hal ini menunjukkan bahwa rumus $Wc^{1,5}.0,043.\sqrt{f'c}$ tidak tepat digunakan untuk beton pasir dan beton pasir serat.

5.4 Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metoda uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*), penambahan serat kawat bendrat berpengaruh terhadap penigkatan kuat tarik beton pasir. Adapun contoh perhitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton pasir adalah sebagai berikut :

f = 13832 kg

l = 30,2 cm

d = 15,1 cm

$$f = \frac{2f}{\pi ld}$$

$$= \frac{2.13832}{\pi.30,2.15,1} = 19,310 \text{ kg/cm}^2$$

Demikian seterusnya sehingga diperoleh kuat tarik rata-rata masing-masing variasi seperti ditercantum pada tabel 5.6. Adapun tabel 5.7 dan 5.8 sama seperti perhitungan 5.3 dan tabel 5.4.

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton

No	Kode Sampel	Sikament-NN (%)	Kuat Tarik (MPa)
1	BPN	0	2,812
2	BPS	0	3,609
3	BPS-SP025	0,25	3,531
4	BPS-SP050	0,50	3,463
5	BPS-SP075	0,75	3,276
6	BPS-SP100	1,00	3,517
7	BPS-SP125	1,25	3,454
8	BPS-SP150	1,50	3,885

Dari gambar 5.3 dapat dilihat bahwa untuk regangan yang sama, sebagian besar tegangan beton pasir serat *superplasticizer* lebih besar dari beton pasir normal, hal ini disebabkan oleh adanya pengekangan kawat bendrat pada saat beton dibebani. Hal yang sama dikemukakan oleh A. KadirAboe (2005) dalam Journal Teknisia, bahwa tegangan beton serat lebih besar daripada beton normal, yang disebabkan angka poison beton serat lebih besar dari beton normal.

5.3.2 Analisa Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan sifat beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi, Edward G. Nawi mengemukakan bahwa 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. Pada pengujian tegangan-regangan diperoleh modulus elastisitas yang terbesar pada variasi SP 1,25% yaitu sebesar 22401,527 MPa. Namun secara teoritis modulus elastisitas terbesar terjadi pada variasi SP 1,00% yaitu sebesar 27738,771 MPa.

Adapun cara perhitungan modulus elastisitas (E) dapat dilihat sebagai berikut :

Modulus elastisitas (Ec)= $\frac{\sigma}{\varepsilon}$

Dimana : σ = Tegangan pada 0,4 σmaks

ε = Regangan yang dihasilkan dari tegangan 0,4 σmaks

Pada variasi beton pasir serat SP 1,25% didapat :

0,4 f'c = 13,436 MPa dan $\varepsilon = 5{,}997 .10^{-4}$ MPa

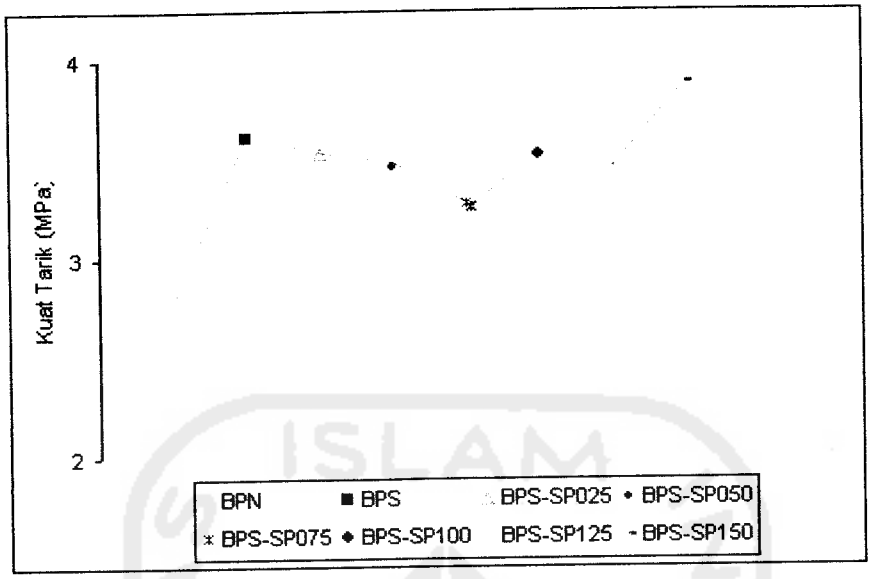
(Ec) $= \frac{13{,}436}{5{,}997.10^{-4}} = 22401{,}527$ MPa

Tabel 5.7 Prosentase Perubahan Kuat Tarik Beton Pasir Serat dengan atau Tanpa *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Normal

No	Kode Sampel	Sikament-NN (%)	Kuat Tarik (MPa)	Perubahan %
1	BPN	0	2,812	0
2	BPS	0	3,609	28,3428
3	BPS-SP025	0,25	3,531	25,5690
4	BPS-SP050	0,50	3,463	23,1508
5	BPS-SP075	0,75	3,276	16,5007
6	BPS-SP100	1,00	3,517	25,0711
7	BPS-SP125	1,25	3,454	22,8307
8	BPS-SP150	1,50	3,885	38,1579

Tabel 5.8 Prosentase Perubahan Kuat Tarik Beton Pasir Serat *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Serat

No	Kode Sampel	Sikament-NN (%)	Kuat Tarik (MPa)	Perubahan %
1	BPS	0	3,609	0
2	BPS-SP025	0,25	3,531	-2,1613
3	BPS-SP050	0,50	3,463	-4,0454
4	BPS-SP075	0,75	3,276	-9,2269
5	BPS-SP100	1,00	3,517	-2,5492
6	BPS-SP125	1,25	3,454	-4,2948
7	BPS-SP150	1,50	3,885	7,6475



Gambar 5.4 Kuat Tarik Beton

Dari tabel 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 3,885 MPa dan lebih besar variasi dengan penambahan SP 1,00%. Sedangkan kuat tekan terbesar diperoleh oleh variasi penambahan SP 1,00%, hal ini menunjukkan bahwa beton dengan menggunakan serat, penyebaran yang meratalah yang akan menyebabkan kuat tarik betonnya meningkat dan sedikit sekali dipengaruhi oleh kuat tekannya, hal ini terlihat dari pecahan/belahan benda ujinya.

Selain itu juga, dapat dilihat bahwa kuat tarik beton serat lebih besar daripada beton pasir normal, ini menunjukkan bahwa lekatan antara *fiber* dan beton (*bond strength*) dapat menahan tarikan yang terjadi akibat pembebanan. Beton serat juga masih mampu menahan tarik setelah tercapainya kuat tarik maksimum, hal ini dimungkinkan karena kuat tarik ditahan oleh serat yang terdapat pada bagian tarik beton. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Balaguru, Perumalsamy, dan Surendra

P.Syah, 1992. Pada gambar 3.2 dapat dilihat bahwa setelah mencapai kuat tarik maksimum, penurunan kuat tariknya terjadi secara perlahan-lahan.

5.5 Kuat Lentur dan Lendutan

Pada penelitian ini kuat lentur diperoleh dari hasil pengujian kuat lentur setelah 28 hari, untuk masing-masing variasi penambahan serat atau *superplasticizer*. Masing-masing varisasi dibuat 3 sampel untuk diperoleh hasil rata-ratanya.

5.5.1 Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan pada benda uji balok dengan dua tumpuan dan dua beban titik pembebanan. Sehingga didapat daerah momen maksimum pada daerah diantara kedua beban titik.

Adapun contoh perhitungan kuat lentur dapat dilihat sebagai berikut :

F = 1653,9 kg

½ F = 826,95kg

b = 10,5 cm

h = 10 cm

L balok = 40,2 cm dan jarak antara tumpuan = 30 cm

L1 = 10 cm

M = ½ F.L_1 = 826,95.10 = 8269,5 kgcm

$$KuatLentur = \frac{M}{\frac{1}{6}.b.h^2}$$

$$= \frac{8269,5}{\frac{1}{6}.10,5.10^2}$$

$$= 47,25 \text{ kg/cm}^2$$

Demikian seterusnya untuk berbagai variasi yang lainnya (lampiran 7). Hasil pengujian kuat lentur seluruh variasi dapat dilihat pada tabel 5.9. Adapun tabel 5.10 dan 5.11 sama seperti perhitungan 5.3 dan tabel 5.4.

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

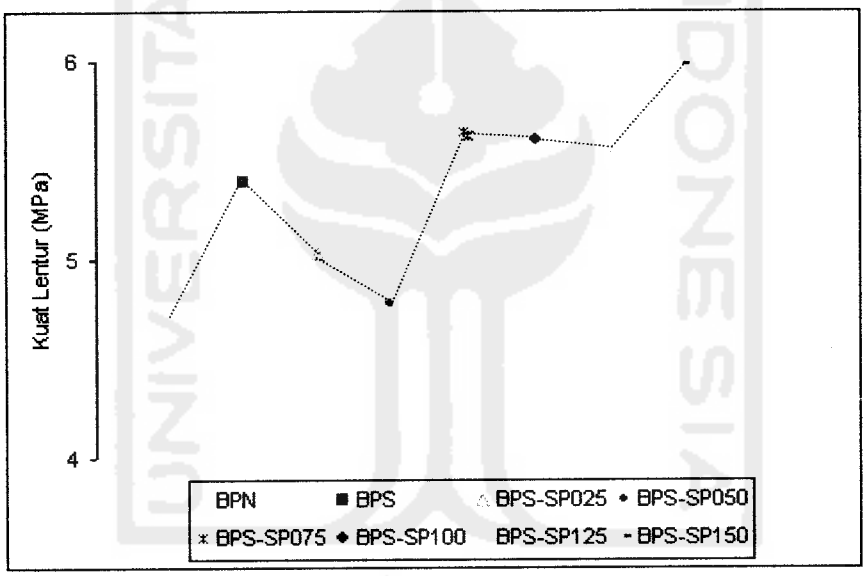
No	Kode Sampel	Sikament-NN (%)	Kuat Lentur (MPa)
1	BPN	0	4,734
2	BPS	0	5,395
3	BPS-SP025	0,25	5,033
4	BPS-SP050	0,50	4,781
5	BPS-SP075	0,75	5,644
6	BPS-SP100	1,00	5,602
7	BPS-SP125	1,25	5,545
8	BPS-SP150	1,50	5,976

Tabel 5.10 Prosentase Perubahan Kuat Lentur Beton Pasir Serat dengan atau Tanpa *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Normal

No	Kode Sampel	Sikament-NN (%)	Kuat Lentur (MPa)	Perubahan %
1	BPN	0	4,734	0
2	BPS	0	5,395	13,9628
3	BPS-SP025	0,25	5,033	6,3160
4	BPS-SP050	0,50	4,781	0,9928
5	BPS-SP075	0,75	5,644	19,2226
6	BPS-SP100	1,00	5,602	18,3354
7	BPS-SP125	1,25	5,545	17,1314
8	BPS-SP150	1,50	5,976	26,2357

Tabel 5.11 Prosentase Perubahan Kuat Lentur Beton Pasir Serat *Superplasticizer* Terhadap Beton Pasir Serat

No	Kode Sampel	Sikament-NN (%)	Kuat Lentur (MPa)	Perubahan %
1	BPS	0	5,395	0
2	BPS-SP025	0,25	5,033	-6,710
3	BPS-SP050	0,50	4,781	-11,381
4	BPS-SP075	0,75	5,644	4,615
5	BPS-SP100	1,00	5,602	3,837
6	BPS-SP125	1,25	5,545	2,780
7	BPS-SP150	1,50	5,976	10,769



Gambar 5.5 Kuat Lentur Beton

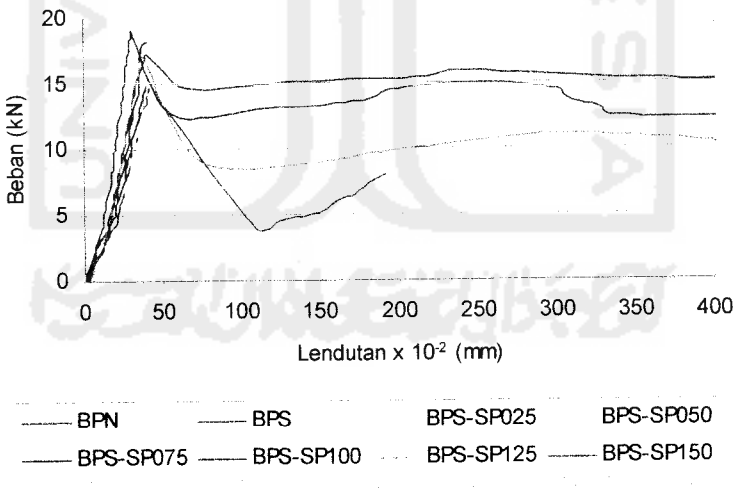
Dari tabel 5.9 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kuat lentur akibat penambahan serat dan *superplasticizer*. Seperti pada pengujian tarik, peningkatan kuat lentur juga tidak konstan, kuat lentur yang besar diperoleh pada variasi penambahan SP 1,50% dan secara visual dapat dilihat pada patahan benda 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 bahwa panjang serat 60 mm sudah mengalami kesulitan untuk penyebaran serat secara merata. Walaupun penambahan *superplasticizer* dapat meningkatkan *workablity* karena kenaikan nilai slumpnya, namun untuk mendapatkan penyebaran serat dengan aspek rasio 60 secara merata masih belum dapat dilakukan dengan mudah karena adanya gejala penggumpalan.

Seperti 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.

5.5.2 Hasil Pengujian Lendutan

Pengujian beban lendutan dilakukan pada pengujian kuat lentur, dimana masing- masing variasi sampel dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Grafik Lendutan Kuat Lentur

Berdasarkan gambar 5.6 dapat dilihat bahwa setelah mencapai beban maksimum beton pasir normal langsung patah, sedangkan beton pasir serat masih mampu mengembangkan kekuatannya walaupun dibawah beban maksimum dan ini menunjukkan bahwa V_f 1,5% termasuk kategori volume fraksi serat sedang. Kemampuan beton serat mengembangkan kekuatannya disebabkan karena adanya lekatan antara serat dan beton yang masih mampu menahan beban sekaligus menunjukkan bahwa beton serat berperilaku liat (*ductile*).

Selain itu juga dapat dilihat pada gambar 5.6, setelah mencapai beban maksimum beton serat dengan *superplasticizer* hanya mengalami penurunan kekuatan yang relatif kecil jika dibandingkan dengan beton serat tanpa *superplasticizer*, hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan *superplasticizer* maka workabilitas meningkat dan kekuatan beton juga meningkat.

. Pada penelitian ini diperoleh kuat lentur maksimum pada sampel dengan penambahan *superplasticizer* 1,50% namun kuat lentur yang baik adalah pada sampel dengan variasi penambahan *superplasticizer* 1,00% karena dapat dilhat pada gambar 5.6 beton masih mampu menahan beban yang cukup besar walaupun setelah mencapai kuat lentur maksimum.

Hasil pengujian lendutan juga menunjukkan perbedaan penurunan yang terjadi setelah mencapai beban maksimum, perbedaan ini tidak linier sebagaimana liniernya penambahan *superplasticizer*, hal ini disebabkan oleh penyebaran bendrat yang random dan masih belum diperoleh penyebaran yang merata sehingga adanya perbedaan komposisi bendrat antara variasi yang satu dengan yang lainnya.

5.6 Hubungan Penambahan Serat, *superplasticizer* dengan Kekuatan Beton Pasir

Secara garis besar penambahan serat dan *superplasticizer* dapat meningkatkan kuat tekan, tarik dan lentur, hal tersebut dapat dilihat pada tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Kuat Lentur Beton Pasir

No	Kode Sampel	Sikement –NN (%)	Slump (cm)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Lentur (MPa)
1	BPN	0	9,5	27,522	2,812	4,734
2	BPS	0	4,5	28,282	3,609	5,395
3	BPS-SP025	0,25	10,0	28,854	3,531	5,033
4	BPS-SP050	0,50	14,5	31,636	3,463	4,781
5	BPS-SP075	0,75	16,5	26,229	3,276	5,644
6	BPS-SP100	1,00	18,0	33,703	3,517	5,602
7	BPS-SP125	1,25	20,5	33,589	3,454	5,545
8	BPS-SP150	1,50	23,0	31,913	3,885	5,976

Penambahan serat dapat menurunkan nilai *slump*, namun dengan penambahan *superplasticizer*, nilai *slump* kembali menjadi tinggi dan meningkatkan *workability*. Aspek rasio 60 sudah menimbulkan gejala penggumpalan sehingga sulit untuk penyebaran secara merata. Dari tabel 5.12 dapat dilihat bahwa kuat tekan terbesar terdapat pada variasi penambahan *superplasticizer* sebesar 1,00%, sedangkan kuat tarik dan kuat lentur terbesar terjadi pada variasi penambahan *superplasticizer* sebesar 1,50%. Kekuatan beton pasir serat sangat dipengaruhi oleh penyebaran serat, hal ini dapat dilihat pada patahan/belahan sampel kuat lentur dan kuat tarik terbesar banyak terdapat serat bendrat.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Penambahan serat kawat bendrat lurus berdiameter ±1,0 mm dengan panjang 60 mm dan volume 1,5% dari berat beton serta berbagai variasi penambahan *superplasticizer* pada beton pasir. Dari penelitian ddapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan serat kawat bendrat pada adukan beton pasir akan menurunkan nilai *slump*, yang mengakibatkan menurunnya tingkat *workability* beton.
2. Penambahan *superplasticizer* pada adukan beton akan meningkatkan nilai *slump* dan tingkat *workability* dari beton pasir.
3. Penambahan *superplasticizer* yang berlebihan tanpa pengurangan air akan menyebabkan timbulnya gejala *bleeding*.
4. Kuat tekan maksimum tercapai pada beton pasir serat dengan penambahan *superplasticizer* 1,00% dari berat semen yaitu sebesar 33,703 MPa dengan prosentase kenaikan kuat tekannya sebesar 22,46% terhadap beton normal dan 19,17% terhadap beton serat tanpa *superplasticizer*.
5. Kuat tarik maksimum tercapai pada beton pasir serat dengan penambahan *superplasticizer* 1,50% dari berat semen yaitu sebesar 3,885 MPa dengan prosentase kenaikan kuat tariknya sebesar 38,157% terhadap beton normal dan 7,647% terhadap beton serat tanpa *superplasticizer*.
6. Kuat lentur maksimum tercapai pada beton pasir serat dengan penambahan *superplasticizer* 1,50% dari berat semen yaitu sebesar 5,976 MPa dengan prosentase kenaikan kuat lenturnya sebesar 26,235% terhadap beton normal dan 10,769% terhadap beton serat tanpa *superplasticizer*.

7. Dilihat dari prosentase peningkatan kuat tekannya, penambahan *superplasticizer* memberikan pengaruh yang besar, sehingga kuat tekan beton serat dengan *superplasticizer* lebih besar dari beton serat tanpa *superplasticizer*.
8. Dari hasil pengamatan uji tekan, adanya serat dapat mengurangi retak secara berlebihan, sehingga keruntuhan yang terjadi lebih lambat bila dibandingkan dengan beton tanpa pasir serat.
9. Pada pengujian tegangan-regangan beton, menunjukkan bahwa adanya penambahan serat dalam adukan beton pasir akan mengakibatkan beton menjadi liat, hal ini ditunjukkan setelah tercapainya tegangan maksimum beton serat masih dapat mempertahankan tegangan yang cukup besar meskipun regangan yang terjadi cukup besar pula.
10. Dari hasil pengamatan uji tarik dan lentur, adanya serat dapat memperlambat terjadinya keruntuhan, dan beton serat masih dapat menahan beban yang diberikan meskipun telah tercapai kuat tarik dan lentur maksimum.
11. Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa kuat lentur dan kuat tarik terbesar disebabkan penyebaran serat yang banyak pada bagian tarik dan lentur dari sampel tersebut, hal ini menunjukkan bahwa penambahan *superplasticizer* hanya bisa meningkatkan *workability* dari beton dan tidak mempermudah penyebaran kawat bendrat pada saat pengadukan dan pemadatan.
12. Penyebaran serat sangat mempengaruhi kekuatan beton.

6.2 Saran-Saran

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

1. Perlu dicari cara penyebaran serat agar bisa merata pada saat pengadukan dan pemadatan.
2. Perlu penelitian lebih lanjut terhadap pengujian nilai *slump* dengan alat yang lebih akurat, agar diperoleh nilai *slump* yang lebih akurat pula.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengujian geser dan kejut (*impact*) dari beton pasir dengan penambahan *superplasticizer*.
4. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan tambah *additive* jenis lain guna memperoleh jenis bahan tambah yang tepat untuk beton pasir serat.
5. Perlu penelitian lebih lanjut dengan volume fraksi serat yang lebih mendekati volume serat kritis, guna mengetahui volume optimum untuk beton serat *superplasticizer*.
6. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis *fiber* yang lain, guna mengetahui pengaruh yang diberikan terhadap kuat tekan, tarik, dan kuat lentur beton pasir.
7. Perlu penelitian lebih lanjut dengan pengurangan air dan penambahan *superplasticizer*, guna mengetahui pengaruh yang diberikan terhadap kuat tekan, tarik, dan kuat lentur beton pasir.
8. Perlu adanya pemisahan sampel pada saat pengerjaan, agar sampel yang terakhir tidak mendapatkan sisa adukan yang sudah tidak merata.
9. Perlu ketelitian dalam pembuatan benda uji agar tidak terjadi kesalahan yang akan mempengaruhi kekuatan beton pasir.

DAFTAR PUSTAKA

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 Pemeriksaan Agregat)

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 (≤ 2,36)

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Penguji : Alamsyah
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Di uji tanggal : 26 Maret 2007

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 x 100%	5,26

Keterangan :
500 = Berat benda uji dalam keadaan SSD, dalam gram
Kesimpulan :
Berat jenis jenuh kering muka pasir (SSD) = 2,31 gr/cm^3

Disahkan

Yogyakarta, 26 Maret 2007
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS KRIKIL (> 2,36 s/d ≤ 4,75)

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Penguji : Alamsyah
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/cm^3

Disahkan

Yogyakarta, 26 Maret 2007
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707.895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR PASIR LEWAT AYAKAN NO.200

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Penguji : Alamsyah
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) :
a. Untuk pasir maksimum 5% (lima persen)
b. Untuk krikil maksimum 1% (satu persen)

Disahkan

Yogyakarta, 26 Maret 2007
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

HASIL PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR KRIKIL LEWAT AYAKAN NO.200

No. / Ka. Ops / LBKT / / 2007

Penguji : Alamsyah
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) :
a. Untuk pasir maksimum 5% (lima persen)
b. Untuk krikil maksimum 1% (satu persen)

Yogyakarta, 26 Maret 2007
Dikerjakan oleh

Disahkan

LAMPIRAN 2

(Hasil Analisa Saringan dan Kurva Gradasi)

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

Penguji : Alamsyah
Pasir asal : Merapi
Keperluan : Tugas Akhir

Di uji tanggal : 21 Maret 2007

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
4,80	0	0	0	100
2,40	150	7,5	7,5	92,5
1,20	365	18,25	25,75	74,25
0,60	774	38,7	64,45	35,55
0,30	469	23,45	87,9	12,1
0,15	205	10,25	98,15	1,85
Sisa	37	1,85	-	-
Jumlah	2000	100	283,75	-

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

Disahkan

Yogyakarta, 21 Maret 2007
Dikerjakan oleh

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

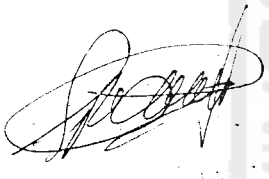
GRADASI PASIR

Lubang ayakan (mm)	Persen butir agregat yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.80	90-100	90-100	90-100	95-100
2.40	60-95	75-100	85-100	95-100
1.20	30-70	55-90	75-100	90-100
0.60	15-34	35-59	60-79	80-100
0.30	5 -20	8 -30	12 -40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

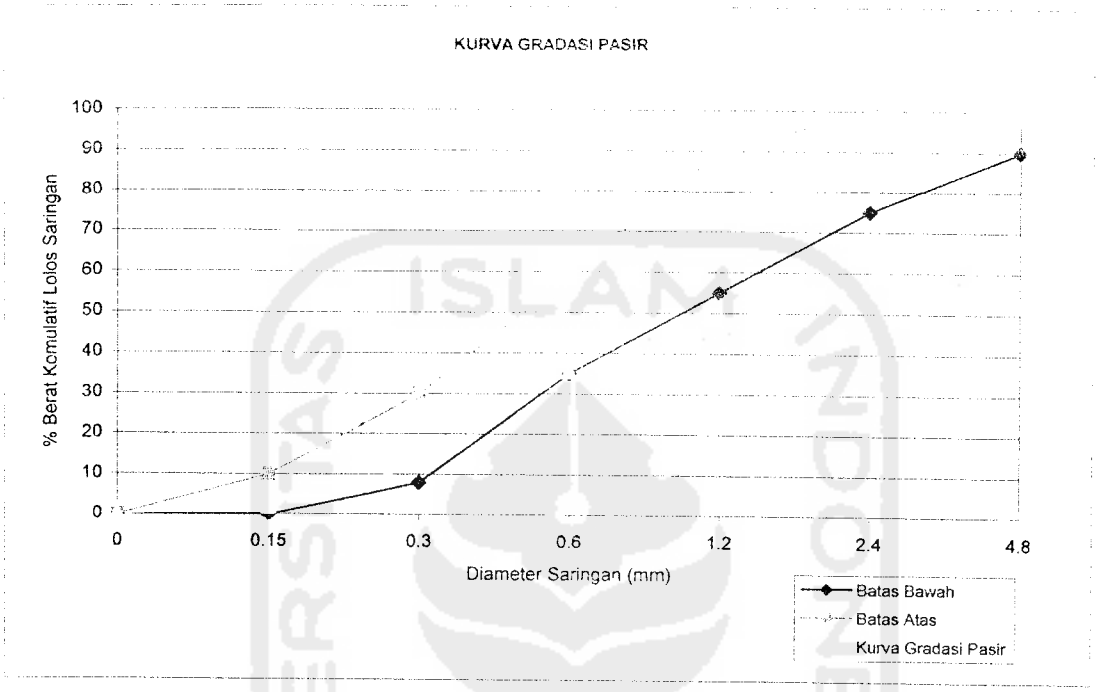
Keterangan : Daerah I : Pasir kasar
Daerah II : Pasir agak kasar
Daerah III : Pasir agak halus
Daerah IV : Pasir halus

Dari Hasil analisa saringan, maka termasuk daerah : 2 (dua)
Jenis Pasir : agak kasar

Yogyakarta, 21 Maret 2007
Dikerjakan oleh



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14.4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584



LAMPIRAN 3

(Kebutuhan Bahan Penyusun)

Kebutuhan Bahan Penyusun Beton Pasir Dalam Adukan

Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 silinder adalah sebagai berikut

Untuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, maka volumenya adalah :

$0.25.\pi.15^2.30 = 5301\ cm^3$

$= 0{,}005301\ m^3$

Jumlah silinder dalam $1m^3 = \frac{1}{0.005301} = 188.6792 buah$

Jadi Kebutuhan dalam 1 silinder :

Semen $= \frac{460}{188.6792} = 2{,}43$ kg

Air $= \frac{225}{188.6792} = 1.19$ kg

Pasir halus $= \frac{665.28}{188.6792} = 3.52$ kg

Pasir kasar $= \frac{776.88}{188.6792} = 4.11$ kg

Berat beton = **11.25 kg**

Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 balok adalah sebagai berikut :

Untuk balok dengan 10 x 10 x 40 cm, maka volumenya adalah :

10.10.40 $= 4000\ cm^3$

$= 0.004\ m^3$

Jumlah balok dalam $1m^3$ $= \frac{1}{0.004} = 250 buah$

Jadi Kebutuhan dalam 1 balok :

Semen $= \frac{460}{250}$ $= 1.84$ kg

Air $= \frac{225}{250} + 0.25$ $= 0.9$ kg

Pasir halus $= \frac{665.28}{250}$ $= 2.66$ kg

Pasir kasar $= \frac{776.88}{250}$ $= 3.10$ kg

Berat beton $= \mathbf{8.50\ kg}$

Kebutuhan serat dalam 1 m^3

No	Persentase serat (%)	Berat serat (kg)
1	0	0
2	1.5	31.907

Komposisi serat dalam 1 silinder :

No	Persentase serat (%)	Berat serat (kg)
1	0	0
2	1.5	0,168

Komposisi serat dalam 1 balok :

No	Persentase serat (%)	Berat serat (kg)
1	0	0
2	1.5	0,127

Kebutuhan *superplasticicer* dalam $1m^3$:

No	Persentase SP (%)	Berat SP (kg)
1	0	0
2	0.25	1.15
3	0.50	2.3
4	0.75	3.45
5	1.00	4.6
6	1.25	5.75
7	1.50	6.9

Komposisi *superplasticizer* dalam 1 silinder :

No	Persentase SP (%)	Berat SP (kg)
1	0	0
2	0.25	0.0061
3	0.50	0.012
4	0.75	0.0182
5	1.00	0.024
6	1.25	0.0306
7	1.50	0.036

Komposisi *superplasticizer* dalam 1 balok :

No	Persentase SP (%)	Berat SP (kg)
1	0	0
2	0.25	0.0046
3	0.50	0.009
4	0.75	0.0138
5	1.00	0.018
6	1.25	0.023
7	1.50	0.0276

Kebutuhan material untuk 1 silinder :

No	Kode	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir halus (kg)	Pasir kasar (kg)	Serat (kg)	SP (kg)
1	BPN	2.43	1.19	3.52	4.11	0	0
2	BPS	2.43	1.19	3.52	4.11	0.168	0
3	BPS-SP025	2.43	1.19	3.52	4.11	0.168	0.0061
4	BPS-SP050	2.43	1.19	3.52	4.11	0.168	0.012
5	BPS-SP075	2.43	1.19	3.52	4.11	0.168	0.0182
6	BPS-SP100	2.43	1.19	3.52	4.11	0.168	0.024
7	BPS-SP125	2.43	1.19	3.52	4.11	0.168	0.0306
8	BPS-SP150	2.43	1.19	3.52	4.11	0.168	0.036

Kebutuhan material untuk 1 balok :

No	Kode	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir halus (kg)	Pasir kasar (kg)	Serat (kg)	SP (kg)
1	BPN	1.84	0.9	2.66	3.10	0	0
2	BPS	1.84	0.9	2.66	3.10	0.127	0
3	BPS-SP025	1.84	0.9	2.66	3.10	0.127	0.0046
4	BPS-SP050	1.84	0.9	2.66	3.10	0.127	0.009
5	BPS-SP075	1.84	0.9	2.66	3.10	0.127	0.0138
6	BPS-SP100	1.84	0.9	2.66	3.10	0.127	0.018
7	BPS-SP125	1.84	0.9	2.66	3.10	0.127	0.023
8	BPS-SP150	1.84	0.9	2.66	3.10	0.127	0.0276

Kebutuhan material untuk benda uji :

- Uji tekan 40 silinder
- Uji tarik 24 silinder
- Uji lentur 24 balok

Kebutuhan material untuk 64 silinder :

Semen	= 2.43 x 64	= 155.52 kg
Air	= 1.19 x 64	= 76.16 kg
Pasir halus	= 3.52 x 64	= 225.28 kg
Pasir kasar	= 4.11 x 64	= 263.04 kg
Serat	= 0.168 x (64 - 8)	= 9.408 kg

Superplasticizer :

✓ 0%	= 0 x 16	= 0 kg
✓ 0.25%	= 0.0061 x 8	= 0.0488 kg
✓ 0.50%	= 0.012 x 8	= 0.096 kg
✓ 0.75%	= 0.0182 x 8	= 0.1456 kg
✓ 1.00%	= 0.024 x 8	= 0.192 kg
✓ 1.25%	= 0.0306 x 8	= 0.2448 kg
✓ 1.50%	= 0.036 x 8	= 0.288 kg

Kebutuhan material untuk 24 balok :

Semen	= 1.84 x 24	= 44.16 kg
Air	= 0.9 + x 24	= 21.6 kg
Pasir halus	= 2.66 x 24	= 63.84 kg
Pasir kasar	= 3.10 x 24	= 74.4 kg
Serat	= 0.127 x (24 - 3)	= 2.667 kg

Superplasticizer :

- ✓ 0% = 0 x 6 = 0 kg
- ✓ 0.25% = 0,0046 x 3 = 0.0138 kg
- ✓ 0.50% = 0.009 x 3 = 0.027 kg
- ✓ 0.75% = 0,0138 x 3 = 0.0414 kg
- ✓ 1.00% = 0,018 x 3 = 0.054 kg
- ✓ 1.25% = 0,023 x 3 = 0.069 kg
- ✓ 1.50% = 0,0276 x 3 = 0.0828 kg

Kebutuhan material untuk 1 adukan setelah dikalikan 1,2 :

No	Kode	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir halus (kg)	Pasir kasar (kg)	Serat (kg)	SP (kg)
1	BPN	29,952	14,664	43,368	50,616	0	0
2	BPS	29,952	14,664	43,368	50,616	2,070	0
5	BPS- SP 025	29,952	14,664	43,368	50,616	2,070	0,0751
3	BPS- SP 050	29,952	14,664	43,368	50,616	2,070	0,1476
6	BPS- SP 075	29,952	14,664	43,368	50,616	2,070	0,2244
4	BPS- SP 100	29,952	14,664	43,368	50,616	2,070	0,2952
7	BPS- SP 125	29,952	14,664	43,368	50,616	2,070	0,3737
8	BPS- SP 150	29,952	14,664	43,368	50,616	2,070	0,4450
		239,616	117,312	346,944	404,928	14,49	1,5610

LAMPIRAN 4

(Hasil Pengujian Kuat Tekan)

Data Benda Uji Silinder
Untuk Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPN - 1	12,3	30,4	15	176,715	2,290	582,452	58245,200	329,600	32,960
BPN - 2	12,2	30,1	15	176,715	2,294	495,710	49571,000	280,514	28,051
BPN - 3	12,19	30,1	15	176,715	2,292	380,679	38067,900	215,420	21,542
BPN - 4	12,28	30,1	15,1	179,079	2,278	381,073	38107,300	212,796	21,280
BPN - 5	12,1	30	15,1	179,079	2,252	604,896	60489,600	337,782	33,778
						Rata-rata		275,223	27,522

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - 1	12,4	30,2	15,1	179,079	2,293	432,807	43280,700	241,685	24,169
BPS - 2	12,5	30,2	15,1	179,079	2,311	463,285	46328,500	258,705	25,870
BPS - 3	12,1	30	15	176,715	2,282	615,126	61512,600	348,090	34,809
BPS - 4	12,3	30,1	15	176,715	2,312	432,094	43209,400	244,515	24,452
BPS - 5	12,2	30,1	15	176,715	2,294	567,467	56746,700	321,121	32,112
						Rata-rata		282,823	28,282

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 025 -1	12,5	30,2	15	176,715	2,342	414,363	41436,300	234,481	23,448
BPS - SP 025 -2	12,7	30,5	15,1	179,079	2,325	529,551	52955,100	295,709	29,571
BPS - SP 025 -3	12,4	30,1	15	176,715	2,331	584,084	58408,400	330,524	33,052
BPS - SP 025 -4	12,4	29,9	15	176,715	2,347	552,178	55217,800	312,469	31,247
BPS - SP 025 -5	12,5	30	15	176,715	2,358	476,237	47623,700	269,495	26,950
						Rata-rata		288,536	28,854

Data Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tekan (Lanjutan)

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 050 -1	12,4	30	15	176,715	2,339	569,302	56930,200	322,159	32,216
BPS - SP 050 -2	12,4	30,1	15,1	179,079	2,300	462,368	46236,800	258,193	25,819
BPS - SP 050 -3	12,5	30,1	15,1	179,079	2,319	641,659	64165,900	358,311	35,831
BPS - SP 050 -4	12,6	30,1	15,1	179,079	2,338	527,920	52792,000	294,798	29,480
BPS - SP 050 -5	12,6	30,1	15	176,715	2,369	615,524	61552,400	348,315	34,832
						Rata-rata		316,355	31,636

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 075 -1	12,3	29,9	15,1	179,079	2,297	473,382	47338,200	264,343	26,434
BPS - SP 075 -2	12,4	30,2	15	176,715	2,323	426,388	42638,800	241,286	24,129
BPS - SP 075 -3	12,4	30,25	15	176,715	2,320	350,755	35075,500	198,487	19,849
BPS - SP 075 -4	12,4	30,1	15,1	179,079	2,300	504,473	50447,300	281,705	28,170
BPS - SP 075 -5	12,45	30,3	15	176,715	2,325	575,415	57541,500	325,618	32,562
						Rata-rata		262,288	26,229

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 100 -1	12,5	30,1	15,1	179,079	2,319	643,745	64374,500	359,476	35,948
BPS - SP 100 -2	12,55	30,1	15,1	179,079	2,328	565,531	56553,100	315,800	31,580
BPS - SP 100 -3	12,3	30,1	15,1	179,079	2,282	572,053	57205,300	319,442	31,944
BPS - SP 100 -4	12,5	30,1	15,2	181,458	2,289	516,396	51639,600	284,581	28,458
BPS - SP 100 -5	12,4	30	15	176,715	2,339	717,178	71717,800	405,840	40,584
						Rata-rata		337,028	33,703

Data Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tekan (Lanjutan)

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 125 -1	12,4	29,9	15	176,715	2,347	626,555	62655,500	354,558	35,456
BPS - SP 125 -2	12,4	30	15,1	179,079	2,308	616,318	61631,800	344,161	34,416
BPS - SP 125 -3	12,55	30,4	15,2	181,458	2,275	529,551	52955,100	291,831	29,183
BPS - SP 125 -4	12,35	30,1	15,1	179,079	2,291	618,902	61890,200	345,603	34,560
BPS - SP 125 -5	12,3	30,2	15	176,715	2,305	606,685	60668,500	343,313	34,331
						Rata-rata		335,893	33,589

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tekan (f'c)	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 150 -1	12,6	30,2	15,1	179,079	2,330	580,514	58051,400	324,167	32,417
BPS - SP 150 -2	12,4	30,2	15,1	179,079	2,293	529,551	52955,100	295,709	29,571
BPS - SP 150 -3	12,6	30,1	15	176,715	2,369	541,473	54147,300	306,411	30,641
BPS - SP 150 -4	12,45	30,2	15	176,715	2,333	697,407	69740,700	394,652	39,465
BPS - SP 150 -5	12,6	30,4	15,1	179,079	2,314	491,936	49193,600	274,704	27,470
						Rata-rata		319,128	31,913

LAMPIRAN 5

(Hasil Pengujian Tegangan-Regangan)

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

BPN - 1

A_o = 176.715 cm^2

L_o = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	9	0,566	4,50	0,225	0,553
20	2000	20	1,132	10,00	0,500	0,828
30	3000	30	1,698	15,00	0,750	1,078
40	4000	40	2,264	20,00	1,000	1,328
50	5000	51	2,829	25,50	1,275	1,603
60	6000	61	3,395	30,50	1,525	1,853
70	7000	73	3,961	36,50	1,825	2,153
80	8000	83	4,527	41,50	2,075	2,403
90	9000	93	5,093	46,50	2,325	2,653
100	10000	105	5,659	52,50	2,625	2,953
110	11000	115	6,225	57,50	2,875	3,203
120	12000	129	6,791	64,50	3,225	3,553
130	13000	140	7,356	70,00	3,500	3,828
140	14000	153	7,922	76,50	3,825	4,153
150	15000	167	8,488	83,50	4,175	4,503
160	16000	180	9,054	90,00	4,500	4,828
170	17000	192	9,620	96,00	4,800	5,128
180	18000	205	10,186	102,50	5,125	5,453
190	19000	219	10,752	109,50	5,475	5,803
200	20000	234	11,318	117,00	5,850	6,178
210	21000	248	11,884	124,00	6,200	6,528
220	22000	263	12,449	131,50	6,575	6,903
230	23000	275	13,015	137,50	6,875	7,203
240	24000	291	13,581	145,50	7,275	7,603
250	25000	305	14,147	152,50	7,625	7,953
260	26000	320	14,713	160,00	8,000	8,328
270	27000	335	15,279	167,50	8,375	8,703
280	28000	351	15,845	175,50	8,775	9,103
290	29000	367	16,411	183,50	9,175	9,503
300	30000	386	16,977	193,00	9,650	9,978
310	31000	404	17,542	202,00	10,100	10,428
320	32000	420	18,108	210,00	10,500	10,828
330	33000	440	18,674	220,00	11,000	11,328
340	34000	456	19,240	228,00	11,400	11,728
350	35000	476	19,806	238,00	11,900	12,228

Lanjutan BPN-1

360	36000	495	20,372	247,50	12,375	12,703
370	37000	515	20,938	257,50	12,875	13,203
380	38000	536	21,504	268,00	13,400	13,728
390	39000	561	22,069	280,50	14,025	14,353
400	40000	597	22,635	298,50	14,925	15,253
410	41000	630	23,201	315,00	15,750	16,078
420	42000	655	23,767	327,50	16,375	16,703
430	43000	670	24,333	335,00	16,750	17,078
440	44000	683	24,899	341,50	17,075	17,403
450	45000	705	25,465	352,50	17,625	17,953
460	46000	728	26,031	364,00	18,200	18,528
470	47000	754	26,597	377,00	18,850	19,178
480	48000	789	27,162	394,50	19,725	20,053
490	49000	845	27,728	422,50	21,125	21,453
500	50000	917	28,294	458,50	22,925	23,253
510	51000	953	28,860	476,50	23,825	24,153
520	52000	975	29,426	487,50	24,375	24,703
530	53000	1005	29,992	502,50	25,125	25,453
540	54000	1058	30,558	529,00	26,450	26,778
550	55000	1122	31,124	561,00	28,050	28,378
560	56000	1157	31,690	578,50	28,925	29,253
570	57000	1195	32,255	597,50	29,875	30,203
580	58000	1243	32,821	621,50	31,075	31,403
585,1	58510	1265	33,110	632,50	31,625	31,953
580	58000	1331	32,821	665,50	33,275	33,603
570	57000	1350	32,255	675,00	33,750	34,078
560	56000	1418	31,690	709,00	35,450	35,778
550	55000	1480	31,124	740,00	37,000	37,328

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

BPN - 2

A_0 = 176,715 cm^2

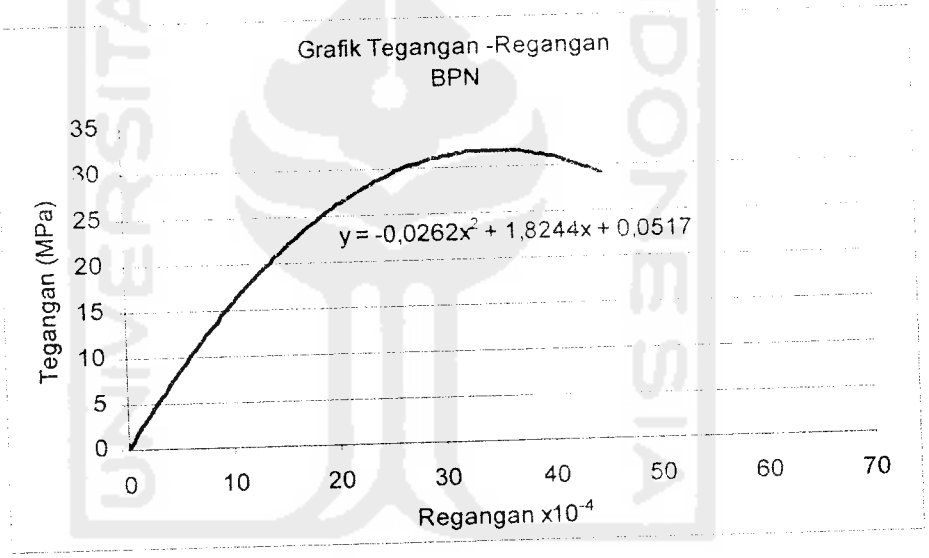
L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	10	0,566	5,00	0,250	0,578
20	2000	22	1,132	11,00	0,550	0,878
30	3000	35	1,698	17,50	0,875	1,203
40	4000	48	2,264	24,00	1,200	1,528
50	5000	60	2,829	30,00	1,500	1,828
60	6000	84	3,395	42,00	2,100	2,428
70	7000	89	3,961	44,50	2,225	2,553
80	8000	103	4,527	51,50	2,575	2,903
90	9000	114	5,093	57,00	2,850	3,178
100	10000	128	5,659	64,00	3,200	3,528
110	11000	140	6,225	70,00	3,500	3,828
120	12000	155	6,791	77,50	3,875	4,203
130	13000	169	7,356	84,50	4,225	4,553
140	14000	184	7,922	92,00	4,600	4,928
150	15000	198	8,488	99,00	4,950	5,278
160	16000	215	9,054	107,50	5,375	5,703
170	17000	230	9,620	115,00	5,750	6,078
180	18000	246	10,186	123,00	6,150	6,478
190	19000	260	10,752	130,00	6,500	6,828
200	20000	278	11,318	139,00	6,950	7,278
210	21000	296	11,884	148,00	7,400	7,728
220	22000	314	12,449	157,00	7,850	8,178
230	23000	330	13,015	165,00	8,250	8,578
240	24000	350	13,581	175,00	8,750	9,078
250	25000	370	14,147	185,00	9,250	9,578
260	26000	388	14,713	194,00	9,700	10,028
270	27000	410	15,279	205,00	10,250	10,578
280	28000	431	15,845	215,50	10,775	11,103
290	29000	456	16,411	228,00	11,400	11,728
300	30000	478	16,977	239,00	11,950	12,278
310	31000	504	17,542	252,00	12,600	12,928
320	32000	520	18,108	260,00	13,000	13,328
330	33000	534	18,674	267,00	13,350	13,678
340	34000	550	19,240	275,00	13,750	14,078
350	35000	565	19,806	282,50	14,125	14,453

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPN-2

360	36000	585	20,372	292,50	14,625	14,953
370	37000	605	20,938	302,50	15,125	15,453
380	38000	622	21,504	311,00	15,550	15,878
390	39000	644	22,069	322,00	16,100	16,428
400	40000	665	22,635	332,50	16,625	16,953
410	41000	688	23,201	344,00	17,200	17,528
420	42000	711	23,767	355,50	17,775	18,103
430	43000	738	24,333	369,00	18,450	18,778
440	44000	765	24,899	382,50	19,125	19,453
450	45000	794	25,465	397,00	19,850	20,178
460	46000	825	26,031	412,50	20,625	20,953
470	47000	861	26,597	430,50	21,525	21,853
480	48000	900	27,162	450,00	22,500	22,828
490	49000	973	27,728	486,50	24,325	24,653
500	50000	990	28,294	495,00	24,750	25,078
490	49000	1015	27,728	507,50	25,375	25,703
480	48000	1115	27,162	557,50	27,875	28,203



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 - 1

A_0 = 179,079 cm^2

L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	$\sigma = P/A$	ΔL	$\varepsilon = \Delta L/Lo$	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	5	0,558	2,50	0,125	3,363
20	2000	10	1,117	5,00	0,250	3,488
30	3000	15	1,675	7,50	0,375	3,613
40	4000	28	2,234	14,00	0,700	3,938
50	5000	38	2,792	19,00	0,950	4,188
60	6000	48	3,350	24,00	1,200	4,438
70	7000	59	3,909	29,50	1,475	4,713
80	8000	68	4,467	34,00	1,700	4,938
90	9000	75	5,026	37,50	1,875	5,113
100	10000	85	5,584	42,50	2,125	5,363
110	11000	95	6,143	47,50	2,375	5,613
120	12000	108	6,701	54,00	2,700	5,938
130	13000	115	7,259	57,50	2,875	6,113
140	14000	128	7,818	64,00	3,200	6,438
150	15000	138	8,376	69,00	3,450	6,688
160	16000	147	8,935	73,50	3,675	6,913
170	17000	155	9,493	77,50	3,875	7,113
180	18000	159	10,051	79,50	3,975	7,213
190	19000	160	10,610	80,00	4,000	7,238
200	20000	160	11,168	80,00	4,000	7,238
210	21000	162	11,727	81,00	4,050	7,288
220	22000	166	12,285	83,00	4,150	7,388
230	23000	174	12,844	87,00	4,350	7,588
240	24000	182	13,402	91,00	4,550	7,788
250	25000	187	13,960	93,50	4,675	7,913
260	26000	187	14,519	93,50	4,675	7,913
270	27000	187	15,077	93,50	4,675	7,913
280	28000	187	15,636	93,50	4,675	7,913
290	29000	189	16,194	94,50	4,725	7,963
300	30000	197	16,752	98,50	4,925	8,163
310	31000	211	17,311	105,50	5,275	8,513
320	32000	227	17,869	113,50	5,675	8,913
330	33000	242	18,428	121,00	6,050	9,288
340	34000	257	18,986	128,50	6,425	9,663
350	35000	280	19,544	140,00	7,000	10,238

Lanjutan BPS-1

360	36000	302	20,103	151,00	7,550	10,788
370	37000	327	20,661	163,50	8,175	11,413
380	38000	357	21,220	178,50	8,925	12,163
390	39000	397	21,778	198,50	9,925	13,163
400	40000	437	22,337	218,50	10,925	14,163
410	41000	484	22,895	242,00	12,100	15,338
420	42000	552	23,453	276,00	13,800	17,038
438,3	43830	705	24,475	352,50	17,625	20,863
420	42000	782	23,453	391,00	19,550	22,788
410	41000	937	22,895	468,50	23,425	26,663
380	38000	987	21,220	493,50	24,675	27,913
383,4	38340	1477	21,410	738,50	36,925	40,163
380	38000	1772	21,220	886,00	44,300	47,538
375	37500	2142	20,941	1071,00	53,550	56,788
370	37000	2187	20,661	1093,50	54,675	57,913
365	36500	2257	20,382	1128,50	56,425	59,663
360	36000	2337	20,103	1168,50	58,425	61,663
355	35500	2417	19,824	1208,50	60,425	63,663
350	35000	2507	19,544	1253,50	62,675	65,913

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 - 2

A_0 = 179,079 cm^2

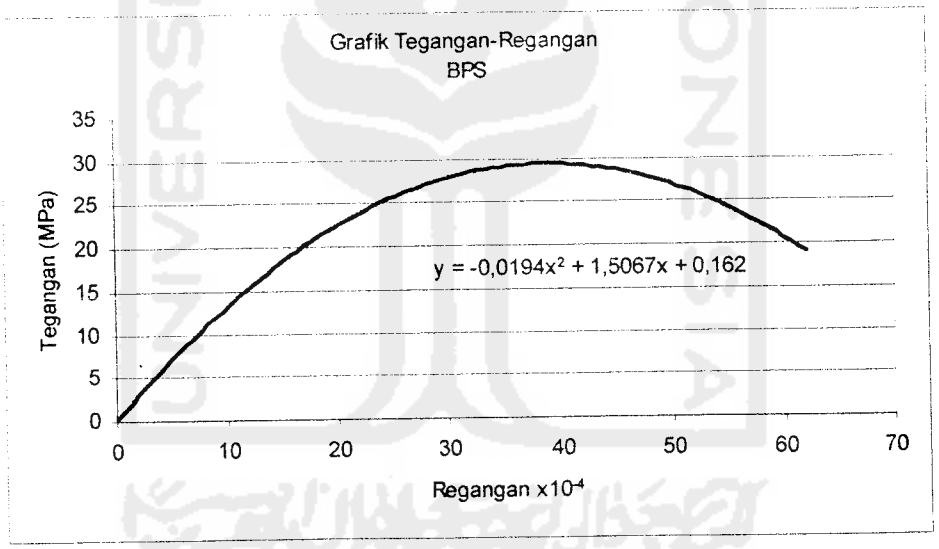
L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	8	0,558	4,00	0,200	3,438
20	2000	16	1,117	8,00	0,400	3,638
30	3000	26	1,675	13,00	0,650	3,888
40	4000	34	2,234	17,00	0,850	4,088
50	5000	42	2,792	21,00	1,050	4,288
60	6000	54	3,350	27,00	1,350	4,588
70	7000	64	3,909	32,00	1,600	4,838
80	8000	74	4,467	37,00	1,850	5,088
90	9000	84	5,026	42,00	2,100	5,338
100	10000	95	5,584	47,50	2,375	5,613
110	11000	105	6,143	52,50	2,625	5,863
120	12000	115	6,701	57,50	2,875	6,113
130	13000	130	7,259	65,00	3,250	6,488
140	14000	140	7,818	70,00	3,500	6,738
150	15000	155	8,376	77,50	3,875	7,113
160	16000	165	8,935	82,50	4,125	7,363
170	17000	180	9,493	90,00	4,500	7,738
180	18000	195	10,051	97,50	4,875	8,113
190	19000	208	10,610	104,00	5,200	8,438
200	20000	220	11,168	110,00	5,500	8,738
210	21000	240	11,727	120,00	6,000	9,238
220	22000	254	12,285	127,00	6,350	9,588
230	23000	274	12,844	137,00	6,850	10,088
240	24000	285	13,402	142,50	7,125	10,363
250	25000	303	13,960	151,50	7,575	10,813
260	26000	313	14,519	156,50	7,825	11,063
270	27000	323	15,077	161,50	8,075	11,313
280	28000	334	15,636	167,00	8,350	11,588
290	29000	343	16,194	171,50	8,575	11,813
300	30000	350	16,752	175,00	8,750	11,988
310	31000	360	17,311	180,00	9,000	12,238
320	32000	365	17,869	182,50	9,125	12,363
330	33000	395	18,428	197,50	9,875	13,113
340	34000	408	18,986	204,00	10,200	13,438
350	35000	440	19,544	220,00	11,000	14,238

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-2

360	36000	465	20,103	232,50	11,625	14,863
370	37000	485	20,661	242,50	12,125	15,363
380	38000	508	21,220	254,00	12,700	15,938
390	39000	530	21,778	265,00	13,250	16,488
400	40000	557	22,337	278,50	13,925	17,163
410	41000	580	22,895	290,00	14,500	17,738
420	42000	615	23,453	307,50	15,375	18,613
430	43000	645	24,012	322,50	16,125	19,363
440	44000	677	24,570	338,50	16,925	20,163
450	45000	715	25,129	357,50	17,875	21,113
460	46000	775	25,687	387,50	19,375	22,613
468,2	46820	955	26,145	477,50	23,875	27,113
457	45700	1155	25,520	577,50	28,875	32,113
455	45500	1385	25,408	692,50	34,625	37,863
450	45000	1440	25,129	720,00	36,000	39,238
445	44500	1480	24,849	740,00	37,000	40,238
440	44000	1535	24,570	767,50	38,375	41,613
435	43500	2558	24,291	1279,00	63,950	67,188
430	43000	1645	24,012	822,50	41,125	44,363



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-SP025-1

A_0 = 176,715 cm^2

L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	5	0,566	2,50	0,125	1,384
20	2000	15	1,132	7,50	0,375	1,634
30	3000	24	1,698	12,00	0,600	1,859
40	4000	32	2,264	16,00	0,800	2,059
50	5000	40	2,829	20,00	1,000	2,259
60	6000	50	3,395	25,00	1,250	2,509
70	7000	60	3,961	30,00	1,500	2,759
80	8000	69	4,527	34,50	1,725	2,984
90	9000	79	5,093	39,50	1,975	3,234
100	10000	89	5,659	44,50	2,225	3,484
110	11000	98	6,225	49,00	2,450	3,709
120	12000	107	6,791	53,50	2,675	3,934
130	13000	118	7,356	59,00	2,950	4,209
140	14000	128	7,922	64,00	3,200	4,459
150	15000	139	8,488	69,50	3,475	4,734
160	16000	150	9,054	75,00	3,750	5,009
170	17000	160	9,620	80,00	4,000	5,259
180	18000	172	10,186	86,00	4,300	5,559
190	19000	183	10,752	91,50	4,575	5,834
200	20000	195	11,318	97,50	4,875	6,134
210	21000	206	11,884	103,00	5,150	6,409
220	22000	220	12,449	110,00	5,500	6,759
230	23000	231	13,015	115,50	5,775	7,034
240	24000	245	13,581	122,50	6,125	7,384
250	25000	255	14,147	127,50	6,375	7,634
260	26000	265	14,713	132,50	6,625	7,884
270	27000	275	15,279	137,50	6,875	8,134
280	28000	286	15,845	143,00	7,150	8,409
290	29000	298	16,411	149,00	7,450	8,709
300	30000	307	16,977	153,50	7,675	8,934
310	31000	316	17,542	158,00	7,900	9,159
320	32000	328	18,108	164,00	8,200	9,459
330	33000	339	18,674	169,50	8,475	9,734
340	34000	350	19,240	175,00	8,750	10,009
350	35000	358	19,806	179,00	8,950	10,209

Lanjutan BPS-SP025-1

360	36000	370	20,372	185,00	9,250	10,509
370	37000	379	20,938	189,50	9,475	10,734
380	38000	390	21,504	195,00	9,750	11,009
390	39000	404	22,069	202,00	10,100	11,359
400	40000	415	22,635	207,50	10,375	11,634
410	41000	432	23,201	216,00	10,800	12,059
419,1	41910	466	23,716	233,00	11,650	12,909
420,2	42020	495	23,778	247,50	12,375	13,634
410	41000	580	23,201	290,00	14,500	15,759
400	40000	640	22,635	320,00	16,000	17,259
390	39000	660	22,069	330,00	16,500	17,759
370	37000	750	20,938	375,00	18,750	20,009
350	35000	795	19,806	397,50	19,875	21,134
330	33000	825	18,674	412,50	20,625	21,884
320	32000	900	18,108	450,00	22,500	23,759
310	31000	950	17,542	475,00	23,750	25,009
330	33000	1060	18,674	530,00	26,500	27,759

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-SP025-2

A_0 = 179,079 cm^2

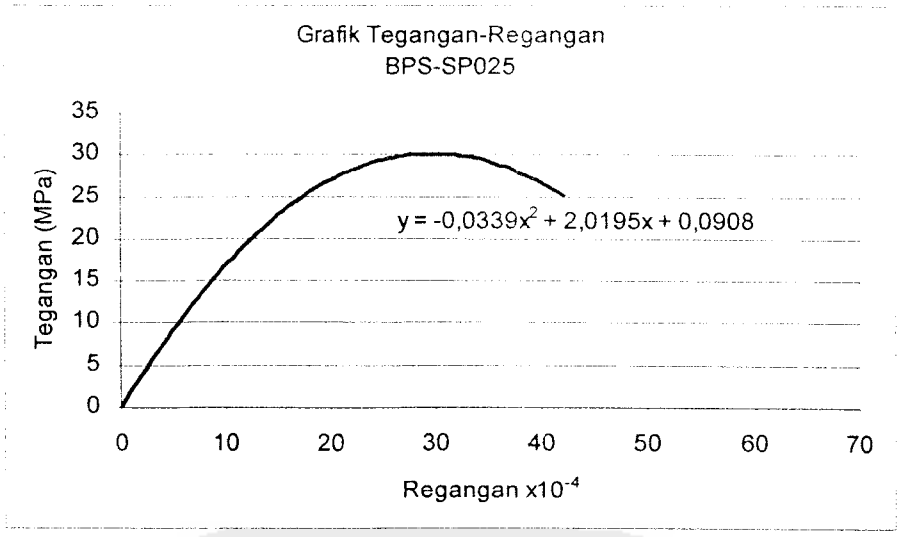
L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	6	0,558	3,00	0,150	1,409
20	2000	12	1,117	6,00	0,300	1,559
30	3000	22	1,675	11,00	0,550	1,809
40	4000	31	2,234	15,50	0,775	2,034
50	5000	40	2,792	20,00	1,000	2,259
60	6000	49	3,350	24,50	1,225	2,484
70	7000	56	3,909	28,00	1,400	2,659
80	8000	66	4,467	33,00	1,650	2,909
90	9000	75	5,026	37,50	1,875	3,134
100	10000	85	5,584	42,50	2,125	3,384
110	11000	95	6,143	47,50	2,375	3,634
120	12000	105	6,701	52,50	2,625	3,884
130	13000	115	7,259	57,50	2,875	4,134
140	14000	125	7,818	62,50	3,125	4,384
150	15000	135	8,376	67,50	3,375	4,634
160	16000	149	8,935	74,50	3,725	4,984
170	17000	160	9,493	80,00	4,000	5,259
180	18000	173	10,051	86,50	4,325	5,584
190	19000	188	10,610	94,00	4,700	5,959
200	20000	199	11,168	99,50	4,975	6,234
210	21000	211	11,727	105,50	5,275	6,534
220	22000	225	12,285	112,50	5,625	6,884
230	23000	239	12,844	119,50	5,975	7,234
240	24000	250	13,402	125,00	6,250	7,509
250	25000	265	13,960	132,50	6,625	7,884
260	26000	280	14,519	140,00	7,000	8,259
270	27000	291	15,077	145,50	7,275	8,534
280	28000	304	15,636	152,00	7,600	8,859
290	29000	316	16,194	158,00	7,900	9,159
300	30000	330	16,752	165,00	8,250	9,509
310	31000	344	17,311	172,00	8,600	9,859
320	32000	358	17,869	179,00	8,950	10,209
330	33000	370	18,428	185,00	9,250	10,509
340	34000	380	18,986	190,00	9,500	10,759
350	35000	383	19,544	191,50	9,575	10,834

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP025-2

360	36000	383	20,103	191,50	9,575	10,834
370	37000	385	20,661	192,50	9,625	10,884
380	38000	392	21,220	196,00	9,800	11,059
390	39000	402	21,778	201,00	10,050	11,309
400	40000	415	22,337	207,50	10,375	11,634
410	41000	430	22,895	215,00	10,750	12,009
420	42000	446	23,453	223,00	11,150	12,409
430	43000	467	24,012	233,50	11,675	12,934
440	44000	488	24,570	244,00	12,200	13,459
450	45000	510	25,129	255,00	12,750	14,009
460	46000	454	25,687	227,00	11,350	12,609
470	47000	570	26,245	285,00	14,250	15,509
480	48000	605	26,804	302,50	15,125	16,384
490	49000	650	27,362	325,00	16,250	17,509
500	50000	695	27,921	347,50	17,375	18,634
510	51000	745	28,479	372,50	18,625	19,884
520	52000	805	29,038	402,50	20,125	21,384
530	53000	895	29,596	447,50	22,375	23,634
533,2	53320	994	29,775	497,00	24,850	26,109
530	53000	1055	29,596	527,50	26,375	27,634
520	52000	1070	29,038	535,00	26,750	28,009
500	50000	1100	27,921	550,00	27,500	28,759
490	49000	1190	27,362	595,00	29,750	31,009
480	48000	1480	26,804	740,00	37,000	38,259
470	47000	1570	26,245	785,00	39,250	40,509
460	46000	1630	25,687	815,00	40,750	42,009
450	45000	1670	25,129	835,00	41,750	43,009
440	44000	1730	24,570	865,00	43,250	44,509
430	43000	1805	24,012	902,5	45,125	46,384
420	42000	1815	23,453	907,5	45,375	46,634
410	41000	1835	22,895	917,5	45,875	47,134


Grafik Tegangan-Regangan
BPS-SP025
Tegangan (MPa)
35
30
25
20
15
10
5
0
y = -0,0339x2 + 2,0195x + 0,0908
0
10
20
30
40
50
60
70
Regangan x10-4

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-SP050-1

A_0 = 176,715 cm^2

L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	-0,546968
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	8	0,566	4,00	0,200	0,847
20	2000	15	1,132	7,50	0,375	1,022
30	3000	25	1,698	12,50	0,625	1,272
40	4000	34	2,264	17,00	0,850	1,497
50	5000	42	2,829	21,00	1,050	1,697
60	6000	48	3,395	24,00	1,200	1,847
70	7000	58	3,961	29,00	1,450	2,097
80	8000	68	4,527	34,00	1,700	2,347
90	9000	75	5,093	37,50	1,875	2,522
100	10000	85	5,659	42,50	2,125	2,772
110	11000	95	6,225	47,50	2,375	3,022
120	12000	105	6,791	52,50	2,625	3,272
130	13000	115	7,356	57,50	2,875	3,522
140	14000	125	7,922	62,50	3,125	3,772
150	15000	135	8,488	67,50	3,375	4,022
160	16000	145	9,054	72,50	3,625	4,272
170	17000	155	9,620	77,50	3,875	4,522
180	18000	170	10,186	85,00	4,250	4,897
190	19000	182	10,752	91,00	4,550	5,197
200	20000	195	11,318	97,50	4,875	5,522
210	21000	205	11,884	102,50	5,125	5,772
220	22000	220	12,449	110,00	5,500	6,147
230	23000	234	13,015	117,00	5,850	6,497
240	24000	246	13,581	123,00	6,150	6,797
250	25000	260	14,147	130,00	6,500	7,147
260	26000	274	14,713	137,00	6,850	7,497
270	27000	286	15,279	143,00	7,150	7,797
280	28000	301	15,845	150,50	7,525	8,172
290	29000	325	16,411	162,50	8,125	8,772
300	30000	330	16,977	165,00	8,250	8,897
310	31000	345	17,542	172,50	8,625	9,272
320	32000	362	18,108	181,00	9,050	9,697
330	33000	375	18,674	187,50	9,375	10,022
340	34000	392	19,240	196,00	9,800	10,447
350	35000	410	19,806	205,00	10,250	10,897

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP050-1

360	36000	425	20,372	212,50	10,625	11,272
370	37000	441	20,938	220,50	11,025	11,672
380	38000	460	21,504	230,00	11,500	12,147
390	39000	484	22,069	242,00	12,100	12,747
400	40000	494	22,635	247,00	12,350	12,997
410	41000	510	23,201	255,00	12,750	13,397
420	42000	528	23,767	264,00	13,200	13,847
430	43000	550	24,333	275,00	13,750	14,397
440	44000	570	24,899	285,00	14,250	14,897
450	45000	595	25,465	297,50	14,875	15,522
460	46000	619	26,031	309,50	15,475	16,122
470	47000	645	26,597	322,50	16,125	16,772
480	48000	668	27,162	334,00	16,700	17,347
490	49000	696	27,728	348,00	17,400	18,047
500	50000	725	28,294	362,50	18,125	18,772
510	51000	755	28,860	377,50	18,875	19,522
520	52000	790	29,426	395,00	19,750	20,397
530	53000	830	29,992	415,00	20,750	21,397
540	54000	875	30,558	437,50	21,875	22,522
550	55000	930	31,124	465,00	23,250	23,897
560	56000	1010	31,690	505,00	25,250	25,897
572,2	57220	1140	32,380	570,00	28,500	29,147
570	57000	1220	32,255	610,00	30,500	31,147
560	56000	1340	31,690	670,00	33,500	34,147
550	55000	1422	31,124	711,00	35,550	36,197
540	54000	1495	30,558	747,50	37,375	38,022
500	50000	1580	28,294	790,00	39,500	40,147

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-SP050-2

A_0 = 179,079 cm^2

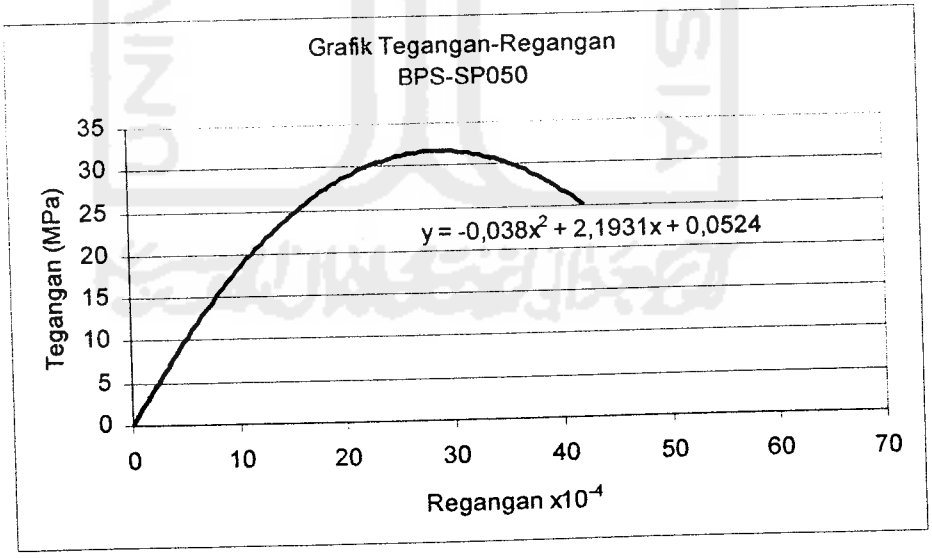
L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	-0,346963
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	2	0,558	1,00	0,050	0,697
20	2000	11	1,117	5,50	0,275	0,922
30	3000	22	1,675	11,00	0,550	1,197
40	4000	31	2,234	15,50	0,775	1,422
50	5000	40	2,792	20,00	1,000	1,647
60	6000	50	3,350	25,00	1,250	1,897
70	7000	60	3,909	30,00	1,500	2,147
80	8000	69	4,467	34,50	1,725	2,372
90	9000	80	5,026	40,00	2,000	2,647
100	10000	89	5,584	44,50	2,225	2,872
110	11000	99	6,143	49,50	2,475	3,122
120	12000	107	6,701	53,50	2,675	3,322
130	13000	117	7,259	58,50	2,925	3,572
140	14000	128	7,818	64,00	3,200	3,847
150	15000	138	8,376	69,00	3,450	4,097
160	16000	149	8,935	74,50	3,725	4,372
170	17000	160	9,493	80,00	4,000	4,647
180	18000	172	10,051	86,00	4,300	4,947
190	19000	183	10,610	91,50	4,575	5,222
200	20000	195	11,168	97,50	4,875	5,522
210	21000	205	11,727	102,50	5,125	5,772
220	22000	216	12,285	108,00	5,400	6,047
230	23000	230	12,844	115,00	5,750	6,397
240	24000	241	13,402	120,50	6,025	6,672
250	25000	254	13,960	127,00	6,350	6,997
260	26000	266	14,519	133,00	6,650	7,297
270	27000	278	15,077	139,00	6,950	7,597
280	28000	290	15,636	145,00	7,250	7,897
290	29000	303	16,194	151,50	7,575	8,222
300	30000	325	16,752	162,50	8,125	8,772
310	31000	329	17,311	164,50	8,225	8,872
320	32000	342	17,869	171,00	8,550	9,197
330	33000	360	18,428	180,00	9,000	9,647
340	34000	375	18,986	187,50	9,375	10,022
350	35000	390	19,544	195,00	9,750	10,397

LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP050-2

360	36000	408	20,103	204,00	10,200	10,847
370	37000	425	20,661	212,50	10,625	11,272
380	38000	440	21,220	220,00	11,000	11,647
390	39000	460	21,778	230,00	11,500	12,147
400	40000	475	22,337	237,50	11,875	12,522
410	41000	495	22,895	247,50	12,375	13,022
420	42000	515	23,453	257,50	12,875	13,522
430	43000	535	24,012	267,50	13,375	14,022
440	44000	558	24,570	279,00	13,950	14,597
450	45000	435	25,129	217,50	10,875	11,522
460	46000	485	25,687	242,50	12,125	12,772
464	46400	506	25,910	253,00	12,650	13,297
467,3	46730	520	26,095	260,00	13,000	13,647
460	46000	605	25,687	302,50	15,125	15,772
450	45000	615	25,129	307,50	15,375	16,022
440	44000	680	24,570	340,00	17,000	17,647
422,4	42240	755	23,587	377,50	18,875	19,522
430	43000	775	24,012	387,50	19,375	20,022
435	43500	809	24,291	404,50	20,225	20,872
438	43800	825	24,459	412,50	20,625	21,272
440	44000	853	24,570	426,50	21,325	21,972
436,7	43670	870	24,386	435,00	21,750	22,397
440	44000	880	24,570	440,00	22,000	22,647



FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

BPS-SP075-1

A_0 = 179,079 cm^2

L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	-0.8644062
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	5	0,558	2,50	0,125	0,989
20	2000	11	1,117	5,50	0,275	1,139
30	3000	20	1,675	10,00	0,500	1,364
40	4000	30	2,234	15,00	0,750	1,614
50	5000	40	2,792	20,00	1,000	1,864
60	6000	50	3,350	25,00	1,250	2,114
70	7000	60	3,909	30,00	1,500	2,364
80	8000	71	4,467	35,50	1,775	2,639
90	9000	80	5,026	40,00	2,000	2,864
100	10000	90	5,584	45,00	2,250	3,114
110	11000	95	6,143	47,50	2,375	3,239
120	12000	103	6,701	51,50	2,575	3,439
130	13000	110	7,259	55,00	2,750	3,614
140	14000	122	7,818	61,00	3,050	3,914
150	15000	132	8,376	66,00	3,300	4,164
160	16000	143	8,935	71,50	3,575	4,439
170	17000	165	9,493	82,50	4,125	4,989
180	18000	170	10,051	85,00	4,250	5,114
190	19000	180	10,610	90,00	4,500	5,364
200	20000	195	11,168	97,50	4,875	5,739
210	21000	210	11,727	105,00	5,250	6,114
220	22000	220	12,285	110,00	5,500	6,364
230	23000	234	12,844	117,00	5,850	6,714
240	24000	245	13,402	122,50	6,125	6,989
250	25000	250	13,960	125,00	6,250	7,114
260	26000	275	14,519	137,50	6,875	7,739
270	27000	293	15,077	146,50	7,325	8,189
280	28000	307	15,636	153,50	7,675	8,539
290	29000	320	16,194	160,00	8,000	8,864
300	30000	337	16,752	168,50	8,425	9,289
310	31000	350	17,311	175,00	8,750	9,614
320	32000	370	17,869	185,00	9,250	10,114
330	33000	381	18,428	190,50	9,525	10,389
340	34000	405	18,986	202,50	10,125	10,989
350	35000	420	19,544	210,00	10,500	11,364

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP075-1

360	36000	438	20,103	219,00	10,950	11,814
370	37000	455	20,661	227,50	11,375	12,239
380	38000	475	21,220	237,50	11,875	12,739
390	39000	495	21,778	247,50	12,375	13,239
400	40000	520	22,337	260,00	13,000	13,864
410	41000	542	22,895	271,00	13,550	14,414
420	42000	565	23,453	282,50	14,125	14,989
430	43000	592	24,012	296,00	14,800	15,664
440	44000	615	24,570	307,50	15,375	16,239
450	45000	645	25,129	322,50	16,125	16,989
460	46000	670	25,687	335,00	16,750	17,614
470	47000	699	26,245	349,50	17,475	18,339
478,1	47810	726	26,698	363,00	18,150	19,014
475	47500	770	26,525	385,00	19,250	20,114
470	47000	830	26,245	415,00	20,750	21,614
460	46000	925	25,687	462,50	23,125	23,989
450	45000	970	25,129	485,00	24,250	25,114
440	44000	1030	24,570	515,00	25,750	26,614
430	43000	1175	24,012	587,50	29,375	30,239

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-SP075-2

A_0 = 176,715 cm^2

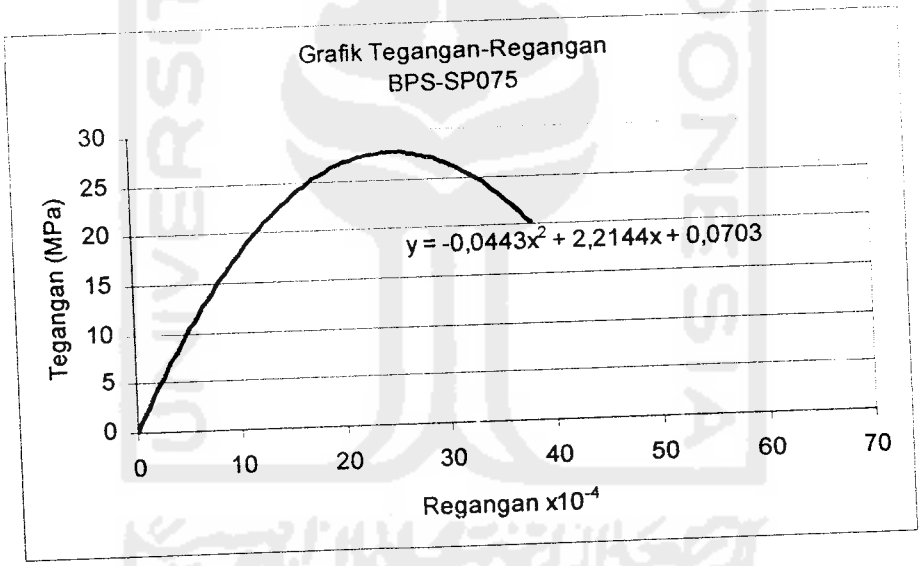
L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	5	0,566	2,50	0,125	0,989
20	2000	12	1,132	6,00	0,300	1,164
30	3000	20	1,698	10,00	0,500	1,364
40	4000	25	2,264	12,50	0,625	1,489
50	5000	33	2,829	16,50	0,825	1,689
60	6000	40	3,395	20,00	1,000	1,864
70	7000	48	3,961	24,00	1,200	2,064
80	8000	55	4,527	27,50	1,375	2,239
90	9000	64	5,093	32,00	1,600	2,464
100	10000	72	5,659	36,00	1,800	2,664
110	11000	80	6,225	40,00	2,000	2,864
120	12000	88	6,791	44,00	2,200	3,064
130	13000	96	7,356	48,00	2,400	3,264
140	14000	105	7,922	52,50	2,625	3,489
150	15000	115	8,488	57,50	2,875	3,739
160	16000	125	9,054	62,50	3,125	3,989
170	17000	135	9,620	67,50	3,375	4,239
180	18000	145	10,186	72,50	3,625	4,489
190	19000	156	10,752	78,00	3,900	4,764
200	20000	168	11,318	84,00	4,200	5,064
210	21000	180	11,884	90,00	4,500	5,364
220	22000	190	12,449	95,00	4,750	5,614
230	23000	203	13,015	101,50	5,075	5,939
240	24000	216	13,581	108,00	5,400	6,264
250	25000	230	14,147	115,00	5,750	6,614
260	26000	240	14,713	120,00	6,000	6,864
270	27000	255	15,279	127,50	6,375	7,239
280	28000	265	15,845	132,50	6,625	7,489
290	29000	280	16,411	140,00	7,000	7,864
300	30000	295	16,977	147,50	7,375	8,239
310	31000	310	17,542	155,00	7,750	8,614
320	32000	322	18,108	161,00	8,050	8,914
330	33000	339	18,674	169,50	8,475	9,339
340	34000	355	19,240	177,50	8,875	9,739
350	35000	375	19,806	187,50	9,375	10,239

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP075-2

360	36000	390	20,372	195,00	9,750	10,614
370	37000	408	20,938	204,00	10,200	11,064
380	38000	428	21,504	214,00	10,700	11,564
390	39000	455	22,069	227,50	11,375	12,239
400	40000	495	22,635	247,50	12,375	13,239
410	41000	540	23,201	270,00	13,500	14,364
420	42000	600	23,767	300,00	15,000	15,864
430	43000	695	24,333	347,50	17,375	18,239
432	43200	800	24,446	400,00	20,000	20,864
430	43000	901	24,333	450,50	22,525	23,389
431,4	43140	1010	24,412	505,00	25,250	26,114
431,6	43160	1090	24,424	545,00	27,250	28,114
420	42000	1328	23,767	664,00	33,200	34,064
410	41000	1335	23,201	667,50	33,375	34,239
400	40000	1440	22,635	720,00	36,000	36,864
390	39000	1440	22,069	720,00	36,000	36,864
380	38000	1535	21,504	767,50	38,375	39,239
370	37000	1585	20,938	792,50	39,625	40,489



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-SP100-1

A_0 = 179,079 cm^2

L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	2	0,558	1,00	0,050	1,227
20	2000	12	1,117	6,00	0,300	1,477
30	3000	16	1,675	8,00	0,400	1,577
40	4000	25	2,234	12,50	0,625	1,802
50	5000	35	2,792	17,50	0,875	2,052
60	6000	45	3,350	22,50	1,125	2,302
70	7000	55	3,909	27,50	1,375	2,552
80	8000	68	4,467	34,00	1,700	2,877
90	9000	80	5,026	40,00	2,000	3,177
100	10000	94	5,584	47,00	2,350	3,527
110	11000	105	6,143	52,50	2,625	3,802
120	12000	120	6,701	60,00	3,000	4,177
130	13000	130	7,259	65,00	3,250	4,427
140	14000	145	7,818	72,50	3,625	4,802
150	15000	155	8,376	77,50	3,875	5,052
160	16000	165	8,935	82,50	4,125	5,302
170	17000	180	9,493	90,00	4,500	5,677
180	18000	190	10,051	95,00	4,750	5,927
190	19000	205	10,610	102,50	5,125	6,302
200	20000	210	11,168	105,00	5,250	6,427
210	21000	233	11,727	116,50	5,825	7,002
220	22000	245	12,285	122,50	6,125	7,302
230	23000	260	12,844	130,00	6,500	7,677
240	24000	273	13,402	136,50	6,825	8,002
250	25000	285	13,960	142,50	7,125	8,302
260	26000	300	14,519	150,00	7,500	8,677
270	27000	315	15,077	157,50	7,875	9,052
280	28000	330	15,636	165,00	8,250	9,427
290	29000	343	16,194	171,50	8,575	9,752
300	30000	358	16,752	179,00	8,950	10,127
310	31000	378	17,311	189,00	9,450	10,627
320	32000	390	17,869	195,00	9,750	10,927
330	33000	408	18,428	204,00	10,200	11,377
340	34000	428	18,986	214,00	10,700	11,877
350	35000	445	19,544	222,50	11,125	12,302

FAK. TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP100-1

360	36000	460	20,103	230,00	11,500	12,677
370	37000	480	20,661	240,00	12,000	13,177
380	38000	503	21,220	251,50	12,575	13,752
390	39000	523	21,778	261,50	13,075	14,252
400	40000	541	22,337	270,50	13,525	14,702
410	41000	563	22,895	281,50	14,075	15,252
420	42000	585	23,453	292,50	14,625	15,802
430	43000	605	24,012	302,50	15,125	16,302
440	44000	626	24,570	313,00	15,650	16,827
450	45000	648	25,129	324,00	16,200	17,377
460	46000	673	25,687	336,50	16,825	18,002
470	47000	695	26,245	347,50	17,375	18,552
480	48000	720	26,804	360,00	18,000	19,177
490	49000	740	27,362	370,00	18,500	19,677
500	50000	765	27,921	382,50	19,125	20,302
510	51000	790	28,479	395,00	19,750	20,927
520	52000	810	29,038	405,00	20,250	21,427
530	53000	835	29,596	417,50	20,875	22,052
540	54000	860	30,154	430,00	21,500	22,677
550	55000	885	30,713	442,50	22,125	23,302
560	56000	910	31,271	455,00	22,750	23,927
570	57000	935	31,830	467,50	23,375	24,552
580	58000	965	32,388	482,50	24,125	25,302
590	59000	997	32,946	498,50	24,925	26,102
600	60000	1030	33,505	515,00	25,750	26,927
610	61000	1075	34,063	537,50	26,875	28,052
620	62000	1156	34,622	578,00	28,900	30,077
630	63000	1250	35,180	625,00	31,250	32,427
640	64000	1355	35,738	677,50	33,875	35,052
646,4	64640	1540	36,096	770,00	38,500	39,677
640	64000	1615	35,738	807,50	40,375	41,552
630	63000	1750	35,180	875,00	43,750	44,927
620	62000	1800	34,622	900,00	45,000	46,177
610	61000	1835	34,063	917,50	45,875	47,052
600	60000	1875	33,505	937,50	46,875	48,052
590	59000	1920	32,946	960,00	48,000	49,177
580	58000	2000	32,388	1000,00	50,000	51,177
570	57000	2075	31,830	1037,50	51,875	53,052
560	56000	2135	31,271	1067,50	53,375	54,552
550	55000	2175	30,713	1087,50	54,375	55,552
540	54000	2225	30,154	1112,50	55,625	56,802
530	53000	2245	29,596	1122,50	56,125	57,302
520	52000	2270	29,038	1135,00	56,750	57,927
510	51000	2295	28,479	1147,50	57,375	58,552
500	50000	2320	27,921	1160,00	58,000	59,177

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-SP100-2

A_0 = 179,079 cm^2

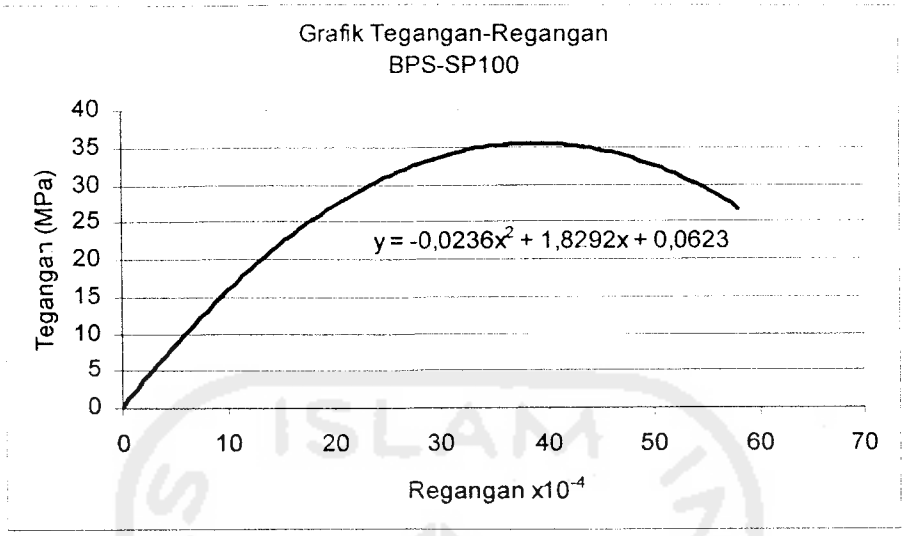
L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	-1,177934
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	8	0,558	4,00	0,200	1,377
20	2000	18	1,117	9,00	0,450	1,627
30	3000	24	1,675	12,00	0,600	1,777
40	4000	34	2,234	17,00	0,850	2,027
50	5000	44	2,792	22,00	1,100	2,277
60	6000	64	3,350	32,00	1,600	2,777
70	7000	66	3,909	33,00	1,650	2,827
80	8000	74	4,467	37,00	1,850	3,027
90	9000	86	5,026	43,00	2,150	3,327
100	10000	94	5,584	47,00	2,350	3,527
110	11000	105	6,143	52,50	2,625	3,802
120	12000	106	6,701	53,00	2,650	3,827
130	13000	125	7,259	62,50	3,125	4,302
140	14000	138	7,818	69,00	3,450	4,627
150	15000	149	8,376	74,50	3,725	4,902
160	16000	156	8,935	78,00	3,900	5,077
170	17000	171	9,493	85,50	4,275	5,452
180	18000	185	10,051	92,50	4,625	5,802
190	19000	198	10,610	99,00	4,950	6,127
200	20000	210	11,168	105,00	5,250	6,427
210	21000	225	11,727	112,50	5,625	6,802
220	22000	235	12,285	117,50	5,875	7,052
230	23000	248	12,844	124,00	6,200	7,377
240	24000	261	13,402	130,50	6,525	7,702
250	25000	275	13,960	137,50	6,875	8,052
260	26000	286	14,519	143,00	7,150	8,327
270	27000	301	15,077	150,50	7,525	8,702
280	28000	315	15,636	157,50	7,875	9,052
290	29000	330	16,194	165,00	8,250	9,427
300	30000	345	16,752	172,50	8,625	9,802
310	31000	360	17,311	180,00	9,000	10,177
320	32000	375	17,869	187,50	9,375	10,552
330	33000	391	18,428	195,50	9,775	10,952
340	34000	408	18,986	204,00	10,200	11,377
350	35000	422	19,544	211,00	10,550	11,727

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP100-2

360	36000	441	20,103	220,50	11,025	12,202
370	37000	461	20,661	230,50	11,525	12,702
380	38000	481	21,220	240,50	12,025	13,202
390	39000	498	21,778	249,00	12,450	13,627
400	40000	510	22,337	255,00	12,750	13,927
410	41000	535	22,895	267,50	13,375	14,552
420	42000	555	23,453	277,50	13,875	15,052
430	43000	575	24,012	287,50	14,375	15,552
440	44000	595	24,570	297,50	14,875	16,052
450	45000	615	25,129	307,50	15,375	16,552
460	46000	636	25,687	318,00	15,900	17,077
470	47000	661	26,245	330,50	16,525	17,702
480	48000	682	26,804	341,00	17,050	18,227
490	49000	708	27,362	354,00	17,700	18,877
500	50000	730	27,921	365,00	18,250	19,427
510	51000	753	28,479	376,50	18,825	20,002
520	52000	778	29,038	389,00	19,450	20,627
530	53000	798	29,596	399,00	19,950	21,127
540	54000	828	30,154	414,00	20,700	21,877
550	55000	859	30,713	429,50	21,475	22,652
560	56000	959	31,271	479,50	23,975	25,152
550	55000	960	30,713	480,00	24,000	25,177
545	54500	985	30,434	492,50	24,625	25,802
550	55000	1040	30,713	520,00	26,000	27,177
555	55500	1100	30,992	550,00	27,500	28,677
560	56000	1150	31,271	575,00	28,750	29,927
565	56500	1155	31,550	577,50	28,875	30,052
568,5	56850	1248	31,746	624,00	31,200	32,377
560	56000	1314	31,271	657,00	32,850	34,027
550	55000	1416	30,713	708,00	35,400	36,577
540	54000	1485	30,154	742,50	37,125	38,302
530	53000	1550	29,596	775,00	38,750	39,927
520	52000	1590	29,038	795,00	39,750	40,927
510	51000	1630	28,479	815,00	40,750	41,927
500	50000	1655	27,921	827,50	41,375	42,552


Grafik Tegangan-Regangan
BPS-SP100
Tegangan (MPa)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
y = -0,0236x2 + 1,8292x + 0,0623
0
10
20
30
40
50
60
70
Regangan x10-4

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-SP125-1

A_0 = 176,715 cm^2

L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	-0.3938583
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	6	0,566	3,00	0,150	0,544
20	2000	15	1,132	7,50	0,375	0,769
30	3000	25	1,698	12,50	0,625	1,019
40	4000	35	2,264	17,50	0,875	1,269
50	5000	46	2,829	23,00	1,150	1,544
60	6000	55	3,395	27,50	1,375	1,769
70	7000	69	3,961	34,50	1,725	2,119
80	8000	80	4,527	40,00	2,000	2,394
90	9000	90	5,093	45,00	2,250	2,644
100	10000	101	5,659	50,50	2,525	2,919
110	11000	110	6,225	55,00	2,750	3,144
120	12000	120	6,791	60,00	3,000	3,394
130	13000	128	7,356	64,00	3,200	3,594
140	14000	139	7,922	69,50	3,475	3,869
150	15000	150	8,488	75,00	3,750	4,144
160	16000	160	9,054	80,00	4,000	4,394
170	17000	170	9,620	85,00	4,250	4,644
180	18000	180	10,186	90,00	4,500	4,894
190	19000	190	10,752	95,00	4,750	5,144
200	20000	203	11,318	101,50	5,075	5,469
210	21000	212	11,884	106,00	5,300	5,694
220	22000	223	12,449	111,50	5,575	5,969
230	23000	235	13,015	117,50	5,875	6,269
240	24000	245	13,581	122,50	6,125	6,519
250	25000	255	14,147	127,50	6,375	6,769
260	26000	266	14,713	133,00	6,650	7,044
270	27000	277	15,279	138,50	6,925	7,319
280	28000	292	15,845	146,00	7,300	7,694
290	29000	306	16,411	153,00	7,650	8,044
300	30000	320	16,977	160,00	8,000	8,394
310	31000	330	17,542	165,00	8,250	8,644
320	32000	348	18,108	174,00	8,700	9,094
330	33000	360	18,674	180,00	9,000	9,394
340	34000	375	19,240	187,50	9,375	9,769
350	35000	390	19,806	195,00	9,750	10,144

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP125-1

360	36000	405	20,372	202,50	10,125	10,519
370	37000	420	20,938	210,00	10,500	10,894
380	38000	435	21,504	217,50	10,875	11,269
390	39000	450	22,069	225,00	11,250	11,644
400	40000	465	22,635	232,50	11,625	12,019
410	41000	478	23,201	239,00	11,950	12,344
420	42000	499	23,767	249,50	12,475	12,869
430	43000	519	24,333	259,50	12,975	13,369
440	44000	530	24,899	265,00	13,250	13,644
450	45000	551	25,465	275,50	13,775	14,169
460	46000	573	26,031	286,50	14,325	14,719
470	47000	595	26,597	297,50	14,875	15,269
480	48000	615	27,162	307,50	15,375	15,769
490	49000	635	27,728	317,50	15,875	16,269
500	50000	660	28,294	330,00	16,500	16,894
510	51000	685	28,860	342,50	17,125	17,519
520	52000	705	29,426	352,50	17,625	18,019
530	53000	730	29,992	365,00	18,250	18,644
540	54000	755	30,558	377,50	18,875	19,269
550	55000	775	31,124	387,50	19,375	19,769
560	56000	810	31,690	405,00	20,250	20,644
570	57000	840	32,255	420,00	21,000	21,394
580	58000	870	32,821	435,00	21,750	22,144
590	59000	903	33,387	451,50	22,575	22,969
600	60000	940	33,953	470,00	23,500	23,894
610	61000	985	34,519	492,50	24,625	25,019
620	62000	1110	35,085	555,00	27,750	28,144
629,1	62910	1410	35,600	705,00	35,250	35,644
620	62000	1470	35,085	735,00	36,750	37,144
610	61000	1520	34,519	760,00	38,000	38,394
580	58000	1555	32,821	777,50	38,875	39,269
570	57000	1590	32,255	795,00	39,750	40,144

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-SP125-2

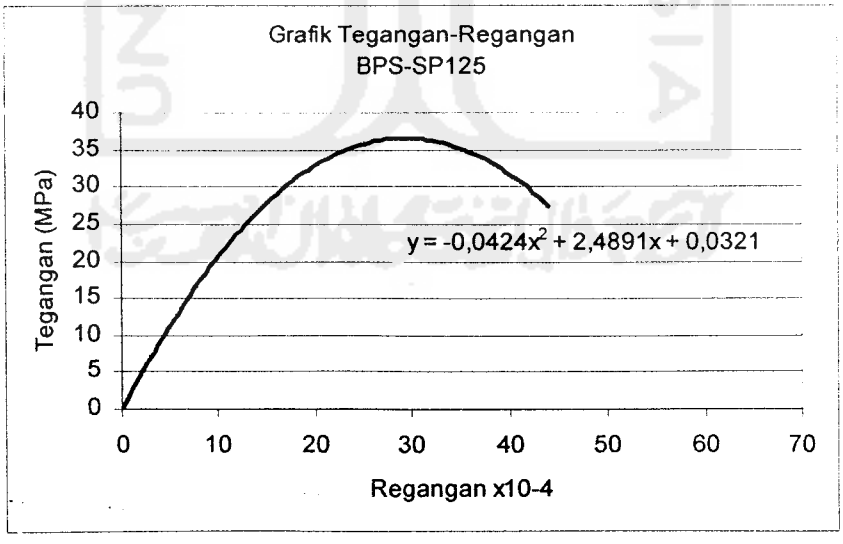
A_0 = 179,079 cm^2

L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	7	0,558	3,50	0,175	0,569
20	2000	15	1,117	7,50	0,375	0,769
30	3000	21	1,675	10,50	0,525	0,919
40	4000	28	2,234	14,00	0,700	1,094
50	5000	35	2,792	17,50	0,875	1,269
60	6000	43	3,350	21,50	1,075	1,469
70	7000	50	3,909	25,00	1,250	1,644
80	8000	58	4,467	29,00	1,450	1,844
90	9000	65	5,026	32,50	1,625	2,019
100	10000	74	5,584	37,00	1,850	2,244
110	11000	82	6,143	41,00	2,050	2,444
120	12000	89	6,701	44,50	2,225	2,619
130	13000	95	7,259	47,50	2,375	2,769
140	14000	103	7,818	51,50	2,575	2,969
150	15000	111	8,376	55,50	2,775	3,169
160	16000	119	8,935	59,50	2,975	3,369
170	17000	124	9,493	62,00	3,100	3,494
180	18000	135	10,051	67,50	3,375	3,769
190	19000	146	10,610	73,00	3,650	4,044
200	20000	156	11,168	78,00	3,900	4,294
210	21000	165	11,727	82,50	4,125	4,519
220	22000	175	12,285	87,50	4,375	4,769
230	23000	183	12,844	91,50	4,575	4,969
240	24000	195	13,402	97,50	4,875	5,269
250	25000	205	13,960	102,50	5,125	5,519
260	26000	215	14,519	107,50	5,375	5,769
270	27000	225	15,077	112,50	5,625	6,019
280	28000	235	15,636	117,50	5,875	6,269
290	29000	248	16,194	124,00	6,200	6,594
300	30000	259	16,752	129,50	6,475	6,869
310	31000	269	17,311	134,50	6,725	7,119
320	32000	279	17,869	139,50	6,975	7,369
330	33000	291	18,428	145,50	7,275	7,669
340	34000	304	18,986	152,00	7,600	7,994
350	35000	315	19,544	157,50	7,875	8,269

Lanjutan BPS-SP125-2

360	36000	326	20,103	163,00	8,150	8,544
370	37000	340	20,661	170,00	8,500	8,894
380	38000	354	21,220	177,00	8,850	9,244
390	39000	366	21,778	183,00	9,150	9,544
400	40000	380	22,337	190,00	9,500	9,894
410	41000	393	22,895	196,50	9,825	10,219
420	42000	405	23,453	202,50	10,125	10,519
430	43000	420	24,012	210,00	10,500	10,894
440	44000	435	24,570	217,50	10,875	11,269
450	45000	448	25,129	224,00	11,200	11,594
460	46000	465	25,687	232,50	11,625	12,019
470	47000	482	26,245	241,00	12,050	12,444
480	48000	493	26,804	246,50	12,325	12,719
490	49000	515	27,362	257,50	12,875	13,269
500	50000	528	27,921	264,00	13,200	13,594
510	51000	560	28,479	280,00	14,000	14,394
520	52000	575	29,038	287,50	14,375	14,769
530	53000	595	29,596	297,50	14,875	15,269
540	54000	615	30,154	307,50	15,375	15,769
550	55000	635	30,713	317,50	15,875	16,269
560	56000	658	31,271	329,00	16,450	16,844
570	57000	680	31,830	340,00	17,000	17,394
580	58000	705	32,388	352,50	17,625	18,019
590	59000	735	32,946	367,50	18,375	18,769
600	60000	740	33,505	370,00	18,500	18,894
610	61000	799	34,063	399,50	19,975	20,369
618,8	61880	854	34,555	427,00	21,350	21,744
610	61000	875	34,063	437,50	21,875	22,269
590	59000	885	32,946	442,50	22,125	22,519



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-SP150-1

A_0 = 179,079 cm^2

L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	5	0,558	2,50	0,125	2,475
20	2000	13	1,117	6,50	0,325	2,675
30	3000	24	1,675	12,00	0,600	2,950
40	4000	34	2,234	17,00	0,850	3,200
50	5000	45	2,792	22,50	1,125	3,475
60	6000	56	3,350	28,00	1,400	3,750
70	7000	66	3,909	33,00	1,650	4,000
80	8000	78	4,467	39,00	1,950	4,300
90	9000	90	5,026	45,00	2,250	4,600
100	10000	101	5,584	50,50	2,525	4,875
110	11000	113	6,143	56,50	2,825	5,175
120	12000	125	6,701	62,50	3,125	5,475
130	13000	138	7,259	69,00	3,450	5,800
140	14000	152	7,818	76,00	3,800	6,150
150	15000	165	8,376	82,50	4,125	6,475
160	16000	180	8,935	90,00	4,500	6,850
170	17000	195	9,493	97,50	4,875	7,225
180	18000	210	10,051	105,00	5,250	7,600
190	19000	225	10,610	112,50	5,625	7,975
200	20000	240	11,168	120,00	6,000	8,350
210	21000	255	11,727	127,50	6,375	8,725
220	22000	270	12,285	135,00	6,750	9,100
230	23000	286	12,844	143,00	7,150	9,500
240	24000	304	13,402	152,00	7,600	9,950
250	25000	318	13,960	159,00	7,950	10,300
260	26000	332	14,519	166,00	8,300	10,650
270	27000	346	15,077	173,00	8,650	11,000
280	28000	365	15,636	182,50	9,125	11,475
290	29000	381	16,194	190,50	9,525	11,875
300	30000	396	16,752	198,00	9,900	12,250
310	31000	415	17,311	207,50	10,375	12,725
320	32000	434	17,869	217,00	10,850	13,200
330	33000	454	18,428	227,00	11,350	13,700
340	34000	473	18,986	236,50	11,825	14,175
350	35000	492	19,544	246,00	12,300	14,650

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP150-1

360	36000	512	20,103	256,00	12,800	15,150
370	37000	534	20,661	267,00	13,350	15,700
380	38000	559	21,220	279,50	13,975	16,325
390	39000	604	21,778	302,00	15,100	17,450
400	40000	623	22,337	311,50	15,575	17,925
410	41000	638	22,895	319,00	15,950	18,300
420	42000	652	23,453	326,00	16,300	18,650
430	43000	674	24,012	337,00	16,850	19,200
440	44000	696	24,570	348,00	17,400	19,750
450	45000	724	25,129	362,00	18,100	20,450
460	46000	756	25,687	378,00	18,900	21,250
470	47000	790	26,245	395,00	19,750	22,100
480	48000	831	26,804	415,50	20,775	23,125
490	49000	882	27,362	441,00	22,050	24,400
500	50000	948	27,921	474,00	23,700	26,050
510	51000	965	28,479	482,50	24,125	26,475
520	52000	998	29,038	499,00	24,950	27,300
530	53000	1030	29,596	515,00	25,750	28,100
540	54000	1050	30,154	525,00	26,250	28,600
550	55000	1078	30,713	539,00	26,950	29,300
560	56000	1110	31,271	555,00	27,750	30,100
570	57000	1165	31,830	582,50	29,125	31,475
580	58000	1225	32,388	612,50	30,625	32,975
583,2	58320	1360	32,567	680,00	34,000	36,350
580	58000	1450	32,388	725,00	36,250	38,600
550	55000	1475	30,713	737,50	36,875	39,225
563	56300	1475	31,439	737,50	36,875	39,225
570	57000	1576	31,830	788,00	39,400	41,750
580	58000	1730	32,388	865,00	43,250	45,600
580	58000	1925	32,388	962,50	48,125	50,475
575	57500	2080	32,109	1040,00	52,000	54,350
570	57000	2150	31,830	1075,00	53,750	56,100
560	56000	2242	31,271	1121,00	56,050	58,400
550	55000	2395	30,713	1197,50	59,875	62,225

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-SP150-2

A_0 = 179,079 cm^2

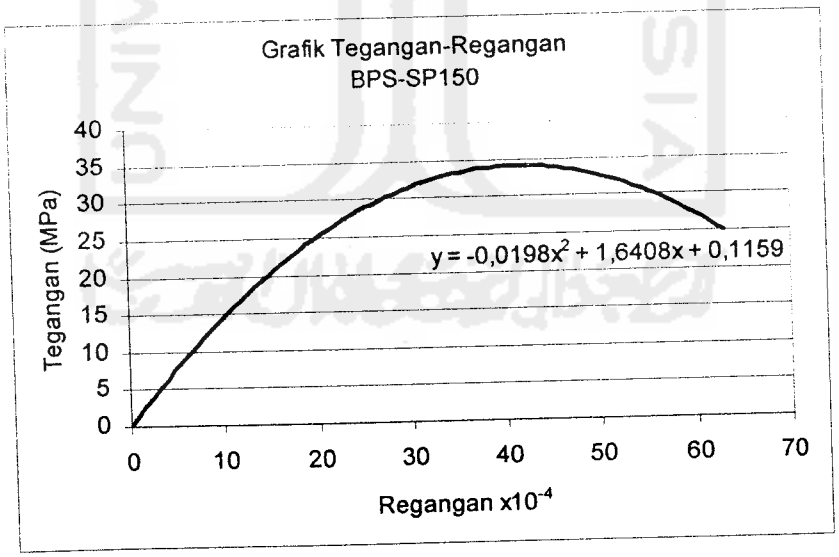
L_0 = 20 cm

Beban		Ekstensometer	σ=P/A	ΔL	ε=ΔL/Lo	Koreksi
KN	Kg	ΔL (10^{-3} mm)	MPa	(10^{-3})	(10^{-4})	
0	0	0	0	0	0	0
10	1000	6	0,558	3,00	0,150	2,500
20	2000	12	1,117	6,00	0,300	2,650
30	3000	21	1,675	10,50	0,525	2,875
40	4000	28	2,234	14,00	0,700	3,050
50	5000	35	2,792	17,50	0,875	3,225
60	6000	41	3,350	20,50	1,025	3,375
70	7000	49	3,909	24,50	1,225	3,575
80	8000	55	4,467	27,50	1,375	3,725
90	9000	61	5,026	30,50	1,525	3,875
100	10000	71	5,584	35,50	1,775	4,125
110	11000	80	6,143	40,00	2,000	4,350
120	12000	89	6,701	44,50	2,225	4,575
130	13000	96	7,259	48,00	2,400	4,750
140	14000	104	7,818	52,00	2,600	4,950
150	15000	113	8,376	56,50	2,825	5,175
160	16000	118	8,935	59,00	2,950	5,300
170	17000	125	9,493	62,50	3,125	5,475
180	18000	128	10,051	64,00	3,200	5,550
190	19000	129	10,610	64,50	3,225	5,575
200	20000	136	11,168	68,00	3,400	5,750
210	21000	143	11,727	71,50	3,575	5,925
220	22000	152	12,285	76,00	3,800	6,150
230	23000	159	12,844	79,50	3,975	6,325
240	24000	168	13,402	84,00	4,200	6,550
250	25000	176	13,960	88,00	4,400	6,750
260	26000	186	14,519	93,00	4,650	7,000
270	27000	197	15,077	98,50	4,925	7,275
280	28000	210	15,636	105,00	5,250	7,600
290	29000	224	16,194	112,00	5,600	7,950
300	30000	239	16,752	119,50	5,975	8,325
310	31000	265	17,311	132,50	6,625	8,975
320	32000	279	17,869	139,50	6,975	9,325
330	33000	297	18,428	148,50	7,425	9,775
340	34000	314	18,986	157,00	7,850	10,200
350	35000	334	19,544	167,00	8,350	10,700

LABORATORIUM
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP150-2

360	36000	354	20,103	177,00	8,850	11,200
370	37000	375	20,661	187,50	9,375	11,725
380	38000	397	21,220	198,50	9,925	12,275
390	39000	418	21,778	209,00	10,450	12,800
400	40000	440	22,337	220,00	11,000	13,350
410	41000	465	22,895	232,50	11,625	13,975
420	42000	488	23,453	244,00	12,200	14,550
430	43000	511	24,012	255,50	12,775	15,125
440	44000	538	24,570	269,00	13,450	15,800
450	45000	563	25,129	281,50	14,075	16,425
460	46000	592	25,687	296,00	14,800	17,150
470	47000	620	26,245	310,00	15,500	17,850
480	48000	648	26,804	324,00	16,200	18,550
490	49000	679	27,362	339,50	16,975	19,325
500	50000	731	27,921	365,50	18,275	20,625
510	51000	768	28,479	384,00	19,200	21,550
520	52000	812	29,038	406,00	20,300	22,650
530	53000	864	29,596	432,00	21,600	23,950
533,2	53320	912	29,775	456,00	22,800	25,150
520	52000	932	29,038	466,00	23,300	25,650
510	51000	1072	28,479	536,00	26,800	29,150
490	49000	1187	27,362	593,50	29,675	32,025
480	48000	1202	26,804	601,00	30,050	32,400
470	47000	1217	26,245	608,50	30,425	32,775
460	46000	1237	25,687	618,50	30,925	33,275



LAMPIRAN 6

(Hasil Pengujian Kuat Tarik)

Data Benda Uji Silinder
Untuk Pengujian Kuat Tarik Beton

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPN - 6	12	30,2	15,1	179,079	2,219	138,322	13832	19,310	1,931
BPN - 7	12	29,9	15,1	179,079	2,241	223,183	22318	31,470	3,147
BPN - 8	12	30	15	176,715	2,264	237,452	23745	33,593	3,359
						Rata-rata		28,124	2,812

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - 6	12,2	30	15,1	179,079	2,271	258,616	25862	36,344	3,634
BPS - 7	12,5	30,1	15,2	181,458	2,289	251,827	25183	35,041	3,504
BPS - 8	12,5	30,1	15,1	179,079	2,319	263,438	26344	36,899	3,690
						Rata-rata		36,095	3,609

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 025 -6	12,4	29,9	15,2	181,458	2,285	253,402	25340	35,496	3,550
BPS - SP 025 -7	12,65	30,3	15,1	179,079	2,331	241,195	24120	33,561	3,356
BPS - SP 025 -8	12,4	30,1	15	176,715	2,331	261,470	26147	36,868	3,687
						Rata-rata		35,308	3,531

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 050 -6	12,4	29,9	14,9	174,366	2,378	230,956	23096	33,003	3,300
BPS - SP 050 -7	12,2	30	15	176,715	2,301	230,071	23007	32,548	3,255
BPS - SP 050 -8	12,5	30	15	176,715	2,358	270,922	27092	38,328	3,833
						Rata-rata		34,626	3,463

Data Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tarik (Lanjutan)

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 075 -6	12,25	30,1	15	176,715	2,303	215,112	21511	30,331	3,033
BPS - SP 075 -7	12,35	30,1	15,1	179,079	2,291	239,028	23903	33,480	3,348
BPS - SP 075 -8	12,5	30,2	15,1	179,079	2,311	246,809	24681	34,455	3,446
						Rata-rata		32,755	3,276

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 100 -6	12,55	30,1	15	176,715	2,359	265,800	26580	37,478	3,748
BPS - SP 100 -7	12,3	30,1	15,1	179,079	2,282	230,956	23096	32,349	3,235
BPS - SP 100 -8	12,6	30,1	15,1	179,079	2,338	254,779	25478	35,686	3,569
						Rata-rata		35,171	3,517

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 125 -6	12,4	30,1	15,1	179,079	2,300	227,807	22781	31,908	3,191
BPS - SP 125 -7	12,4	30,3	15,1	179,079	2,285	235,089	23509	32,711	3,271
BPS - SP 125 -8	12,7	30,5	15,1	179,079	2,325	282,144	28214	39,001	3,900
						Rata-rata		34,540	3,454

Kode Sampel	Berat	Tinggi	Diameter	Luas Alas	Berat Satuan	Beban Maksimum (P)		Kuat Tarik	
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm^2)	(t/m^3)	kN	Kg	(Kg/cm^2)	(MPa)
BPS - SP 150 -6	12,7	30,3	15,1	179,079	2,341	312,855	31286	43,532	4,353
BPS - SP 150 -7	12,6	30,3	15,1	179,079	2,322	283,620	28362	39,464	3,946
BPS - SP 150 -8	12,7	30,4	15,1	179,079	2,333	241,983	24198	33,559	3,356
						Rata-rata		38,852	3,885

LAMPIRAN 7

(Hasil Pengujian Kuat Lentur)

Data Benda Uji Balok
Untuk Pengujian Kuat Lentur Beton

Kode Sampel	Berat	Panjang (L)	L pakai	Lebar	Tinggi	Beban Maksimum (P)	Kuat Lentur
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg)	(MPa)
BPN - 9	9,2	40,2	30	10,5	10	1653,90	4,725
BPN - 10	9,15	40,2	30	10,3	10	1663,680	4,846
BPN - 11	9,45	40	30	10,3	10	1590,360	4,632
						Rata-rata	4,734

Kode Sampel	Berat	Panjang (L)	L pakai	Lebar	Tinggi	Beban Maksimum (P)	Kuat Lentur
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg)	(MPa)
BPS - 9	9,550	40,5	30	10,3	9,8	1561,040	4,734
BPS - 10	9,500	40,5	30	10,3	9,6	1797,210	5,680
BPS - 11	9,800	40,2	30	10,4	9,8	1921,280	5,771
						Rata-rata	5,395

Kode Sampel	Berat	Panjang (L)	L pakai	Lebar	Tinggi	Beban Maksimum (P)	Kuat Lentur
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg)	(MPa)
BPS - SP 025 -9	9,150	39,9	30	10	10,1	1732,700	5,096
BPS - SP 025 -10	9,300	40	30	10,25	10,1	1841,880	5,285
BPS - SP 025 -11	9,350	40,45	30	10,4	9,95	1619,690	4,719
						Rata-rata	5,033

Kode Sampel	Berat	Panjang (L)	L pakai	Lebar	Tinggi	Beban Maksimum (P)	Kuat Lentur
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg)	(MPa)
BPS - SP 050 -9	9,2	40,3	30	10,2	9,9	1678,340	5,037
BPS - SP 050 -10	9,6	39,8	30	10,3	10	1565,930	4,561
BPS - SP 050 -11	9,4	40	30	10,4	10,1	1678,340	4,746
						Rata-rata	4,781

Data Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Lentur (Lanjutan)

Kode Sampel	Berat	Panjang (L)	L pakai	Lebar	Tinggi	Beban Maksimum (P)	Kuat Lentur
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg)	(MPa)
BPS - SP 075 -9	9,2	40	30	10	10	1916,310	5,749
BPS - SP 075 -10	9,3	40,1	30	10	10,1	1906,390	5,606
BPS - SP 075 -11	9,1	40,2	30	10	9,9	1822,030	5,577
						Rata-rata	5,644

Kode Sampel	Berat	Panjang (L)	L pakai	Lebar	Tinggi	Beban Maksimum (P)	Kuat Lentur
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg)	(MPa)
BPS - SP 100 -9	9,5	40,3	30	10	10	1822,030	5,466
BPS - SP 100 -10	9,4	40,1	30	10,1	10	1722,780	5,117
BPS - SP 100 -11	9,3	40	30	10,1	9,6	1931,200	6,224
						Rata-rata	5,602

Kode Sampel	Berat	Panjang (L)	L pakai	Lebar	Tinggi	Beban Maksimum (P)	Kuat Lentur
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg)	(MPa)
BPS - SP 125 -9	9,4	40	30	10,2	10	1807,140	5,315
BPS - SP 125 -10	9,3	39,9	30	10,2	10,3	1960,980	5,437
BPS - SP 125 -11	9,4	39,4	30	10,1	10,1	2020,530	5,883
						Rata-rata	5,545

Kode Sampel	Berat	Panjang (L)	L pakai	Lebar	Tinggi	Beban Maksimum (P)	Kuat Lentur
	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg)	(MPa)
BPS - SP 150 -9	9,5	40	30	10,2	10	2005,640	5,899
BPS - SP 150 -10	9,6	40,2	30	10,2	10,3	2217,190	6,147
BPS - SP 150 -11	9,4	39,8	30	10	10	1960,980	5,883
						Rata-rata	5,976

LAMPIRAN 8

(Hasil Pengujian Lendutan)

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

BPN - 9

L = 40.2 cm
B = 10.5 cm
H = 10.0 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1429	0
100	1	0.05	0.2857	3
150	1.5	0.075	0.4286	5
200	2	0.1	0.5714	6
250	2.5	0.125	0.7143	7
300	3	0.15	0.8571	10
350	3.5	0.175	1.0000	14
400	4	0.2	1.1429	15
450	4.5	0.225	1.2857	16
500	5	0.25	1.4286	19
550	5.5	0.275	1.5714	19.5
600	6	0.3	1.7143	21
650	6.5	0.325	1.8571	22
700	7	0.35	2.0000	23
750	7.5	0.375	2.1429	24
800	8	0.4	2.2857	25
850	8.5	0.425	2.4286	26
900	9	0.45	2.5714	27
950	9.5	0.475	2.7143	28
1000	10	0.5	2.8571	29
1050	10.5	0.525	3.0000	30
1100	11	0.55	3.1429	31
1150	11.5	0.575	3.2857	32
1200	12	0.6	3.4286	33
1250	12.5	0.625	3.5714	34
1300	13	0.65	3.7143	35
1350	13.5	0.675	3.8571	36
1400	14	0.7	4.0000	37
1450	14.5	0.725	4.1429	38.5
1500	15	0.75	4.2857	39
1560	15.6	0.78	4.4571	39.5

FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14.4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

BPN - 10

L = 40.2 cm
B = 10.3 cm
H = 10.0 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1456	1
100	1	0.05	0.2913	2
150	1.5	0.075	0.4369	3.5
200	2	0.1	0.5825	4.0
250	2.5	0.125	0.7282	5.5
300	3	0.15	0.8738	6.0
350	3.5	0.175	1.0194	8.0
400	4	0.2	1.1650	9.0
450	4.5	0.225	1.3107	10.0
500	5	0.25	1.4563	11.0
550	5.5	0.275	1.6019	12.0
600	6	0.3	1.7476	13.0
650	6.5	0.325	1.8932	13.5
700	7	0.35	2.0388	14.5
750	7.5	0.375	2.1845	15.5
800	8	0.4	2.3301	16.0
850	8.5	0.425	2.4757	17.0
900	9	0.45	2.6214	18.0
950	9.5	0.475	2.7670	19.0
1000	10	0.5	2.9126	19.5
1050	10.5	0.525	3.0583	20.0
1100	11	0.55	3.2039	21.0
1150	11.5	0.575	3.3495	22.0
1200	12	0.6	3.4951	23.0
1250	12.5	0.625	3.6408	23.5
1300	13	0.65	3.7864	24.0
1350	13.5	0.675	3.9320	25.0
1400	14	0.7	4.0777	25.5
1450	14.5	0.725	4.2233	26.0
1500	15	0.75	4.3689	27.0
1550	15.5	0.775	4.5146	28.0
1570	15.7	0.785	4.573	28.5

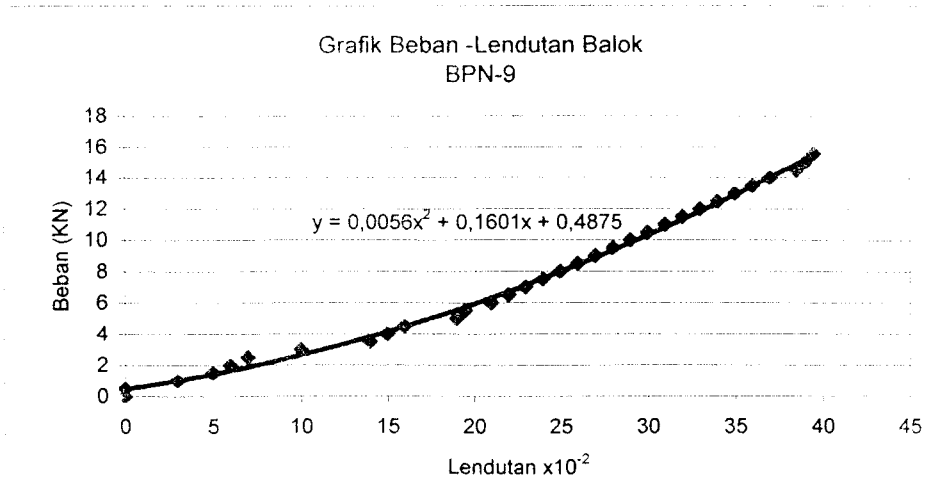
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

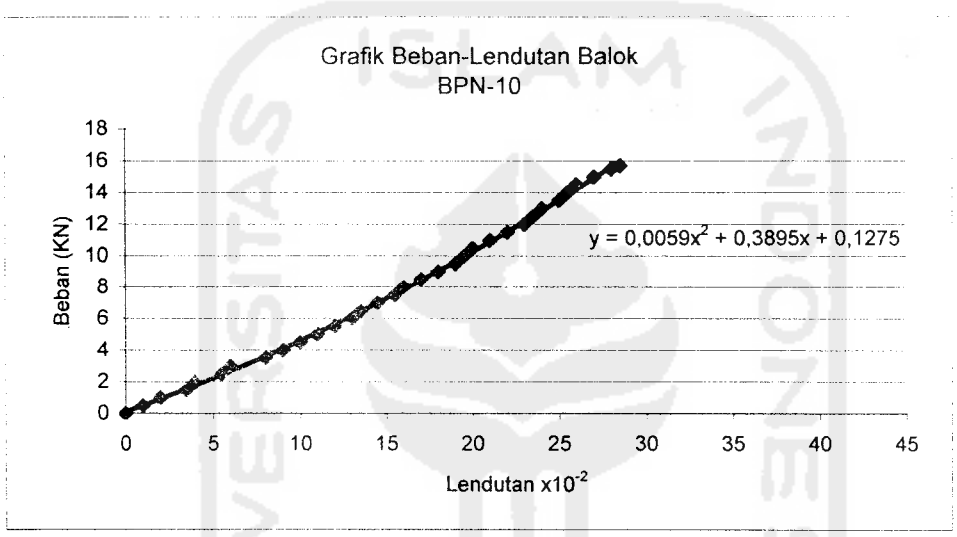
BPN - 11

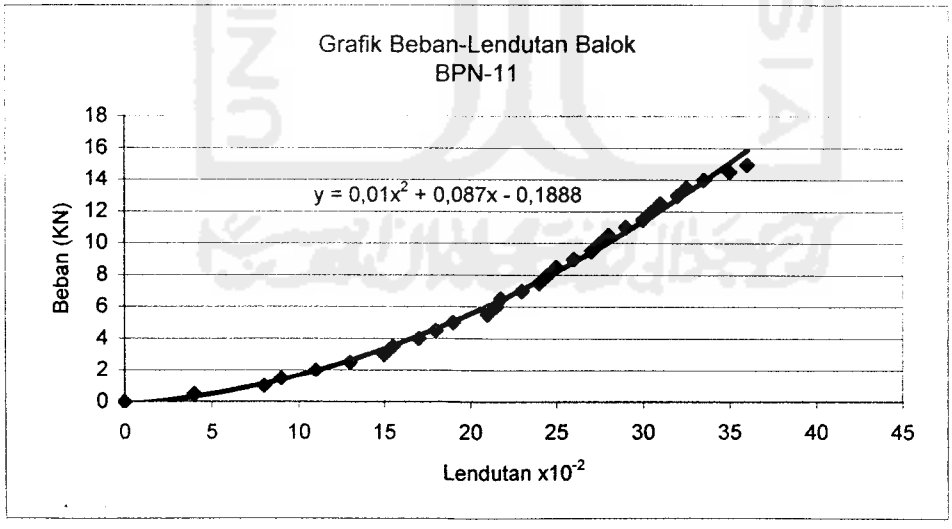
L = 40.0 cm
B = 10.3 cm
H = 10.0 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1456	4
100	1	0.05	0.2913	8
150	1.5	0.075	0.4369	9.0
200	2	0.1	0.5825	11.0
250	2.5	0.125	0.7282	13.0
300	3	0.15	0.8738	15.0
350	3.5	0.175	1.0194	15.5
400	4	0.2	1.1650	17.0
450	4.5	0.225	1.3107	18.0
500	5	0.25	1.4563	19.0
550	5.5	0.275	1.6019	21.0
600	6	0.3	1.7476	21.5
650	6.5	0.325	1.8932	21.75
700	7	0.35	2.0388	23.0
750	7.5	0.375	2.1845	24.0
800	8	0.4	2.3301	24.5
850	8.5	0.425	2.4757	25.0
900	9	0.45	2.6214	26.0
950	9.5	0.475	2.7670	27.0
1000	10	0.5	2.9126	27.5
1050	10.5	0.525	3.0583	28.0
1100	11	0.55	3.2039	29.0
1150	11.5	0.575	3.3495	30.0
1200	12	0.6	3.4951	30.5
1250	12.5	0.625	3.6408	31.0
1300	13	0.65	3.7864	32.0
1350	13.5	0.675	3.9320	32.5
1400	14	0.7	4.0777	33.5
1450	14.5	0.725	4.2233	35.0
1495	14.95	0.7475	4.3544	36.0

LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK


Grafik Beban -Lendutan Balok
BPN-9
Beban (KN)
y = 0,0056x² + 0,1601x + 0,4875
Lendutan x10⁻²


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPN-10
Beban (KN)
y = 0,0059x² + 0,3895x + 0,1275
Lendutan x10⁻²


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPN-11
Beban (KN)
y = 0,01x² + 0,087x - 0,1888
Lendutan x10⁻²

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

BPS - 9

L = 40.5 cm
B = 10.3 cm
H = 9.8 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1516	2
100	1	0.05	0.3033	5
150	1.5	0.075	0.4549	7
200	2	0.1	0.6065	9
250	2.5	0.125	0.7582	11
300	3	0.15	0.9098	13
350	3.5	0.175	1.0615	15
400	4	0.2	1.2131	17
450	4.5	0.225	1.3647	20
500	5	0.25	1.5164	21
550	5.5	0.275	1.6680	22.0
600	6	0.3	1.8196	23
650	6.5	0.325	1.9713	24
700	7	0.35	2.1229	26.0
750	7.5	0.375	2.2745	26.5
800	8	0.4	2.4262	27.0
850	8.5	0.425	2.5778	28.0
900	9	0.45	2.7294	29.0
950	9.5	0.475	2.8811	29.5
1000	10	0.5	3.0327	30.0
1050	10.5	0.525	3.1844	32.0
1100	11	0.55	3.3360	33.0
1150	11.5	0.575	3.4876	34.0
1200	12	0.6	3.6393	35.0
1250	12.5	0.625	3.7909	36.0
1300	13	0.65	3.9425	37.0
1350	13.5	0.675	4.0942	39.0
1400	14	0.7	4.2458	40.0
1450	14.5	0.725	4.3974	41.0
1465	14.65	0.7325	4.4429	42.0
400	4	0.2	1.2131	108.0
450	4.5	0.225	1.365	124.0
500	5	0.25	1.516	143.0
550	5.5	0.275	1.668	154.0
600	6	0.3	1.820	161.0
650	6.5	0.325	1.971	172.0
700	7	0.35	2.123	177.0
750	7.5	0.375	2.275	182.0
800	8	0.4	2.426	192.0

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 - 10

L = 40.5 cm
B = 10.3 cm
H = 9.6 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1580	2
100	1	0.05	0.3160	4
150	1.5	0.075	0.4741	5.0
200	2	0.1	0.6321	6.0
250	2.5	0.125	0.7901	7.0
300	3	0.15	0.9481	8.0
350	3.5	0.175	1.1061	9.0
400	4	0.2	1.2642	10.0
450	4.5	0.225	1.4222	11.0
500	5	0.25	1.5802	12.0
550	5.5	0.275	1.7382	14.0
600	6	0.3	1.8962	15.0
650	6.5	0.325	2.0543	15.5
700	7	0.35	2.2123	15.5
750	7.5	0.375	2.3703	16.0
800	8	0.4	2.5283	17.0
850	8.5	0.425	2.6863	18.0
900	9	0.45	2.8444	19.0
950	9.5	0.475	3.0024	20.0
1000	10	0.5	3.1604	20.5
1050	10.5	0.525	3.3184	22.0
1100	11	0.55	3.4764	23.0
1150	11.5	0.575	3.6345	24.0
1200	12	0.6	3.7925	24.5
1250	12.5	0.625	3.9505	25.0
1300	13	0.65	4.1085	26.0
1350	13.5	0.675	4.2665	27.5
1400	14	0.7	4.4246	27.5
1450	14.5	0.725	4.5826	28
1500	15	0.75	4.7406	29
1550	15.5	0.775	4.8986	30
1600	16	0.8	5.057	31
1650	16.5	0.825	5.215	32
1700	17	0.85	5.373	33
1705	17.05	0.8525	5.388	35
1150	11.5	0.575	3.634	55
1145	11.45	0.5725	3.619	75
1145	11.45	0.5725	3.619	94
1145	11.45	0.5725	3.619	105

Lanjutan BPS-10

1150	11.5	0.575	3.634	113
1160	11.6	0.58	3.666	120
1200	12	0.6	3.792	141
1250	12.5	0.625	3.950	168
1300	13	0.65	4.109	178
1350	13.5	0.675	4.267	190
1400	14	0.7	4.425	210
1450	14.5	0.725	4.583	238
1500	15	0.75	4.741	290
1200	12	0.6	3.792	305
1150	11.5	0.575	3.634	315
1100	11	0.55	3.476	360
1050	10.5	0.525	3.318	370
1000	10	0.5	3.160	390
950	9.5	0.475	3.002	455

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

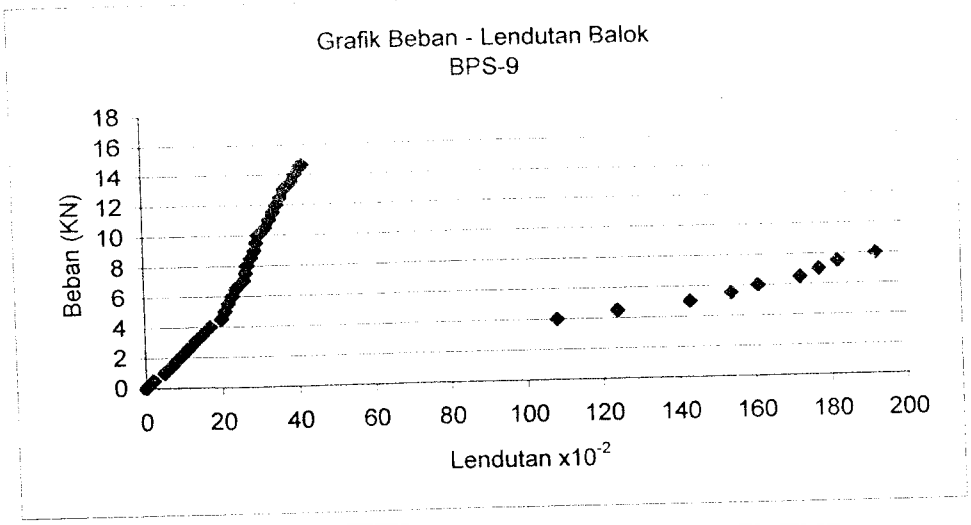
BPS - 11

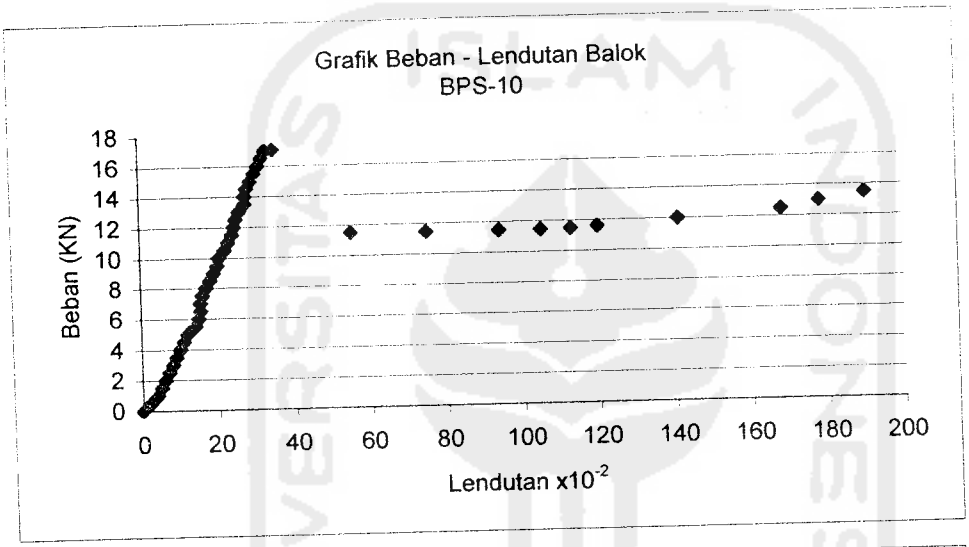
L = 40.2 cm
B = 10.4 cm
H = 9.8 cm

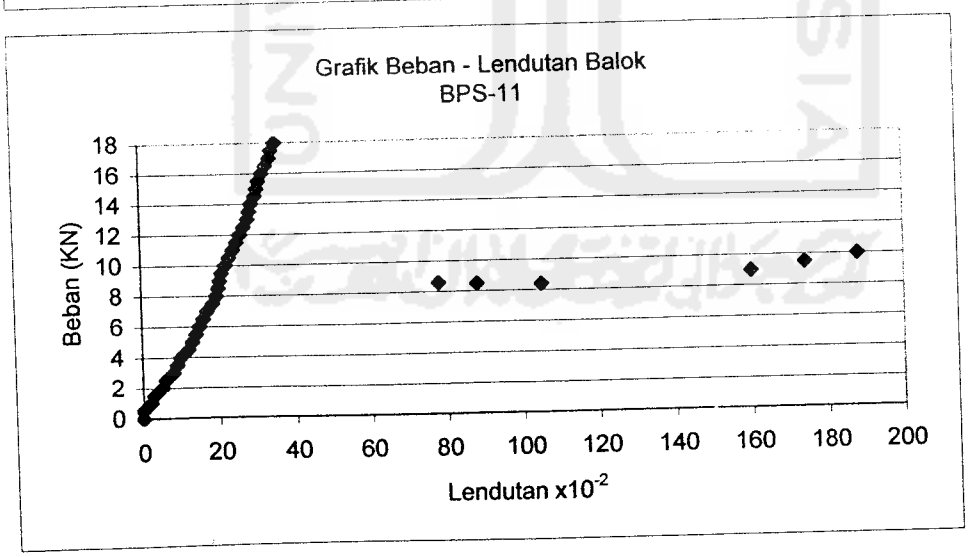
Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1502	0
100	1	0.05	0.3004	2
150	1.5	0.075	0.4505	3.0
200	2	0.1	0.6007	5.0
250	2.5	0.125	0.7509	6.0
300	3	0.15	0.9011	8.0
350	3.5	0.175	1.0512	9.0
400	4	0.2	1.2014	10.0
450	4.5	0.225	1.3516	12.0
500	5	0.25	1.5018	13.0
550	5.5	0.275	1.6520	14.0
600	6	0.3	1.8021	15.0
650	6.5	0.325	1.9523	16.00
700	7	0.35	2.1025	17.0
750	7.5	0.375	2.2527	18.5
800	8	0.4	2.4028	19.5
850	8.5	0.425	2.5530	20.0
900	9	0.45	2.7032	20.5
950	9.5	0.475	2.8534	21.0
1000	10	0.5	3.0036	22.0
1050	10.5	0.525	3.1537	23.0
1100	11	0.55	3.3039	24.0
1150	11.5	0.575	3.4541	25.0
1200	12	0.6	3.6043	26.0
1250	12.5	0.625	3.7544	27.0
1300	13	0.65	3.9046	28.0
1350	13.5	0.675	4.0548	28.5
1400	14	0.7	4.2050	29.0
1450	14.5	0.725	4.3552	30.0
1500	15	0.75	4.5053	30.5
1550	15.5	0.775	4.6555	31
1600	16	0.8	4.8057	32
1650	16.5	0.825	4.9559	33
1700	17	0.85	5.1060	34
1750	17.5	0.875	5.2562	35
1800	18	0.9	5.4064	36
1830	18.3	0.915	5.4965	37
860	8.6	0.43	2.5831	78

DITERIMA
DARI ADMINISTRASI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

850	8.5	0.425	2.5530	88
840	8.4	0.42	2.5230	105
900	9	0.45	2.7032	160
950	9.5	0.475	2.8534	174
1000	10	0.5	3.0036	188
1050	10.5	0.525	3.1537	208
1070	10.7	0.535	3.2138	240
1050	10.5	0.525	3.1537	295
1000	10	0.5	3.0036	305
950	9.5	0.475	2.8534	340
870	8.7	0.435	2.6131	360
850	8.5	0.425	2.5530	378
815	8.15	0.4075	2.4479	396


Grafik Beban - Lendutan Balok
BPS-9
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban - Lendutan Balok
BPS-10
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban - Lendutan Balok
BPS-11
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2

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

BPS-SP025- 9

L = 39.9 cm
B = 10.0 cm
H = 10.1 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1470	4
100	1	0.05	0.2941	5
150	1.5	0.075	0.4411	6
200	2	0.1	0.5882	7
250	2.5	0.125	0.7352	9.5
300	3	0.15	0.8823	10.0
350	3.5	0.175	1.0293	11.5
400	4	0.2	1.1764	13.0
450	4.5	0.225	1.3234	14.0
500	5	0.25	1.4704	15.0
550	5.5	0.275	1.6175	16.0
600	6	0.3	1.7645	17.0
650	6.5	0.325	1.9116	18.0
700	7	0.35	2.0586	18.5
750	7.5	0.375	2.2057	19.5
800	8	0.4	2.3527	20.0
850	8.5	0.425	2.4998	21.0
900	9	0.45	2.6468	22.0
950	9.5	0.475	2.7938	22.5
1000	10	0.5	2.9409	23.5
1050	10.5	0.525	3.0879	24.5
1100	11	0.55	3.2350	25.0
1150	11.5	0.575	3.3820	26.0
1200	12	0.6	3.5291	27.0
1250	12.5	0.625	3.6761	28.0
1300	13	0.65	3.8232	29.0
1350	13.5	0.675	3.9702	30.0
1400	14	0.7	4.1172	31.0
1450	14.5	0.725	4.2643	31.5
1500	15	0.75	4.4113	32.0
1550	15.5	0.775	4.5584	32.5
1600	16	0.8	4.705	34.0
1640	16.4	0.82	4.823	35.0
780	7.8	0.39	2.294	76.0
800	8	0.4	2.353	111.0
850	8.5	0.425	2.500	155.0
850	8.5	0.425	2.500	246.0
890	8.9	0.445	2.617	320.0
900	9	0.45	2.647	340.0
850	8.5	0.425	2.500	375.0
850	8.5	0.425	2.500	476.0
800	8	0.4	2.353	575.0
750	7.5	0.375	2.206	645.0
700	7	0.35	2.059	666.0

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

BPS-SP025- 10

L = 40.0 cm
B = 10.25 cm
H = 10.1 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1435	6
100	1	0.05	0.2869	8
150	1.5	0.075	0.4304	11.0
200	2	0.1	0.5738	12.0
250	2.5	0.125	0.7173	13.0
300	3	0.15	0.8607	14.0
350	3.5	0.175	1.0042	20.0
400	4	0.2	1.1477	21.0
450	4.5	0.225	1.2911	23.0
500	5	0.25	1.4346	25.0
550	5.5	0.275	1.5780	27.0
600	6	0.3	1.7215	28.0
650	6.5	0.325	1.8650	30.0
700	7	0.35	2.0084	31.0
750	7.5	0.375	2.1519	32.0
800	8	0.4	2.2953	34.0
850	8.5	0.425	2.4388	35.0
900	9	0.45	2.5822	36.0
950	9.5	0.475	2.7257	37.0
1000	10	0.5	2.8692	39.0
1050	10.5	0.525	3.0126	40.0
1100	11	0.55	3.1561	41.0
1150	11.5	0.575	3.2995	42.0
1200	12	0.6	3.4430	43.0
1250	12.5	0.625	3.5864	44.0
1300	13	0.65	3.7299	45.0
1350	13.5	0.675	3.8734	46.0
1400	14	0.7	4.0168	47.0
1450	14.5	0.725	4.1603	48
1500	15	0.75	4.3037	49
1550	15.5	0.775	4.4472	51
1600	16	0.8	4.591	52
1650	16.5	0.825	4.734	53
1750	17.5	0.875	5.021	54
1155	11.55	0.5775	3.314	89
1200	12	0.6	3.443	103
1250	12.5	0.625	3.586	140

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

1300	13	0.65	3.730	154
1350	13.5	0.675	3.873	165
1400	14	0.7	4.017	180
1450	14.5	0.725	4.160	199
1485	14.85	0.7425	4.261	235
1500	15	0.75	4.304	278
1515	15.15	0.7575	4.347	340
1510	15.1	0.755	4.332	390
1500	15	0.75	4.304	425
1470	14.7	0.735	4.218	485
1450	14.5	0.725	4.160	541
1400	14	0.7	4.017	612
1300	13	0.65	3.730	665
1250	12.5	0.625	3.586	699
1200	12	0.6	3.443	712
1150	11.5	0.575	3.300	713
1100	11	0.55	3.156	763
1105	11.05	0.5525	3.170	788

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

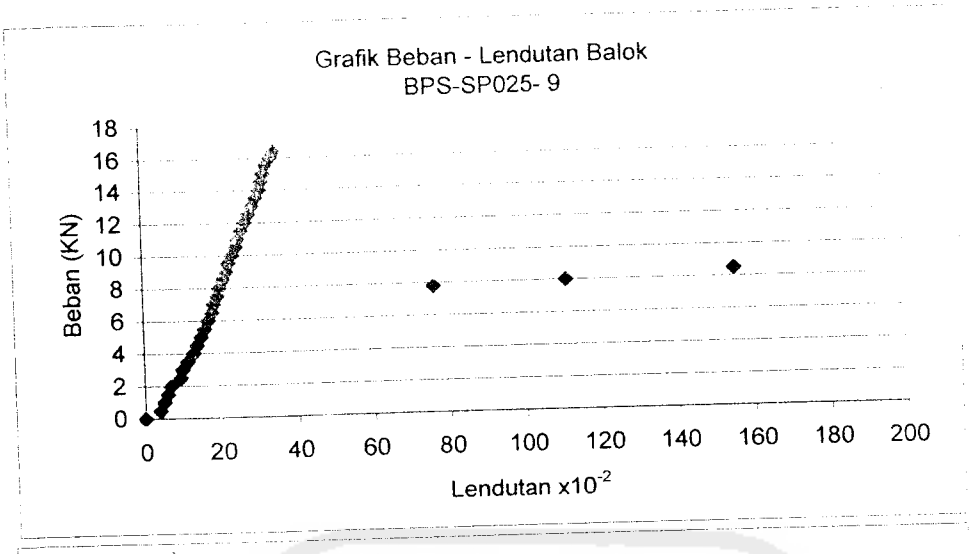
BPS-SP025- 11

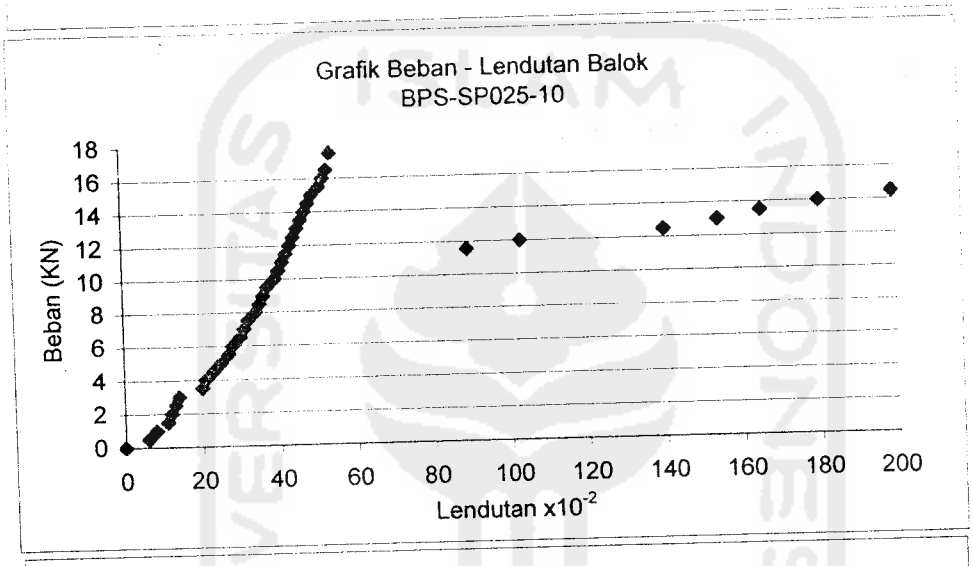
L = 40.45 cm
B = 10.4 cm
H = 9.95 cm

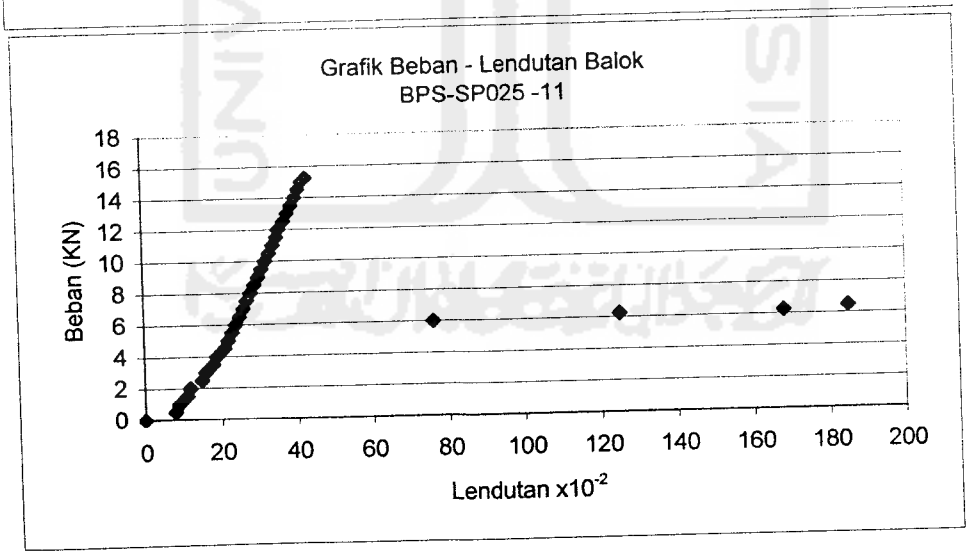
Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1457	8
100	1	0.05	0.2914	9
150	1.5	0.075	0.4371	11.0
200	2	0.1	0.5827	12.0
250	2.5	0.125	0.7284	15.0
300	3	0.15	0.8741	16.0
350	3.5	0.175	1.0198	18.0
400	4	0.2	1.1655	19.0
450	4.5	0.225	1.3112	21.0
500	5	0.25	1.4568	22.0
550	5.5	0.275	1.6025	23.0
600	6	0.3	1.7482	24.0
650	6.5	0.325	1.8939	25.00
700	7	0.35	2.0396	26.0
750	7.5	0.375	2.1853	27.0
800	8	0.4	2.3309	28.0
850	8.5	0.425	2.4766	29.0
900	9	0.45	2.6223	30.0
950	9.5	0.475	2.7680	31.0
1000	10	0.5	2.9137	32.0
1050	10.5	0.525	3.0594	33.0
1100	11	0.55	3.2050	34.0
1150	11.5	0.575	3.3507	35.0
1200	12	0.6	3.4964	35.5
1250	12.5	0.625	3.6421	37.0
1300	13	0.65	3.7878	38.0
1350	13.5	0.675	3.9335	39.0
1400	14	0.7	4.0792	40.0
1450	14.5	0.725	4.2248	41.0
1500	15	0.75	4.3705	42.0
1525	15.25	0.7625	4.4434	43
600	6	0.3	1.7482	76
625	6.25	0.3125	1.8210	125
625	6.25	0.3125	1.8210	168
650	6.5	0.325	1.8939	185
700	7	0.35	2.0396	212
750	7.5	0.375	2.1853	228
800	8	0.4	2.3309	248
850	8.5	0.425	2.4766	263
870	8.7	0.435	2.5349	300
850	8.5	0.425	2.4766	308

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

800	8	0.4	2.3309	321
790	7.9	0.395	2.3018	354
800	8	0.4	2.3309	403
820	8.2	0.41	2.3892	428
825	8.25	0.4125	2.4038	468
840	8.4	0.42	2.4475	505
845	8.45	0.4225	2.4621	550


Grafik Beban - Lendutan Balok
BPS-SP025- 9
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban - Lendutan Balok
BPS-SP025-10
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban - Lendutan Balok
BPS-SP025 -11
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2

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

BPS-SP050- 9

L = 40.3 cm
B = 10.2 cm
H = 9.9 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1500	10
100	1	0.05	0.3001	12
150	1.5	0.075	0.4501	14
200	2	0.1	0.6002	16
250	2.5	0.125	0.7502	17.0
300	3	0.15	0.9003	18.5
350	3.5	0.175	1.0503	20.0
400	4	0.2	1.2004	21.0
450	4.5	0.225	1.3504	22.0
500	5	0.25	1.5004	23.0
550	5.5	0.275	1.6505	24.0
600	6	0.3	1.8005	25.0
650	6.5	0.325	1.9506	25.5
700	7	0.35	2.1006	26.0
750	7.5	0.375	2.2507	27.0
800	8	0.4	2.4007	28.0
850	8.5	0.425	2.5508	29.0
900	9	0.45	2.7008	30.0
950	9.5	0.475	2.8508	30.5
1000	10	0.5	3.0009	31.0
1050	10.5	0.525	3.1509	32.0
1100	11	0.55	3.3010	33.0
1150	11.5	0.575	3.4510	34.0
1200	12	0.6	3.6011	35.0
1250	12.5	0.625	3.7511	36.0
1300	13	0.65	3.9012	36.5
1350	13.5	0.675	4.0512	37.0
1400	14	0.7	4.2013	38.5
1450	14.5	0.725	4.3513	39.0
1500	15	0.75	4.5013	40.0
1585	15.85	0.7925	4.7564	42.0
720	7.2	0.36	2.161	105.0
750	7.5	0.375	2.251	148.0
800	8	0.4	2.401	184.0
830	8.3	0.415	2.491	190.0
800	8	0.4	2.401	215.0
755	7.55	0.3775	2.266	235.0
700	7	0.35	2.101	235.0

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

BPS-SP050-10

L = 39.8 cm
B = 10.30 cm
H = 10.0 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1456	1
100	1	0.05	0.2913	2
150	1.5	0.075	0.4369	3.0
200	2	0.1	0.5825	4.0
250	2.5	0.125	0.7282	6.0
300	3	0.15	0.8738	8.0
350	3.5	0.175	1.0194	10.0
400	4	0.2	1.1650	11.0
450	4.5	0.225	1.3107	12.0
500	5	0.25	1.4563	12.5
550	5.5	0.275	1.6019	13.0
600	6	0.3	1.7476	14.5
650	6.5	0.325	1.8932	15.5
700	7	0.35	2.0388	17.0
750	7.5	0.375	2.1845	18.0
800	8	0.4	2.3301	19.5
850	8.5	0.425	2.4757	21.0
900	9	0.45	2.6214	22.0
950	9.5	0.475	2.7670	23.0
1000	10	0.5	2.9126	24.0
1050	10.5	0.525	3.0583	25.0
1100	11	0.55	3.2039	26.0
1150	11.5	0.575	3.3495	26.5
1200	12	0.6	3.4951	27.5
1250	12.5	0.625	3.6408	28.0
1300	13	0.65	3.7864	29.0
1350	13.5	0.675	3.9320	29.5
1400	14	0.7	4.0777	30.5
1450	14.5	0.725	4.2233	32
1470	14.7	0.735	4.2816	33
860	8.6	0.43	2.5049	108
850	8.5	0.425	2.476	150
860	8.6	0.43	2.505	255
830	8.3	0.415	2.417	281
810	8.1	0.405	2.359	340
785	7.85	0.3925	2.286	385
785	7.85	0.3925	2.286	420

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI 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

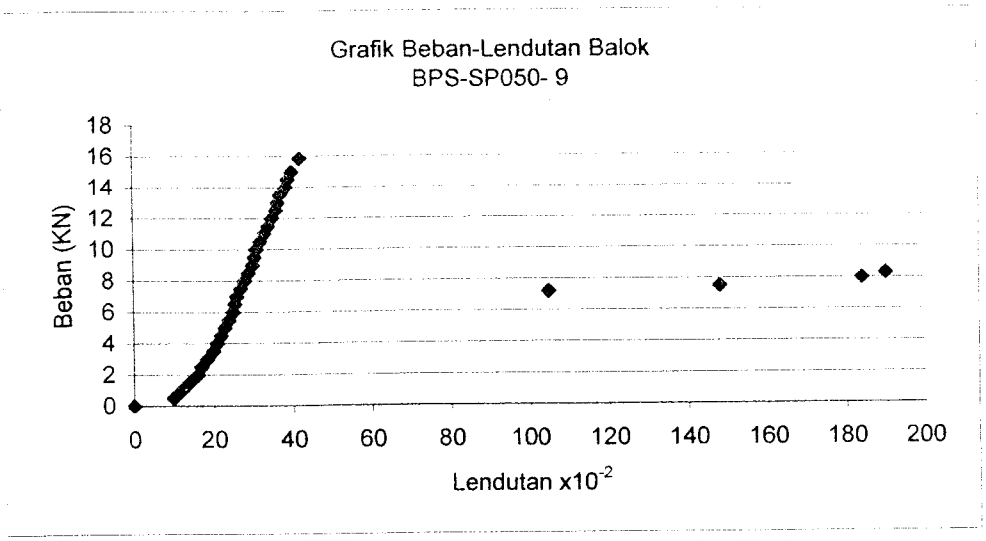
BPS-SP050-11

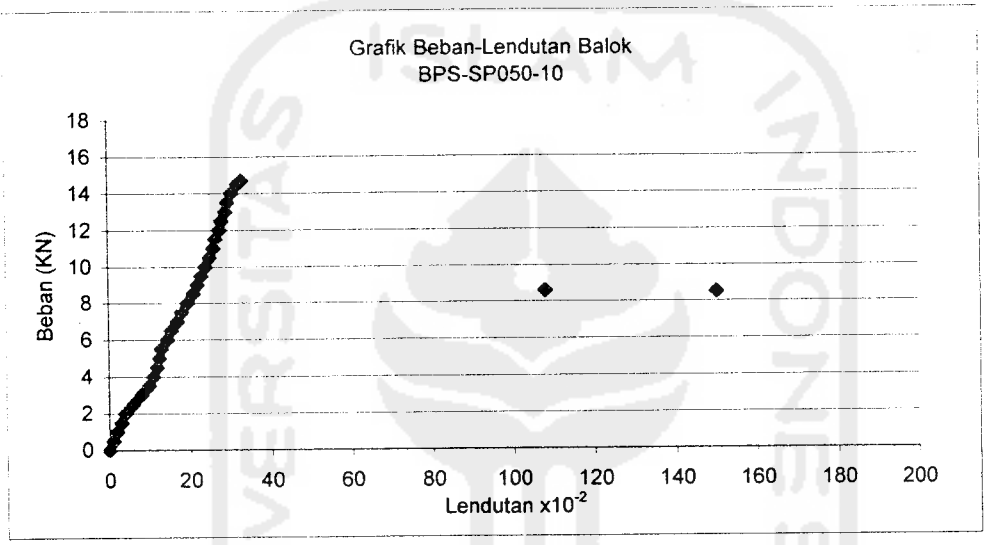
L = 40.0 cm
B = 10.4 cm
H = 10.10 cm

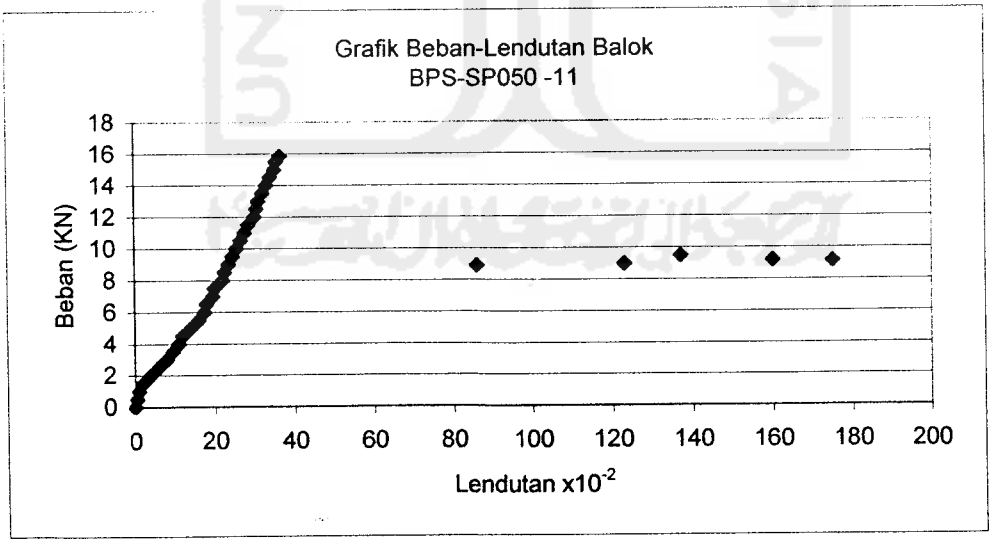
Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1414	0.5
100	1	0.05	0.2828	1
150	1.5	0.075	0.4242	2.0
200	2	0.1	0.5656	4.0
250	2.5	0.125	0.7069	6.0
300	3	0.15	0.8483	8.0
350	3.5	0.175	0.9897	9.5
400	4	0.2	1.1311	11.0
450	4.5	0.225	1.2725	12.0
500	5	0.25	1.4139	14.0
550	5.5	0.275	1.5553	16.0
600	6	0.3	1.6967	17.5
650	6.5	0.325	1.8381	18
700	7	0.35	1.9794	19.5
750	7.5	0.375	2.1208	20.0
800	8	0.4	2.2622	22.0
850	8.5	0.425	2.4036	22.5
900	9	0.45	2.5450	23.5
950	9.5	0.475	2.6864	24.5
1000	10	0.5	2.8278	25.5
1050	10.5	0.525	2.9692	26.5
1100	11	0.55	3.1106	27.5
1150	11.5	0.575	3.2519	28.5
1200	12	0.6	3.3933	30.0
1250	12.5	0.625	3.5347	30.5
1300	13	0.65	3.6761	31.0
1350	13.5	0.675	3.8175	32.0
1400	14	0.7	3.9589	33.0
1450	14.5	0.725	4.1003	34.0
1500	15	0.75	4.2417	35.0
1550	15.5	0.775	4.3831	35.5
1585	15.85	0.7925	4.4820	36.5
890	8.9	0.445	2.5167	86
900	9	0.45	2.5450	123

Lanjutan BPS-SP050-11

950	9.5	0.475	2.6864	137
920	9.2	0.46	2.6016	160
915	9.15	0.4575	2.5874	175
950	9.5	0.475	2.6864	205
950	9.5	0.475	2.6864	240
900	9	0.45	2.5450	311


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP050- 9
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP050-10
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP050 -11
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2

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

BPS-SP075-9

L =	40.0	cm
B =	10.0	cm
H =	10.0	cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1500	1
100	1	0.05	0.3000	2
150	1.5	0.075	0.4500	4
200	2	0.1	0.6000	5
250	2.5	0.125	0.7500	7.0
300	3	0.15	0.9000	9.0
350	3.5	0.175	1.0500	11.0
400	4	0.2	1.2000	14.0
450	4.5	0.225	1.3500	14.5
500	5	0.25	1.5000	15.5
550	5.5	0.275	1.6500	16.0
600	6	0.3	1.8000	17.5
650	6.5	0.325	1.9500	18.0
700	7	0.35	2.1000	19.0
750	7.5	0.375	2.2500	20.0
800	8	0.4	2.4000	21.0
850	8.5	0.425	2.5500	22.0
900	9	0.45	2.7000	23.0
950	9.5	0.475	2.8500	23.5
1000	10	0.5	3.0000	24.0
1050	10.5	0.525	3.1500	25.0
1100	11	0.55	3.3000	26.0
1150	11.5	0.575	3.4500	27.0
1200	12	0.6	3.6000	28.5
1250	12.5	0.625	3.7500	29.0
1300	13	0.65	3.9000	29.5
1350	13.5	0.675	4.0500	30.0
1400	14	0.7	4.2000	31.0
1450	14.5	0.725	4.3500	31.5
1500	15	0.75	4.5000	32.0
1550	15.5	0.775	4.6500	33.0
1600	16	0.8	4.800	34.0
1650	16.5	0.825	4.950	34.5
1700	17	0.85	5.100	35.0
1750	17.5	0.875	5.250	36.0
1800	18	0.9	5.400	37.0
1825	18.25	0.9125	5.475	39.0

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

BPS-SP075-10

L = 40.1 cm
B = 10.00 cm
H = 10.1 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1470	0.5
100	1	0.05	0.2941	2
150	1.5	0.075	0.4411	3.0
200	2	0.1	0.5882	4.0
250	2.5	0.125	0.7352	6.0
300	3	0.15	0.8823	7.0
350	3.5	0.175	1.0293	8.0
400	4	0.2	1.1764	9.0
450	4.5	0.225	1.3234	10.5
500	5	0.25	1.4704	11.0
550	5.5	0.275	1.6175	12.0
600	6	0.3	1.7645	13.0
650	6.5	0.325	1.9116	14.0
700	7	0.35	2.0586	14.5
750	7.5	0.375	2.2057	15.0
800	8	0.4	2.3527	16.0
850	8.5	0.425	2.4998	17.0
900	9	0.45	2.6468	18.0
950	9.5	0.475	2.7938	19.0
1000	10	0.5	2.9409	19.5
1050	10.5	0.525	3.0879	20.0
1100	11	0.55	3.2350	21.0
1150	11.5	0.575	3.3820	22.0
1200	12	0.6	3.5291	22.5
1250	12.5	0.625	3.6761	23.0
1300	13	0.65	3.8232	24.0
1350	13.5	0.675	3.9702	25.0
1400	14	0.7	4.1172	25.5
1450	14.5	0.725	4.2643	26
1500	15	0.75	4.4113	27
1550	15.5	0.775	4.5584	28
1600	16	0.8	4.705	28.5
1650	16.5	0.825	4.852	29
1700	17	0.85	5.000	30
1750	17.5	0.875	5.147	30.5
1800	18	0.9	5.294	31
1815	18.15	0.9075	5.338	32

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP075-10

1805	18.05	0.9025	5.308	62
1100	11	0.55	3.235	72
1200	12	0.6	3.529	121
1250	12.5	0.625	3.676	146
1300	13	0.65	3.823	180
1330	13.3	0.665	3.911	254
1330	13.3	0.665	3.911	315
1330	13.3	0.665	3.911	348
1210	12.1	0.605	3.558	426
1200	12	0.6	3.529	466
1150	11.5	0.575	3.382	500
1150	11.5	0.575	3.382	573
1120	11.2	0.56	3.294	585

FAKULTAS TEKNIK UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jln. Kaliurang Km 14,4 Tlp (0274)895707,895042 fax :(0274) 895330 Yogyakarta 55584

BPS - 0,75-11

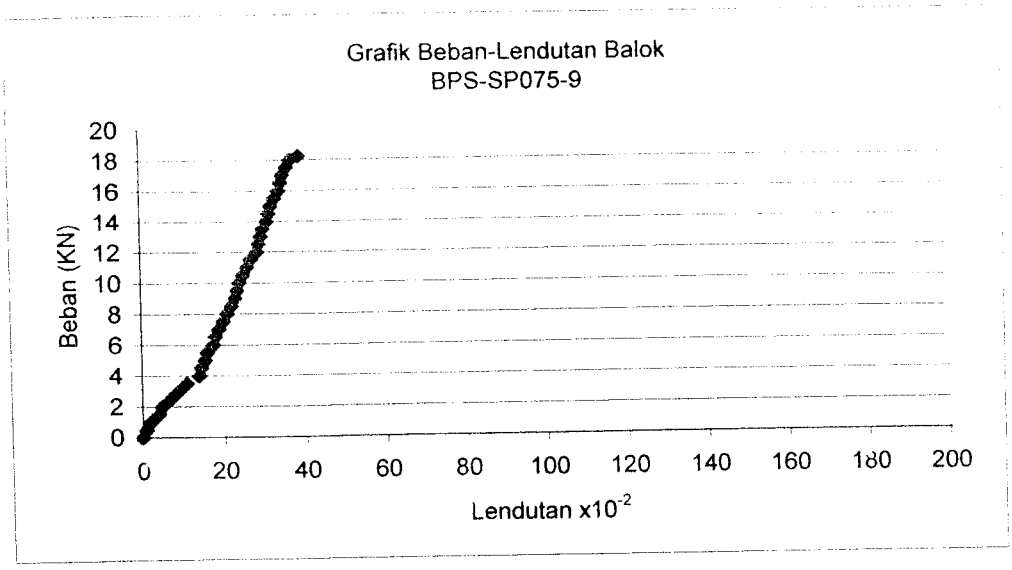
L =	40.2	cm
B =	10.0	cm
H =	9.90	cm

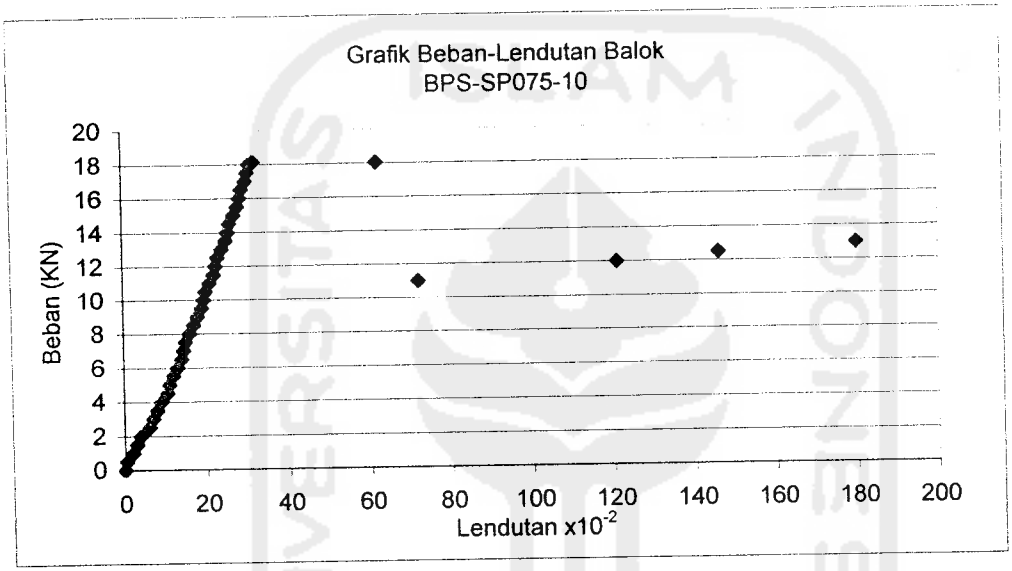
Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1530	1.0
100	1	0.05	0.3061	4
150	1.5	0.075	0.4591	6.0
200	2	0.1	0.6122	7.0
250	2.5	0.125	0.7652	9.0
300	3	0.15	0.9183	10.0
350	3.5	0.175	1.0713	10.5
400	4	0.2	1.2244	12.0
450	4.5	0.225	1.3774	12.5
500	5	0.25	1.5305	14.0
550	5.5	0.275	1.6835	16.0
600	6	0.3	1.8365	17.0
650	6.5	0.325	1.9896	18
700	7	0.35	2.1426	19.0
750	7.5	0.375	2.2957	20.0
800	8	0.4	2.4487	21.0
850	8.5	0.425	2.6018	22.0
900	9	0.45	2.7548	23.0
950	9.5	0.475	2.9079	24.0
1000	10	0.5	3.0609	25.0
1050	10.5	0.525	3.2140	25.5
1100	11	0.55	3.3670	26.0
1150	11.5	0.575	3.5200	27.0
1200	12	0.6	3.6731	28.0
1250	12.5	0.625	3.8261	29.0
1300	13	0.65	3.9792	30.0
1350	13.5	0.675	4.1322	31.0
1400	14	0.7	4.2853	31.5
1450	14.5	0.725	4.4383	32.0
1500	15	0.75	4.5914	33.0
1550	15.5	0.775	4.7444	34.0
1600	16	0.8	4.8975	34.5
1650	16.5	0.825	5.0505	35
1700	17	0.85	5.2036	36
1730	17.3	0.865	5.2954	37
1120	11.2	0.56	3.4282	66
1150	11.5	0.575	3.5200	124

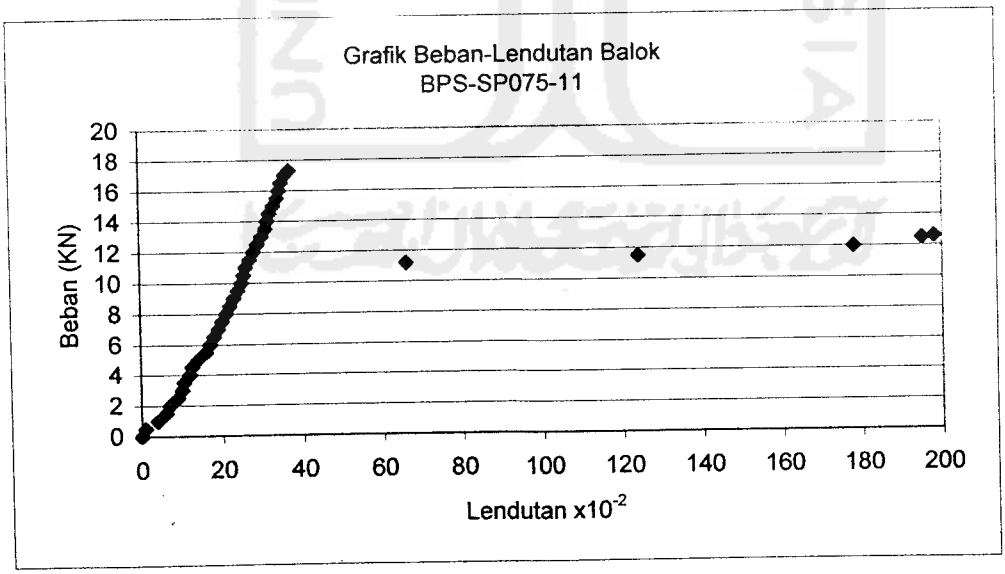
Lanjutan BPS-SP075-11

1200	12	0.6	3.6731	178
1250	12.5	0.625	3.8261	195
1260	12.6	0.63	3.8567	198
1250	12.5	0.625	3.8261	245
1295	12.95	0.6475	3.9639	295
1250	12.5	0.625	3.8261	378
1300	13	0.65	3.9792	424
1350	13.5	0.675	4.1322	455
1300	13	0.65	3.9792	503
1200	12	0.6	3.6731	520
1150	11.5	0.575	3.5200	531

FAKULTAS TEKNIK UII


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP075-9
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP075-10
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP075-11
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2

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

BPS-SP100-9

L = 40.3 cm
B = 10.0 cm
H = 10.0 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1500	2
100	1	0.05	0.3000	4
150	1.5	0.075	0.4500	6
200	2	0.1	0.6000	9
250	2.5	0.125	0.7500	11.0
300	3	0.15	0.9000	12.0
350	3.5	0.175	1.0500	14.0
400	4	0.2	1.2000	15.0
450	4.5	0.225	1.3500	16.0
500	5	0.25	1.5000	19.0
550	5.5	0.275	1.6500	19.5
600	6	0.3	1.8000	20.0
650	6.5	0.325	1.9500	20.5
700	7	0.35	2.1000	21.0
750	7.5	0.375	2.2500	22.0
800	8	0.4	2.4000	23.0
850	8.5	0.425	2.5500	24.0
900	9	0.45	2.7000	25.0
950	9.5	0.475	2.8500	26.0
1000	10	0.5	3.0000	27.0
1050	10.5	0.525	3.1500	27.5
1100	11	0.55	3.3000	28.0
1150	11.5	0.575	3.4500	28.5
1200	12	0.6	3.6000	29.5
1250	12.5	0.625	3.7500	30.5
1300	13	0.65	3.9000	31.0
1350	13.5	0.675	4.0500	32.0
1400	14	0.7	4.2000	33.0
1450	14.5	0.725	4.3500	34.0
1500	15	0.75	4.5000	34.5
1550	15.5	0.775	4.6500	35.0
1600	16	0.8	4.800	36.0
1650	16.5	0.825	4.950	37.0
1700	17	0.85	5.100	38.0
1730	17.3	0.865	5.190	40.0
1465	14.65	0.7325	4.395	65.0
1500	15	0.75	4.500	118.0

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP100-9

1530	15.3	0.765	4.590	182.0
1550	15.5	0.775	4.650	218.0
1590	15.9	0.795	4.770	240.0
1550	15.5	0.775	4.650	318.0
1520	15.2	0.76	4.560	395.0
1500	15	0.75	4.500	422.0
1450	14.5	0.725	4.350	435.0
1300	13	0.65	3.900	441.00
1250	12.5	0.625	3.750	456.00

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

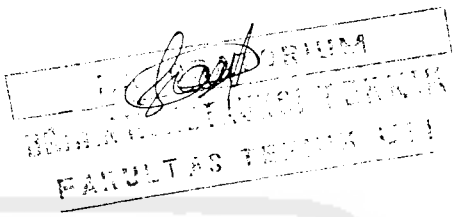
BPS-SP100-10

L = 40.1 cm
B = 10.10 cm
H = 10.0 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1485	1
100	1	0.05	0.2970	3
150	1.5	0.075	0.4455	4.5
200	2	0.1	0.5941	5.5
250	2.5	0.125	0.7426	7.0
300	3	0.15	0.8911	8.0
350	3.5	0.175	1.0396	9.0
400	4	0.2	1.1881	10.0
450	4.5	0.225	1.3366	11.0
500	5	0.25	1.4851	11.5
550	5.5	0.275	1.6337	12.0
600	6	0.3	1.7822	13.0
650	6.5	0.325	1.9307	14.0
700	7	0.35	2.0792	14.5
750	7.5	0.375	2.2277	15.0
800	8	0.4	2.3762	16.0
850	8.5	0.425	2.5248	16.5
900	9	0.45	2.6733	17.0
950	9.5	0.475	2.8218	18.0
1000	10	0.5	2.9703	18.5
1050	10.5	0.525	3.1188	19.0
1100	11	0.55	3.2673	20.0
1150	11.5	0.575	3.4158	20.5
1200	12	0.6	3.5644	21.0
1250	12.5	0.625	3.7129	21.5
1300	13	0.65	3.8614	22.0
1350	13.5	0.675	4.0099	22.5
1400	14	0.7	4.1584	23.0
1450	14.5	0.725	4.3069	23.5
1500	15	0.75	4.4554	24
1550	15.5	0.775	4.6040	25
1600	16	0.8	4.752	25.5
1630	16.3	0.815	4.842	27.0
1000	10	0.5	2.970	60
900	9	0.45	2.673	66.0
860	8.6	0.43	2.554	103
900	9	0.45	2.673	168

Lanjutan BPS-SP100-10

920	9.2	0.46	2.733	210
940	9.4	0.47	2.792	258
950	9.5	0.475	2.822	283
960	9.6	0.48	2.851	306
920	9.2	0.46	2.733	335
940	9.4	0.47	2.792	366
900	9	0.45	2.673	399



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-SP100-11

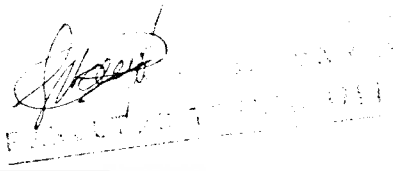
L = 40.0 cm
B = 10.1 cm
H = 9.60 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1611	1.0
100	1	0.05	0.3223	2
150	1.5	0.075	0.4834	2.5
200	2	0.1	0.6446	3.0
250	2.5	0.125	0.8057	4.5
300	3	0.15	0.9669	5.5
350	3.5	0.175	1.1280	6.5
400	4	0.2	1.2892	8.0
450	4.5	0.225	1.4503	9.5
500	5	0.25	1.6115	11.0
550	5.5	0.275	1.7726	12.0
600	6	0.3	1.9338	13.0
650	6.5	0.325	2.0949	13.5
700	7	0.35	2.2561	14.5
750	7.5	0.375	2.4172	15.0
800	8	0.4	2.5784	16.0
850	8.5	0.425	2.7395	17.0
900	9	0.45	2.9007	18.0
950	9.5	0.475	3.0618	19.0
1000	10	0.5	3.2230	20.0
1050	10.5	0.525	3.3841	21.0
1100	11	0.55	3.5453	22.0
1150	11.5	0.575	3.7064	23.0
1200	12	0.6	3.8676	23.5
1250	12.5	0.625	4.0287	24.0
1300	13	0.65	4.1899	25.0
1350	13.5	0.675	4.3510	25.5
1400	14	0.7	4.5122	26.0
1450	14.5	0.725	4.6733	27.0
1500	15	0.75	4.8345	28.0
1550	15.5	0.775	4.9956	28.5
1600	16	0.8	5.1568	29.0
1650	16.5	0.825	5.3179	29.5
1700	17	0.85	5.4791	30
1750	17.5	0.875	5.6402	30.5
1800	18	0.9	5.8014	31.5
1840	18.4	0.92	5.9303	33

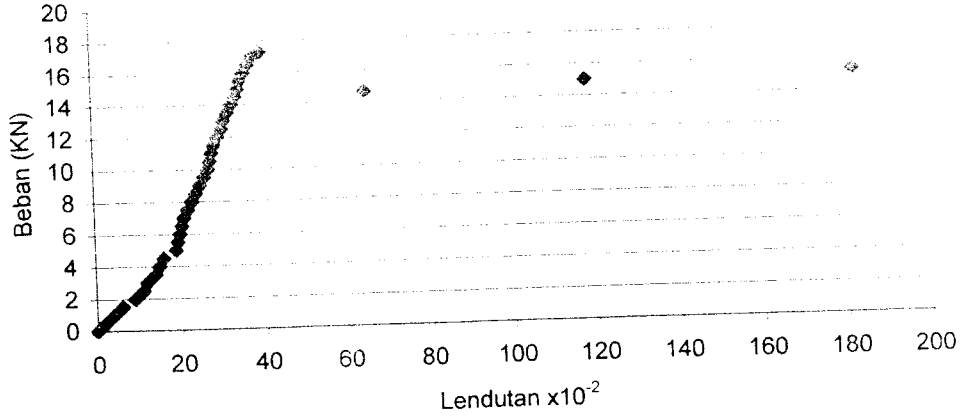
FAKULTAS TEKNIK SIPIL

Lanjutan BPS-SP100-11

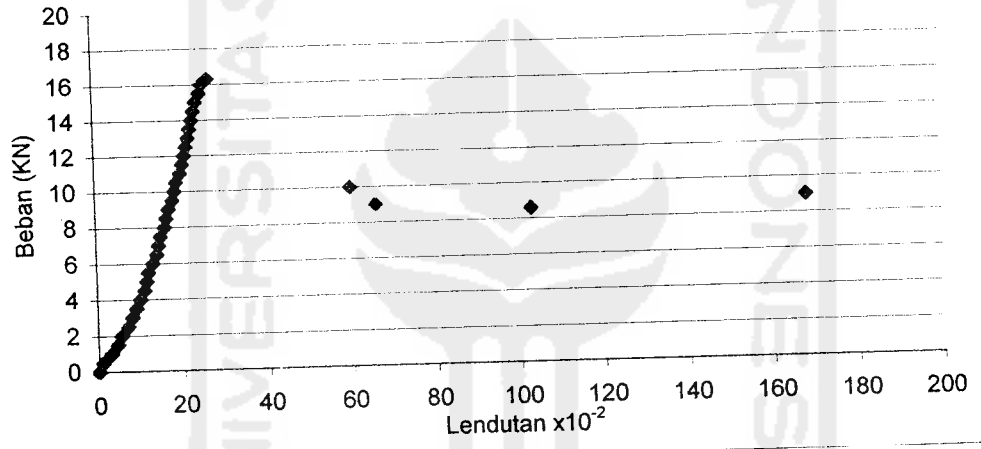
710	7.1	0.355	2.2883	115
725	7.25	0.3625	2.3367	155
710	7.1	0.355	2.2883	209
700	7	0.35	2.2561	240
650	6.5	0.325	2.0949	244
600	6	0.3	1.9338	265
685	6.85	0.3425	2.2077	310



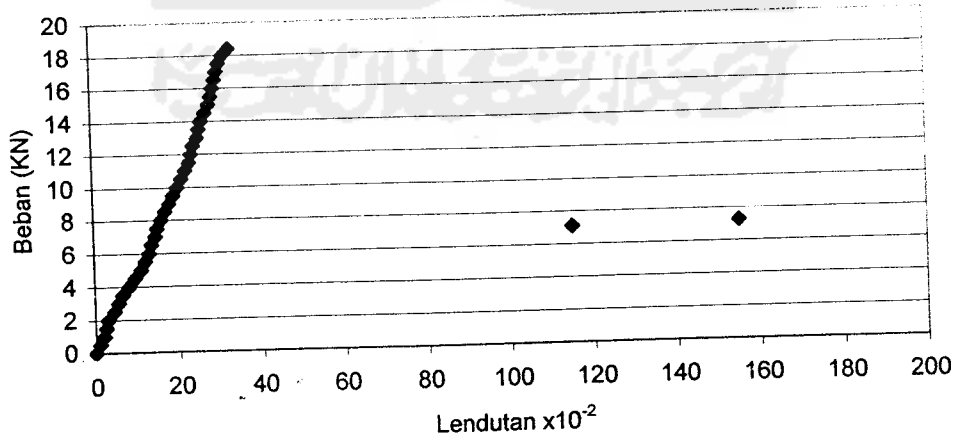
Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP100-9



Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP100-10



Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP100-11



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-SP125-9

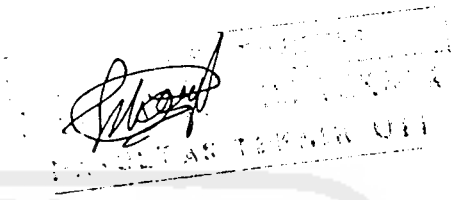
L = 40.0 cm
B = 10.2 cm
H = 10.0 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1471	4
100	1	0.05	0.2941	5
150	1.5	0.075	0.4412	7
200	2	0.1	0.5882	8
250	2.5	0.125	0.7353	10.0
300	3	0.15	0.8824	11.0
350	3.5	0.175	1.0294	12.5
400	4	0.2	1.1765	14.0
450	4.5	0.225	1.3235	15.0
500	5	0.25	1.4706	16.5
550	5.5	0.275	1.6176	17.0
600	6	0.3	1.7647	18.0
650	6.5	0.325	1.9118	19.0
700	7	0.35	2.0588	19.5
750	7.5	0.375	2.2059	20.5
800	8	0.4	2.3529	21.5
850	8.5	0.425	2.5000	22.0
900	9	0.45	2.6471	23.0
950	9.5	0.475	2.7941	24.0
1000	10	0.5	2.9412	24.5
1050	10.5	0.525	3.0882	25.0
1100	11	0.55	3.2353	25.5
1150	11.5	0.575	3.3824	26.5
1200	12	0.6	3.5294	27.0
1250	12.5	0.625	3.6765	28.0
1300	13	0.65	3.8235	29.0
1350	13.5	0.675	3.9706	29.5
1400	14	0.7	4.1176	30.5
1450	14.5	0.725	4.2647	31.0
1500	15	0.75	4.4118	32.0
1550	15.5	0.775	4.5588	33.0
1600	16	0.8	4.706	34.0
1650	16.5	0.825	4.853	34.5
1700	17	0.85	5.000	35.5
1715	17.15	0.8575	5.044	37.0
900	9	0.45	2.647	76.0
920	9.2	0.46	2.706	165.0

FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP125-9

960	9.6	0.48	2.824	178.0
1000	10	0.5	2.941	205.0
1050	10.5	0.525	3.088	240.0
1100	11	0.55	3.235	290.0
1110	11.1	0.555	3.265	318.0
1050	10.5	0.525	3.088	399.0
1000	10	0.5	2.941	405.0



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-SP125-10

L = 39.9 cm
B = 10.20 cm
H = 10.3 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1386	4
100	1	0.05	0.2772	6.5
150	1.5	0.075	0.4159	9.0
200	2	0.1	0.5545	11.5
250	2.5	0.125	0.6931	16.0
300	3	0.15	0.8317	17.0
350	3.5	0.175	0.9703	20.5
400	4	0.2	1.1089	22.0
450	4.5	0.225	1.2476	25.0
500	5	0.25	1.3862	26.0
550	5.5	0.275	1.5248	29.0
600	6	0.3	1.6634	30.0
650	6.5	0.325	1.8020	32.0
700	7	0.35	1.9406	32.5
750	7.5	0.375	2.0793	36.0
800	8	0.4	2.2179	37.0
850	8.5	0.425	2.3565	38.0
900	9	0.45	2.4951	40.0
950	9.5	0.475	2.6337	41.0
1000	10	0.5	2.7723	42.0
1050	10.5	0.525	2.9110	43.0
1100	11	0.55	3.0496	44.5
1150	11.5	0.575	3.1882	45.0
1200	12	0.6	3.3268	46.0
1250	12.5	0.625	3.4654	47.0
1300	13	0.65	3.6040	48.0
1350	13.5	0.675	3.7427	49.0
1400	14	0.7	3.8813	50.0
1450	14.5	0.725	4.0199	51
1500	15	0.75	4.1585	52
1550	15.5	0.775	4.2971	53
1600	16	0.8	4.436	54
1650	16.5	0.825	4.574	55
1700	17	0.85	4.713	56
1750	17.5	0.875	4.852	56.5
1800	18	0.9	4.990	58
1850	18.5	0.925	5.129	59

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lanjutan BPS-SP125-10

1870	18.7	0.935	5.184	60
1350	13.5	0.675	3.743	83
1400	14	0.7	3.881	101
1450	14.5	0.725	4.020	106
1500	15	0.75	4.159	110
1545	15.45	0.7725	4.283	190
1550	15.5	0.775	4.297	216
1575	15.75	0.7875	4.366	264
1600	16	0.8	4.436	276
1650	16.5	0.825	4.574	313
1700	17	0.85	4.713	360
1750	17.5	0.875	4.852	407

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

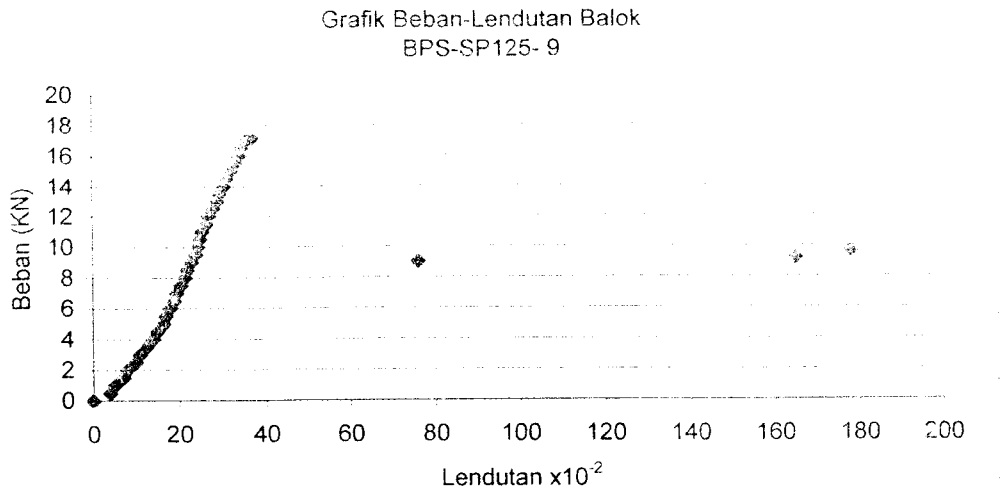
BPS-SP125-11

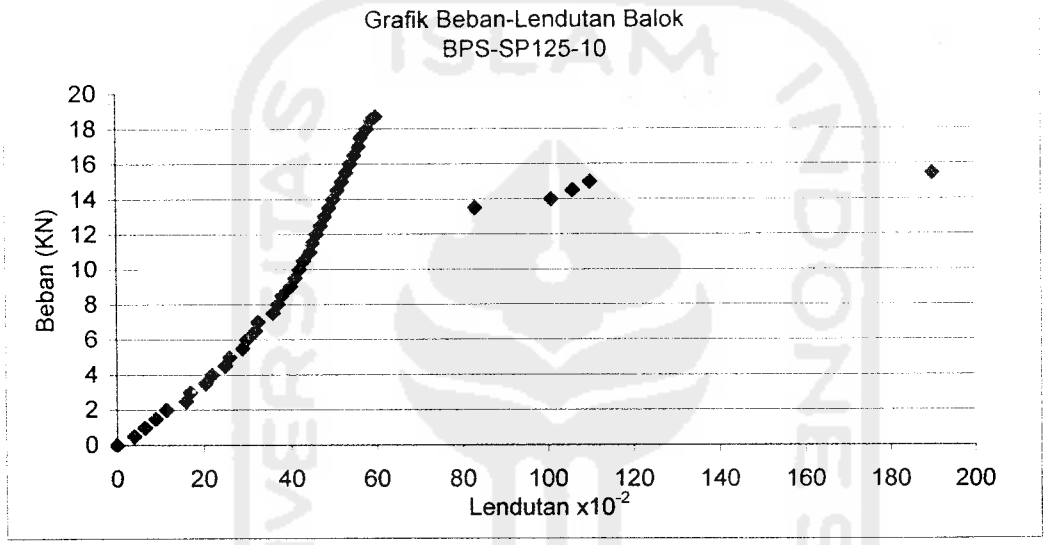
L = 39.40 cm
B = 10.1 cm
H = 10.10 cm

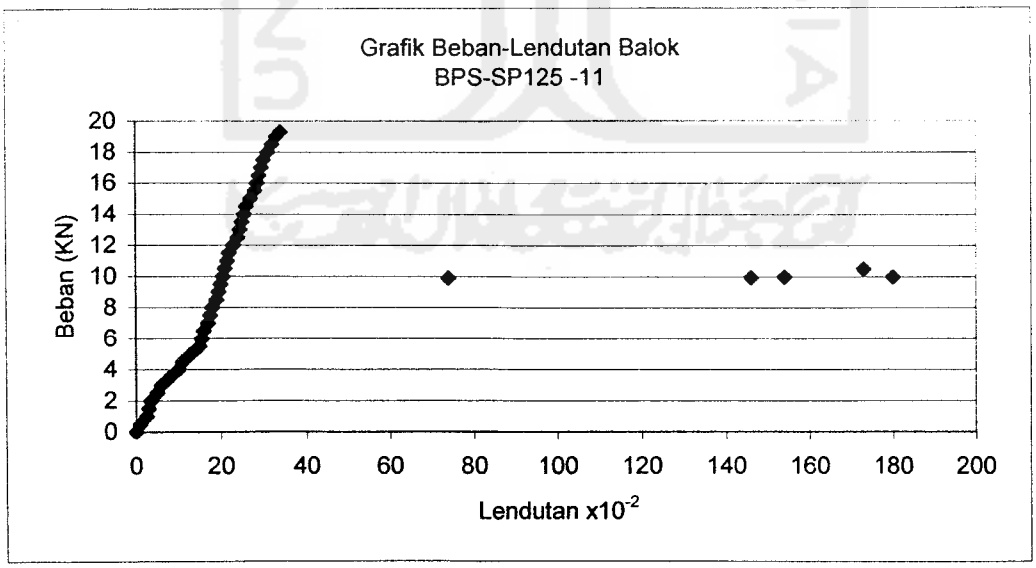
Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1456	1
100	1	0.05	0.2912	2.5
150	1.5	0.075	0.4368	3.0
200	2	0.1	0.5824	3.5
250	2.5	0.125	0.7279	5.0
300	3	0.15	0.8735	6.0
350	3.5	0.175	1.0191	8.0
400	4	0.2	1.1647	10.0
450	4.5	0.225	1.3103	11.0
500	5	0.25	1.4559	13.0
550	5.5	0.275	1.6015	15.0
600	6	0.3	1.7471	15.5
650	6.5	0.325	1.8927	16.0
700	7	0.35	2.0382	17.0
750	7.5	0.375	2.1838	17.5
800	8	0.4	2.3294	18.0
850	8.5	0.425	2.4750	19.0
900	9	0.45	2.6206	19.5
950	9.5	0.475	2.7662	20.0
1000	10	0.5	2.9118	20.5
1050	10.5	0.525	3.0574	21.0
1100	11	0.55	3.2029	21.5
1150	11.5	0.575	3.3485	22.0
1200	12	0.6	3.4941	23.0
1250	12.5	0.625	3.6397	24.0
1300	13	0.65	3.7853	24.5
1350	13.5	0.675	3.9309	25.0
1400	14	0.7	4.0765	25.5
1450	14.5	0.725	4.2221	26.0
1500	15	0.75	4.3677	27.0
1550	15.5	0.775	4.5132	28
1600	16	0.8	4.6588	28.5
1650	16.5	0.825	4.8044	29
1700	17	0.85	4.9500	29.5
1750	17.5	0.875	5.0956	30
1800	18	0.9	5.2412	31
1850	18.5	0.925	5.3868	32

Lanjutan BPS-SP125-11

1900	19	0.95	5.5324	33
1930	19.3	0.965	5.6197	34
990	9.9	0.495	2.8827	74
995	9.95	0.4975	2.8972	146
1000	10	0.5	2.9118	154
1050	10.5	0.525	3.0574	173
1000	10	0.5	2.9118	180
950	9.5	0.475	2.7662	201
845	8.45	0.4225	2.4604	264
850	8.5	0.425	2.4750	316
835	8.35	0.4175	2.4313	355
850	8.5	0.425	2.4750	369
800	8	0.4	2.3294	375
850	8.5	0.425	2.4750	380
900	9	0.45	2.621	389


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP125- 9
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP125-10
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP125 -11
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2

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

BPS-SP150- 9

L = 40.0 cm
B = 10.2 cm
H = 10.0 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1471	3
100	1	0.05	0.2941	4
150	1.5	0.075	0.4412	5
200	2	0.1	0.5882	6
250	2.5	0.125	0.7353	7.0
300	3	0.15	0.8824	8.0
350	3.5	0.175	1.0294	9.0
400	4	0.2	1.1765	10.0
450	4.5	0.225	1.3235	11.0
500	5	0.25	1.4706	12.0
550	5.5	0.275	1.6176	12.5
600	6	0.3	1.7647	13.0
650	6.5	0.325	1.9118	14.0
700	7	0.35	2.0588	15.5
750	7.5	0.375	2.2059	16.0
800	8	0.4	2.3529	17.0
850	8.5	0.425	2.5000	17.5
900	9	0.45	2.6471	18.0
950	9.5	0.475	2.7941	18.5
1000	10	0.5	2.9412	19.0
1050	10.5	0.525	3.0882	19.5
1100	11	0.55	3.2353	20.0
1150	11.5	0.575	3.3824	20.5
1200	12	0.6	3.5294	21.0
1250	12.5	0.625	3.6765	22.0
1300	13	0.65	3.8235	22.5
1350	13.5	0.675	3.9706	23.0
1400	14	0.7	4.1176	24.0
1450	14.5	0.725	4.2647	24.5
1500	15	0.75	4.4118	25.0
1550	15.5	0.775	4.5588	25.5
1600	16	0.8	4.706	26.0
1650	16.5	0.825	4.853	26.5
1700	17	0.85	5.000	27.0
1750	17.5	0.875	5.147	28.0
1800	18	0.9	5.294	28.5
1850	18.5	0.925	5.441	29.0
1915	19.15	0.9575	5.632	30.0
1280	12.8	0.64	3.765	55.0
1300	13	0.65	3.824	110.0
1350	13.5	0.675	3.971	165.0

Lanjutan BPS-SP150-9

1400	14	0.7	4.118	185.0
1450	14.5	0.725	4.265	196.0
1500	15	0.75	4.412	250.0
1450	14.5	0.725	4.265	300
1400	14	0.7	4.118	305
1350	13.5	0.675	3.971	315
1300	13	0.65	3.824	328
1250	12.5	0.625	3.676	333
1230	12.3	0.615	3.618	395
1250	12.5	0.625	3.676	410
1260	12.6	0.63	3.706	425

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-SP150- 10

L = 40.2 cm
B = 10.20 cm
H = 10.3 cm

Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1386	4
100	1	0.05	0.2772	5
150	1.5	0.075	0.4159	6.0
200	2	0.1	0.5545	8.0
250	2.5	0.125	0.6931	9.5
300	3	0.15	0.8317	10.5
350	3.5	0.175	0.9703	11.0
400	4	0.2	1.1089	13.0
450	4.5	0.225	1.2476	14.0
500	5	0.25	1.3862	15.0
550	5.5	0.275	1.5248	15.5
600	6	0.3	1.6634	16.0
650	6.5	0.325	1.8020	17.0
700	7	0.35	1.9406	18.0
750	7.5	0.375	2.0793	18.5
800	8	0.4	2.2179	19.0
850	8.5	0.425	2.3565	19.5
900	9	0.45	2.4951	20.0
950	9.5	0.475	2.6337	21.0
1000	10	0.5	2.7723	21.5
1050	10.5	0.525	2.9110	22.0
1100	11	0.55	3.0496	22.5
1150	11.5	0.575	3.1882	23.0
1200	12	0.6	3.3268	23.5
1250	12.5	0.625	3.4654	24.5
1300	13	0.65	3.6040	25.0
1350	13.5	0.675	3.7427	25.5
1400	14	0.7	3.8813	26.0
1450	14.5	0.725	4.0199	27
1500	15	0.75	4.1585	28
1550	15.5	0.775	4.2971	28.5
1600	16	0.8	4.436	29
1650	16.5	0.825	4.574	30
1700	17	0.85	4.713	30.5
1750	17.5	0.875	4.852	31
1800	18	0.9	4.990	31.5
1850	18.5	0.925	5.129	32
1900	19	0.95	5.267	32.5
1950	19.5	0.975	5.406	33
2000	20	1	5.545	33.5
2050	20.5	1.025	5.683	34

Lanjutan BPS-SP150-10

2100	21	1.05	5.822	34.5
2125	21.25	1.0625	5.891	36
1160	11.6	0.58	3.216	75
1200	12	0.6	3.327	136
1210	12.1	0.605	3.355	210
1200	12	0.6	3.327	290
1150	11.5	0.575	3.188	308
1195	11.95	0.5975	3.313	318
1200	12	0.6	3.327	353
1070	10.7	0.535	2.966	366
1040	10.4	0.52	2.883	389
1050	10.5	0.525	2.911	420
1060	10.6	0.53	2.939	442
1070	10.7	0.535	2.966	450
1050	10.5	0.525	2.911	476

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

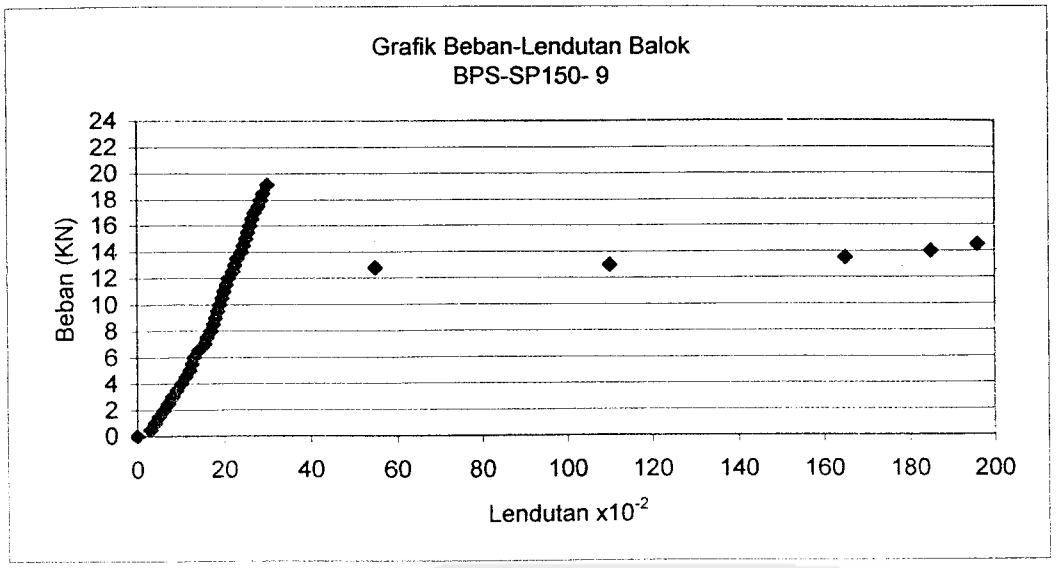
BPS-SP150- 11

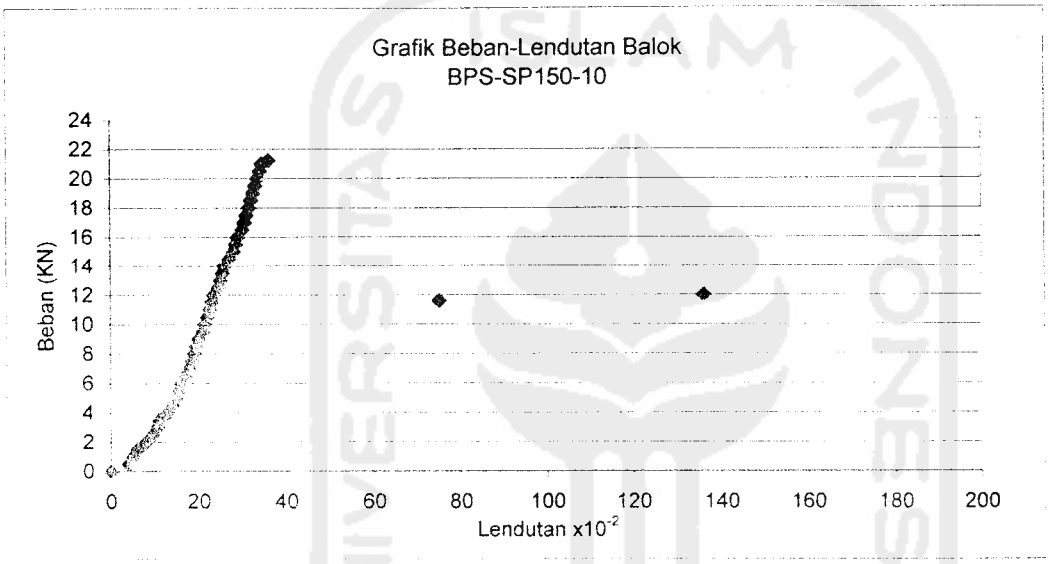
L = 39.80 cm
B = 10.0 cm
H = 10.00 cm

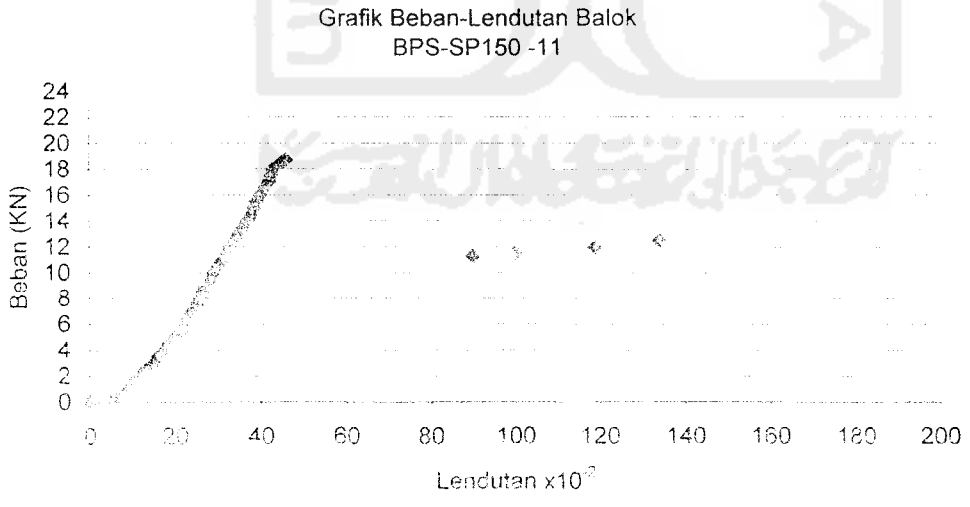
Beban		Momen	Tegangan Lentur	Lendutan δ
Kg	KN	KN-m	MPa	(10^{-2})
0	0	0	0	0
50	0.5	0.025	0.1500	6
100	1	0.05	0.3000	9
150	1.5	0.075	0.4500	10.0
200	2	0.1	0.6000	11.5
250	2.5	0.125	0.7500	13.0
300	3	0.15	0.9000	15.0
350	3.5	0.175	1.0500	16.0
400	4	0.2	1.2000	17.5
450	4.5	0.225	1.3500	18.5
500	5	0.25	1.5000	20.0
550	5.5	0.275	1.6500	21.5
600	6	0.3	1.8000	22.5
650	6.5	0.325	1.9500	23.0
700	7	0.35	2.1000	24.0
750	7.5	0.375	2.2500	25.0
800	8	0.4	2.4000	26.0
850	8.5	0.425	2.5500	26.5
900	9	0.45	2.7000	27.0
950	9.5	0.475	2.8500	28.5
1000	10	0.5	3.0000	29.0
1050	10.5	0.525	3.1500	30.0
1100	11	0.55	3.3000	31.0
1150	11.5	0.575	3.4500	32.0
1200	12	0.6	3.6000	33.0
1250	12.5	0.625	3.7500	34.0
1300	13	0.65	3.9000	35.0
1350	13.5	0.675	4.0500	36.0
1400	14	0.7	4.2000	37.0
1450	14.5	0.725	4.3500	38.0
1500	15	0.75	4.5000	38.5
1550	15.5	0.775	4.6500	39.0
1600	16	0.8	4.8000	40
1650	16.5	0.825	4.9500	41.0
1700	17	0.85	5.1000	42.0
1750	17.5	0.875	5.2500	42.5
1800	18	0.9	5.4000	43
1850	18.5	0.925	5.5500	45
1870	18.7	0.935	5.6100	46
1130	11.3	0.565	3.3900	90
1150	11.5	0.575	3.4500	100

Lanjutan BPS-SP150-11

1200	12	0.6	3.6000	119
1250	12.5	0.625	3.7500	134
1280	12.8	0.64	3.8400	295
1300	13	0.65	3.9000	355
1325	13.25	0.6625	3.9750	410


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP150- 9
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP150-10
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2


Grafik Beban-Lendutan Balok
BPS-SP150 -11
Beban (KN)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Lendutan x10-2

LAMPIRAN 9

(Dokumentasi)

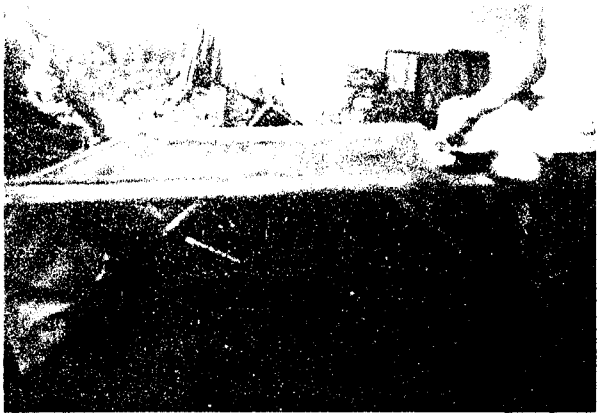


Foto 1 : Pengelompokkan agregat yang digunakan



Foto 2 : Pelumasan cetakan silinder dan balok



Foto 3 : Sikament-NN



Foto 4 : Pelaksanaan pengecoran

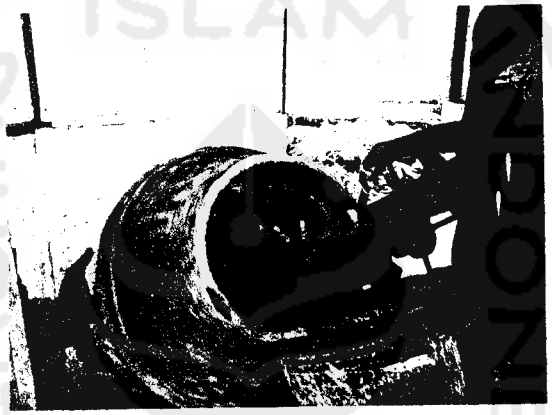


Foto 5 : Proses mencampur serat bendrat

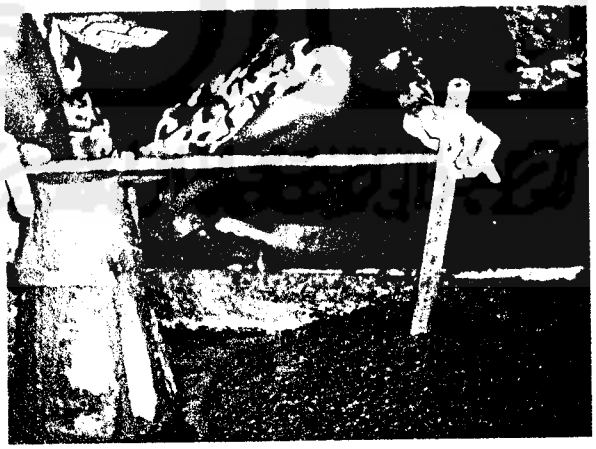


Foto 6 : Pengujian nilai *slump*

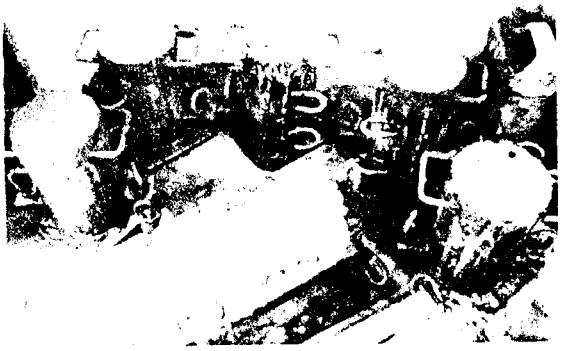


Foto 7 : Benda uji yang sudah dicetak



Foto 8 : Perawatan benda uji



Foto 9 : Uji tekan dan tegangan-regangan

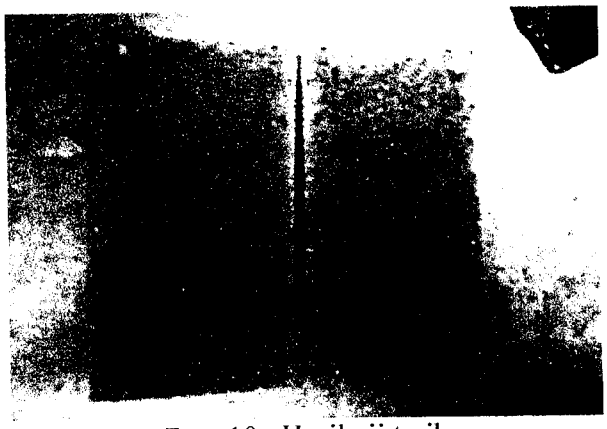


Foto 10 : Hasil uji tarik



Foto 11 : Uji lentur dan lendutan

LAMPIRAN 10

(Brochure Sikament-NN)

Technical Data Sheet
Edition 2, 2005
Identification no.
02 01 01 01 100 0 000051
Version no. 0010
Sikament® -NN

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 :
- 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 :
- 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 :

As a Superplasticizer :
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.

As a Water reducer :
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 11

(Kartu Peserta Tugas Akhir)

FM-UII-AA-FPU-09

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
ALAMSYAH	03511069	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 Pasir Serat Kawat Bendrat Panjang Serat 60 mm



Jogjakarta, 3/5/2007
an. Dekan

Ir. H. Faisol AM, MS.

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
ALAMSYAH	03511069	TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Superplasticizer Terhadap Beton Pasir Pasir Serat Kawat Bendrat Panjang Serat 60 mm

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



Jogjakarta, 3/5/2007
an. Dekan

Ir. H.Faisol AM, MS.

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
1	08/06-07	[illegible]	
2	15/06-07	permintaan pembimbing	
3	27/06-07	- pembimbing - sidang	
4	18/07-07	- Acc pembimbing sebelum sidang - Pendadaran	
5	13/08-07	- Acc pembimbing sebelum pendadaran - jilid.	