

PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
HADIAH/SELI	
TGL. TERIMA :	16 Desember 2007
NO. JUDEL :	00219
NO. INV. :	52000219 001
NO. INDIK. :	

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN KAWAT JARING SEGI EMPAT
TERHADAP KUAT DESAK, KUAT TARIK
DAN KUAT LENTUR PADA BETON

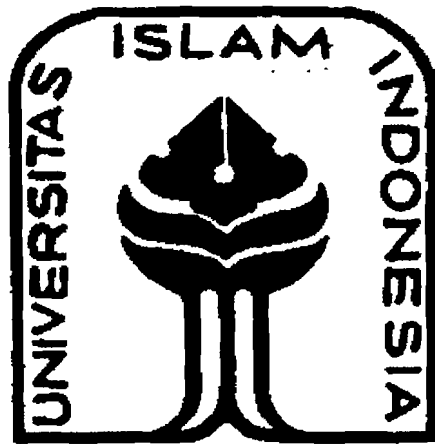
R.

693.64

Fau

P

n



Nii, 58. hbl. emp. 21

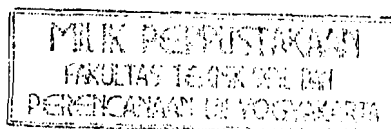
Disusun oleh :

Dimas Irfan Fauzia 01511015



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2006

o Beton - Beker
 Beton Kawat jing
 Beton lentur lentur
 jurnal



LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN KAWAT JARING SEGI EMPAT
TERHADAP KUAT DESAK, KUAT TARIK
DAN KUAT LENTUR PADA BETON



Telah diperiksa dan disetujui oleh :


Dr. H. KADIR ABOE, MS
Dosen Pembimbing

Tanggal : 06/11/06

MOTTO

Siapa yang banyak beristighfar, Allah akan membebaskannya dari berbagai keduakaan, akan melapangkannya dari berbagai kesempitan hidup, dan memberinya curahan rezeki dari berbagai arah yang tiada diperkirakan sebelumnya.

(HR. Ahmad)

Kemasyuran kita tidak terletak pada kenyataan bahwa kita tidak pernah jatuh, tetapi bahwa kita bangkit lagi setelah jatuh

(Orang Bijak)

Jika seorang hamba tidak lagi mendo'akan orang tuanya maka rezkinya akan terputus

(HR. Alhakim dan ad-dailani)

cita-cita merupakan rahmat dari Allah, kalau bukan karena cita-cita maka seorang ibu tidak akan menyusui anaknya dan seorang petani tidak akan menanam padinya

(Kalam Hikmah)

Thank's To :

- *Allah SWT yang telah membantu dan memberikan kesabaran sehingga skripsi ini selesai dan saya juga bersyukur skripsi ini selesai tanpa hambatan.*
- *Bapak dan Ibu tercinta , makasih ya.....atas semuanya, tanpa doa kalian, Dimas tidak akan menjadi seperti ini.*
- *Bapak Ir. A Kadir Aboe MT, makasih banget ya telah membimbing saya dengan penuh kesabaran dan maaf kalau saya pernah buat jengkel.*
- *Adek Dica Ajeng k thank's yo, kamu udah memberiku support 'n doanya.*
- *Ivani Devi Cristiana ,SP, makasih ya telah buat aku kebingungna di Djogja an inspirasiku selama aku kul di VII, Moga kita bisa kerja bareng kalo ada kesempatan.*
- *Teman-teman kost "Under \$ Kost bu Juinem" atas doa en dukungannya..*
- *Mas Venbri P ,ST, Mas Adi Hanto P calon SH, Mas Iwan ,ST , Mas Wakhid ,ST, Mas Asrofi ,ST, Mas Marshel ST, Mas Budi ST, Yogi an Yanti ST, Mas Juned ST,an temen2* satu angkatan 01 yang membantu makasih ya atas support, doa dan bantuan diLAB yang telah kalian berikan buatku.*
- *Merapi View fitness center crew yang telah memberi support untuk program dietku, hingga berat badanku turun 10 kg (langsing oe).*
- *Teman-teman semua yang kenal aku, terima kasih banget atas semuanya.*

Dimas Caep !!!

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah ﷻ atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad ﷺ, keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya. Karena keridhoan-Nya, penyusunan Tugas Akhir dengan judul **PENGARUH PENAMBAHAN KAWAT JARING SEGI EMPAT TERHADAP KUAT DESAK, KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR PADA BETON** dapat terselesaikan.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, banyak bimbingan dan bantuan yang diperoleh dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Ruzardi, MS. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
2. Bapak Ir. H, Faisal AM, MS. selaku Ketua Jurusan teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

3. Bapak Ir. A Kadir Aboe, MS. selaku Dosen Pembimbing yang dengan penuh kesabaran dan ketelitian telah memberikan saran, nasihat serta bimbingan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT dan Bapak Ir. Kasam, MT selaku Dosen Penguji yang telah memberikan perbaikan dan masukan untuk kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan ibu serta seluruh keluarga tercinta yang dengan tulus ikhlas telah memberi dukungan moril maupun materil sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.
6. Rekan-rekan seperjuangan satu almamater yang selalu berbagi dalam suka dan duka.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan hingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

Besar harapan kami semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan referensi mengenai beton.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Jogjakarta, September 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAKSI	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum.....	5
2.2 Penelitian Sebelumnya.....	5

BAB III LANDASAN TEORI

3.1	Umum	8
3.2	Materi Penyusun Beton.....	8
3.2.1	Semen Portland	9
3.2.2	Agregat.....	11
3.2.3	Air	13
3.2.4	Bahan Tambah (<i>Admixture</i>).....	14
3.3	Faktor Air Semen.....	14
3.4	Slump.....	15
3.5	Workability	15
3.6	Serat (<i>Fiber</i>).....	16
3.7	Kuat Lekat.....	17
3.8	Kuat Desak.....	18
3.8.1	Tegangan-Regangan	20
3.9	Kuat Tarik	21
3.10	Kuat Lentur	22

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Umum	24
4.2	Bahan dan Alat.....	26
4.3	Pengujian Bahan-bahan Dasar	27
4.3.1	Pengujian Kandungan Lumpur	27
4.4	Perhitungan Campuran Beton.....	28
4.5	Pengadukan Beton	29
4.6	Uji <i>Slump</i>	30
4.7	Perawatan Benda Uji.....	31
4.8	Pengujian Benda Uji	31
4.9	Pengolahan Data Uji	32

ABSTRAKSI

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

Untuk keperluan tersebut, dilakukan penelitian eksperimental beton dengan penambahan Serat kawat jaring segi empat (strimin). Digunakan kawat jaring segi empat (strimin) karena bahan ini cukup banyak dipasaran sehingga diharapkan mampu menggantikan serat dari pabrikan. Pada penelitian ini kawat jaring segi empat (strimin) dipotong 5 cm dengan sirip terpotong 0,5 cm dan perhitungan campuran beton menggunakan metode DOE (Departemen Of Environment), dengan penambahan serat dengan presentase 0%, 1%, 1,25% dan 1,5% terhadap berat adukan beton

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk masing-masing variasi penambahan serat menghasilkan kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur yang lebih besar dari beton normal. Hasil maksimum dari kuat desak dialami beton dengan penambahan serat 1% (BS10) sebesar 29,5557 MPa atau naik 130,13% dari beton normal (BN). Pada kuat tarik hasil maksimum dialami oleh beton dengan penambahan serat 1,5% (BS15) sebesar 3,2525 MPa atau naik 134,15% dari BN. Sedangkan untuk kuat lentur hasil maksimum dialami oleh beton dengan penambahan serat 1,5% (BS15) sebesar 5,5634 MPa atau naik 133,79% dari BN.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Struktur utama bangunan gedung bertingkat pada umumnya adalah beton dan baja. Beton sebagai bahan konstruksi bangunan telah dikenal cukup lama. Hal ini dikarenakan bahan pembentuk beton tersedia cukup banyak dan relatif cukup murah, hal ini merupakan pertimbangan yang sangat penting disamping tahan terhadap api, regiditas tinggi, biaya pemeliharaan rendah dan kemudahan membentuknya sesuai rencana stuktur serta mempunyai kuat desak tinggi. Akan tetapi beton mempunyai kelemahan, kuat tarik beton relatif rendah, hanya 9-10 % dari kuat tekannya dan mempunyai sifat getas. Oleh karena itu dalam penggunaan beton sebagai komponen struktur perlu adanya tambahan bahan yang dapat meningkatkan kuat tarik beton serta mampu memperbaiki kelemahan beton terutama dalam menahan gaya tarik.

Berdasarkan faktor tersebut diatas, untuk meningkatkan kuat tarik digunakan bahan tambahan berupa serat buatan pabrik (plastik, baja ,kaca dan asbesto) maupun serat alami (natural fiber). Dalam penelitian ini digunakan serat berupa bahan yang sering digunakan dalam pengerjaan beton, yaitu kawat saringan pasir dengan dengan ukuran lubang 10 mm yang dipotong. Penggunaan bahan tambahan ini dipakai karena bahan ini mudah diperoleh dipasaran dan diharapkan dapat meningkatkan kuat tarik beton.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

- a. Kuat tarik beton rendah,
- b. diatasi dengan penambahan serat Kawat jaring segi empat (strimint),
- c. pengaruh kawat terhadap kelecakan beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengaruh penambahan serat kawat jaring segi empat (strimin) terhadap kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur,
- b. mengetahui berapa presentase penambahan serat yang tepat kedalam adukan beton sehingga didapat kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur yang maksimum.

1.4. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan menghasilkan manfaat, adapun manfaat penelitian ini adalah:

- a. Diharapkan dapat menghasilkan beton yang memenuhi standart yang berlaku di Indonesia dengan biaya yang lebih murah,

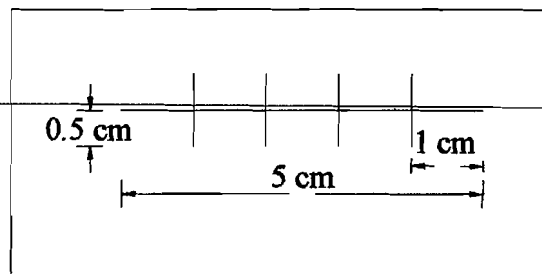
- b. menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa teknik sipil dalam memahami serta menguasai permasalahan terutama mengenai teknologi pengembangan struktur beton, khususnya penggunaan struktur beton serat,
- c. memberikan alternatif lain sebagai bahan pertimbangan jika ditemukan permasalahan yang identik dengan penelitian ini sehingga kebijakan yang diambil dapat lebih optimal,
- d. hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan jasa konstruksi.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini dibuat agar masalah yang akan diteliti lebih terarah sekaligus membatasi biaya dan waktu penelitian ini. Adapun batasan-batasan penelitian ini adalah:

- a. Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII,
- b. benda uji kuat desak dan kuat tarik menggunakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm,
- c. benda uji kuat lentur berbentuk balok dengan lebar 10 cm tinggi 10 cm dan panjang 40 cm,
- d. benda uji mempunyai kuat tekan rencana (f_c) = 22,5 MPa dengan menggunakan metode DOE (*Department Of Environment*),

- e. air yang digunakan adalah air yang berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII,
- f. agregat halus (Pasir) yang digunakan berasal dari Kab. Sleman Jogjakarta.
- g. agregat kasar (krikil) menggunakan batu pecah yang berasal dari Kali Clereng, Kulon Progo dengan ukuran maksimum 20 mm,
- h. semen yang digunakan adalah semen Portland jenis I tipe PC merk Gresik kemasan 50 kg,
- i. *kawat jaring pasir* yang digunakan berdiameter 1 mm, panjang 5 cm dengan persentase variasi serat 0 %, 1 %, 1,25 % dan 1,5 % dari berat adukan beton,
- j. perawatan beton dengan cara direndam dalam kolam perendaman dan pengujian sampel dilakukan pada umur 28 hari,
- k. jumlah semua benda uji 52 sampel,
- l.



Gambar 1.1 Serat yang digunakan

Bahan pengganti tersebut adalah berupa kawat bendrat yang dipotong – potong. Dan menyimpulkan bahwa kawat bendrat pengganti serat tidak kalah bagusnya dari serat asli, penambahan serat kawat ini memberikan penambahan daktilitas yang terbesar diikuti dengan kawat bendrat dan kawat biasa..

Kardiyono (1992), mendefinisikan beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Adanya serat berakibat sulitnya dalam pengerjaan dan mempersulit terjadinya segregasi

Warsasena (1998), dalam penambahan serat untuk memperbaiki sifat beton maka serat harus memenuhi syarat-syarat

- a. Durabilitas / keawetan, ketahanan terhadap lingkungan beton,
- b. Ikatan mekanik mekanik dari kimia atau penjangkaran serat dalam beton,
- c. Sifat mekanik, yaitu kekuatan, kekerasan dan keliatan,
- d. Penyebaran dalam adukan.

Balaguru (1992), mengemukakan bahwa retak halus dapat dicegah salah satunya dengan menambahkan serat pada adukan beton, serat ini juga berfungsi untuk menahan sebagian beban yang diterima oleh beton tersebut baik itu beban tarik maupun beban desak.

Yefta luthfi Zammroni (2004), mengemukakan bahwa penambahan fiber kawat bendrat kedalam adukan beton dalam bentuk geometri lurus akan mempengaruhi sifat struktur dan workability beton, dalam penelitian ini disimpulkan

- a. Peningkatan kuat tekan optimal beton *fiber* tanpa *superplasticizer* diperoleh dari penambahan *fiber* kawat bendrat dengan panjang 9 cm dan berat sebesar 3% dari berat adukan beton yaitu sebesar 34,609 % terhadap beton normal.
- b. Akibat penambahan *superplasticizer* sebesar 1 % dari berat semen terhadap beton *fiber* kawat bendrat, akan meningkat kuat tekan beton secara optimal sebesar 2,756 % dari kuat tekan beton *fibernya* pada konsentrasi penambahan *fiber* sebesar 1 % dari adukan beton. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan *superplasticizer* sebesar 1 % dari berat semen kedalam beton *fiber* akan meningkatkan kuat tekan beton.

Sudarmoko (1993), menyimpulkan bahwa kawat bendrat yang di potong-potong sepanjang 8 cm dengan konsentrasi serat 1 % volume adukan memberikan konsentrasi yang paling mendekati optimal dari sudut tinjauan terhadap kuat tekan dan kuat tarik berturut-turut mencapai 42,85 MPa dibandingkan 34,22 MPa (125,2 %) dan 33,4 MPa dibanding 33,4 MPa jika tanpa serat.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Umum

Beton adalah salah satu material yang digunakan untuk struktur teknik sipil. Kualitas beton tergantung pada sifat-sifat bahan penyusunnya, cara pengadukan, penuangan, pemadatan dan perawatan proses beton selama masa pemadatan.

Landasan teori ini memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan untuk merumuskan hipotesis. Landasan teori ini memuat standar atau peraturan yang berlaku meliputi standar bahan penelitian dan pembuatan benda uji.

3.2. Materi Penyusun Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (*nawy,1985*). Materi penyusun beton terdiri dari campuran Semen Portland (*Portland Cement*), agregat halus, agregat kasar, air dan penambahan serat jika diperlukan. **Soroushian dan Bayasi (1987)**, penambahan serat pada beton akan memperbaiki sifat-sifat beton seperti daktilitas, ketahanan terhadap kejut, tarik dan lentur, kelelahan, pengaruh susutan dan keausan. Ada dua pendekatan untuk menjelaskan mekanisme kerja fiber

- a. Spacing concept

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

b. Composit Material Concept

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

Materi penyusun beton yang terdiri dari beberapa bahan sebagai berikut,

3.2.1. Portland Cement (PC)

Semen Portland (*Portland Cement*) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mengaluskan klinker–klinker yang terutama terdiri dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah (PUBI 1982), sebagaimana terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Unsur – unsur penyusun utama semen (Tjokrodimulyo, 1995)

Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia
Trikalsium Silikat	C ₃ S	3CaO SiO ₂
Dikalsium Silikat	C ₂ S	2CaO SiO ₂
Trikalsium Aluminat	C ₃ A	2CaO Al ₂ O ₃
Tetrakalsium Aluminoferrite	C ₄ AF	2CaO Al ₂ O ₃ Fe ₃ O ₃

Berdasarkan PUBI 1982 sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland dibagi menjadi lima jenis sebagai berikut ini.

- a. Jenis I (*Normal Portland Cement*), semen Portland yang dipakai untuk penggunaan umum dan tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis – jenis lain.
- b. Jenis II (*Modified Portland Cement*), semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Jenis III (*High Early Portland Cement*), semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal tinggi.
- d. Jenis IV (*Low Heat Portland Cement*), semen Portland yang dalam penggunaan persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- e. Jenis V (*Anti Sulfat Portland Cement*), semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

3.2.2. Agregat

Agregat butiran mineral alami yang merupakan bahan campuran dalam campuran beton, biasanya terdapat sekitar 60 – 80% volume agregat dalam adukan volume beton. Agregat ini bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh masa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh. Ada dua jenis agregat yang dipakai dalam pembuatan beton yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat yang lebih besar (Nawy, 1985).

a. Agregat Halus (Pasir Alami atau Buatan)

Pasir adalah butiran-butiran mineral yang dapat melewati ayakan berlubang persegi 5 mm dan tertinggal diatas ayakan 0,075 mm. Pasir dapat berupa pasir alam, sebagai hasil disintegrasi alam dari batu-batuan, atau berupa pasir pecahan batu yang dihasilkan oleh alat *stone crusher*.

Pasir untuk adukan pasangan, adukan plesteran dan *bitument* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Butiran pasir harus tajam dan keras tidak dapat dihancurkan dengan jari.
- Pasir tidak diperbolehkan mengandung lumpur lebih dari 5%.
- Bila dilemparkan ke bahan pakaian tidak merekat.
- Bila digenggam tidak menggumpal.
- Memiliki butiran halus, sedang dan kasar.

- Warna larutan pada pengujian 3% NaOH (*natirum hidroksida*), akibat adanya zat – zat organik tidak boleh lebih tua dari warna larutan normal atau warna air the dengan kepekatan sedang.
- Bagian yang hancur pada pengujian dengan larutan jenuh NaSO (*satrium sulfat*) tidak boleh lebih dari 10%.
- Jika dipergunakan untuk adukan dengan semen yang mengandung lebih dari 0,6 alkali dihitung sebagai NaO (*natirum oksida*) pada pengujian tidak boleh menunjukkan sifat reaktif.
- Keteguhan adukan percobaan dibandingkan dengan adukan pembanding yang menggunakan semen yang sama dan pasir normal tidak boleh lebih kecil dari 5% pada pengujian 1 – 6 hari (SNI NI-7,1979).

b. Agregat Kasar (Kerikil atau batu pecah)

Disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi 4.8 mm (*mulyono,1997:65*) dan lolos saringan 0.25 in. Sifat agregat kasar sangat mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahan terhadap disitegrasi beton, cuaca dan efek efek perusak lainnya. Agregat ini harus bersih dari bahan bahan organik dan harus memiliki katan ikatan yang baik dengan semen. Jenis agregat kasar apda umumnya adalah : Batu pecah alami, kerikil alami, agregat kasar buatan, agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat

3.2.3. Air

Salah satu bahan pembuatan mortar yang paling sering digunakan adalah air. Air dapat menjadikan bahan pembuatan mortar yang lain seperti semen, kapur dan agregat bercampur dalam sebuah adukan mortar. Sifat air yang mudah bereaksi dengan bahan ikat, sehingga proses pengikatan antara bahan-bahan penyusun mortar menjadi lebih cepat dibanding tanpa air. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 30% berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor semen yang dipakai sulit kurang dari 0.35. Kelebihan air ini dipakai sebagai pelumas. Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air untuk pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton menjadi menurun.

Menurut PUBLI-1982 air yang digunakan untuk mortar harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Air harus bersih,
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda-benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual,
- c. Tidak mengandung bahan - bahan tersuspensi lebih dari 2 g/lit,
- d. Tidak mengandung garam - garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, Zat organik dsb) lebih dari 15 g/lit. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 ppm, dan senyawa sulfat tidak lebih dari 100 ppm sebagai SO₃,
- e. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.

- f. semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya,
- g. khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat tersebut diatas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 50 ppm.

3.2.4. Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah (*Admixture*) adalah bahan selain unsur pokok beton (semen, air, pasir dan kerikil) yang dicampur pada saat proses pengadukan berlangsung, yang bertujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras (Tjokrodimuljo, 1992). Karena bahan tambah digunakan untuk meningkatkan mutu beton maka dalam proses pengerjaannya baik dalam proses pengadukan maupun dalam proses penuangannya perlu dilakukan pengawasan secara ketat, sehingga hasil dari bahan tambah pada beton bisa lebih optimal. Menurut (L.J. Murdock dan K.M. Brook), bahan tambah yang berlebihan dapat menurunkan sekali kekuatan atau sifat sifat beton yang lain.

3.3. Faktor Air Semen

Faktor Air Semen (*fas*) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor Air Semen (*fas*) sangat mempengaruhi kekuatan beton, kenaikan faktor Air Semen (*fas*) mempunyai pengaruh yang sebaliknya terhadap sifat-sifat beton seperti permeabilitas ketahanan terhadap gaya

dan pengaruh cuaca, ketahanan terhadap abrasi, kekuatan tarik, rayapan, penyusutan dan terutama kuat tekan (*Murdock dan Brook, 1978*)

3.4. Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adonan beton. Hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Makin tinggi nilai slump berarti semakin cair adonan betonnya, sehingga adonan beton semakin mudah dikerjakan

3.5. Workability

Workability menurut *Newman* mengusulkan sekurang-kurangnya ada tiga buah sifat terpisah (*Murock dan Brook, 1978*)

- a. Kompaktibilitas atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga udara dapat di ambil,
- b. mobilitas atau kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali,
- c. stabilitas atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama pengerjaan dan digetarkan tanpa terjadi pemisahan butiran dan bahan-bahan utama.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat sifat dalam pengerjaan adonan beton antara lain sebagai berikut:

- a. Jumlah air yang digunakan dalam campuran adonan beton,

- b. jumlah semen yang digunakan,
- c. penambahan bahan tambahan tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan workability adukan pada factor air semen (*fas*) rendah.

3.6. Serat (*Fiber*)

Dalam penelitian ini menggunakan tambahan serat dengan menggunakan *Kawat Jaring Segi Empat* (strimint). *Kawat Jaring Segi Empat* merupakan kawat yang terbuat dari kawat yang relatif lembut yang dapat digunakan untuk menyaring pasir sebelum dilakukan pencampuran beton. Kawat ini memiliki ukuran atau dimensi yang berbeda-beda. Terdapat *Kawat Jaring Segi Empat* dengan dimensi kecil, sedang dan besar *Kawat Jaring Segi Empat pasir* yang dipergunakan berasal dari pabrik dengan diameter 1 mm. *Kawat Jaring Segi Empat* dipotong 50 mm dan pada ruas di potong 5 mm.

Dipergunakan *Kawat Jaring Segi Empat* (strimint) ini diharapkan serat dapat menahan beban yang diterima beton. Pada saat beton diberi beban maka beton akan terkekang sehingga serat akan mengalami tarik. Pada serat ini juga mempunyai keistimewaan karena *Kawat Jaring Segi Empat* ini mempunyai sirip-sirip yang mencegah serat tercabut dari beton. Namun serat ini juga mempunyai kelemahan yaitu pada proses pengerjaan harus dilakukan pengawasan yang lebih ketat dikarenakan besarnya kemampuan dari serat kawat strimin untuk saling mengikat antar serat pada kait-kaitnya dan sifat adhesi serat yang terbuat dari kawat, sehingga dapat menurunkan kelecakan.

3.7 Kuat Lekat Serat

Kekuatan serat dapat ditentukan berdasarkan kuat lekat serat (bond stress) (Balaguru dkk, 1992). Dikarenakan arah dan penyebaran serat dalam beton tidak teratur maka nilai kekuatan beton serat harus dikalikan faktor efisiensi penyebaran serat (η_e), nilai kelekatan serat dengan beton akibat lekatan yang tidak sempurna dan panjang lekat yang tidak sama, kemungkinan nilainya lebih kecil dari kuat tarik serat. Kekuatan tarik serat dapat dicari dengan persamaan,

$$\sigma_f = 2 \times \tau \times \frac{l_f}{d_f} \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana σ_f : tegangan tarik serat
 τ : tegangan lekat (bond stress) pada panjang ujung lekat yang
diperhitungkan $\frac{l_f}{2}$
 l_f : panjang serat
 d_f : diameter serat

Dari rumus 3.1 dapat digunakan untuk mengoreksi kekuatan komposit pada retak pertama dan dinyatakan dengan persamaan

$$\sigma_c = (\sigma_f \times V_f) + (\sigma_m \times V_m) \dots\dots\dots (3.2)$$

atau
$$\sigma_c = (\sigma_f \times V_f) + (\sigma_m \times (1 - V_f)) \dots\dots\dots (3.3)$$

dimana σ_c : kekuatan komposit retak pertama
 V_f : prosentase volume serat
 σ_f : tegangan tarik serat

σ_m : kuat tarik beton maksimum

V_m : prosentase volume beton

Selain itu kekuatan beton serat juga harus dikoreksi dengan faktor efisiensi panjang serat (η_i), dikarenakan panjang serat yang tercabut dari beton tidak seragam panjangnya sebagai akibat penyebaran yang acak (random). Maka persamaan (3.2 dan 3.3) menjadi

$$\sigma_c = \left(2 \times \eta_i \times \eta_e \times V_f \times \frac{l_f}{d_f} \right) + (\lambda \times \sigma_m \times (1 - V_f)) \dots \dots \dots (3.4)$$

dimana η_i : faktor efisiensi orientasi penyebaran serat,

dipakai 0,5 jika $l_f < l_e$ atau

dipakai $\left(1 - \frac{l_e}{2 \times l_f} \right)$ jika $l_f > l_e$

l_e : panjang efektif serat

η_e : faktor efisiensi panjang serat tertanam, dipakai 0,41

λ : koefisiensi tarik beton ($0 \leq \lambda \leq 1$)

3.8 Kuat Desak Beton

Kekuatan tekan beton memiliki kecenderungan untuk bervariasi terhadap satu adukan terhadap adukan lainnya. Besar variasi ini tergantung dari berbagai faktor antara lain, (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1993)

1. Variasi mutu bahan dari satu adukan keadukan berikutnya,
2. variasi cara pengadukan,
3. ketrampilan dan stabilitas pengadukan.

Penghitungan kekuatan tekan beton rata-rata dimaksudkan untuk mencari mutu dari beton dan ukuran dari mutu pelaksanaannya. Namun selain memiliki kemampuan untuk menahan tekan, beton juga mampu menahan kuat tarik dan lentur.

Untuk mendapatkan kuat desak beton tersebut dari masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat desak } f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$f'_{cr} = \frac{\sum^N f_c}{N} \dots\dots\dots (3.6)$$

keterangan : P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

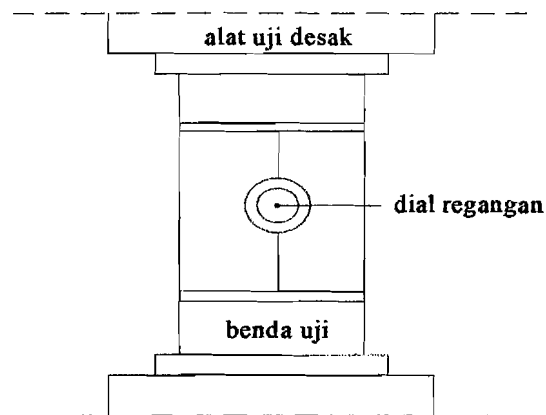
f_c = kuat desak beton masing-masing benda uji (MPa)

f'_{cr} = kuat desak beton rata-rata (MPa)

N = jumlah benda uji

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan desak beton antara lain (Peraturan Pedoman Beton, 1989) :

- a. faktor air semen (FAS),
- b. kekerasan agregat halus dan kasar,
- c. prosedur pemeriksaan mutu untuk pengecoran dan pengangkutan serta pemadatan di lapangan,
- d. umur beton, dan
- e. sifat-sifat tegangan beton juga dipengaruhi oleh kecepatan pembebanan.



Gambar 3.1 Pengujian desak

3.8.1 Tegangan-Regangan

Pengujian ini dilakukan guna mencari modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan beton, yang berguna untuk mengetahui tingkat daktilitas beton adapun modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan beton adalah sebagai berikut:

a. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah hubungan linier antara tegangan dan regangan yang sangat penting dan banyak digunakan. Kemiringan garis yang melalui titik $0,4 f_c$ didefinisikan sebagai modulus sekan (*secant modulus*), yang lebih umum diambil sebagai modulus elastisitas beton (E_c).

$$\text{Modulus Elastisitas } (E_c) = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan : σ = tegangan pada 0,4 kuat tekan uji (kg/cm^2)
 ϵ = regangan yang dihasilkan dari tegangan

SK SNI 03-2531-2002 menetapkan nilai modulus E_c , ini sebagai nilai variabel yang tergantung dari mutu beton, dan dirumuskan sebagai :

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad (\text{MPa}) \dots\dots\dots (3.8)$$

b. Modulus Kenyal

Luas daerah di bawah garis sebanding dikenal dengan modulus kenyal.

Secara matematis dapat ditulis dengan rumus :

$$E_k = \frac{1}{2} \times \sigma \times \epsilon \dots\dots\dots (3.9)$$

Dengan : σ = tegangan pada 0,4 kuat tekan uji (kg/cm^2)
 ϵ = regangan yang dihasilkan dari tegangan

c. Kekakuan

Kekakuan beton dapat dicari dengan cara membagi beban pada saat ϵ 0,2 % dengan deformasi yang terjadi. Secara matematis dapat ditulis dengan rumus :

$$K = \frac{P}{\Delta L} \dots\dots\dots (3.10)$$

Dengan : P = beban pada saat ϵ 0,2 % (kg)
 ΔL = deformasi (cm)

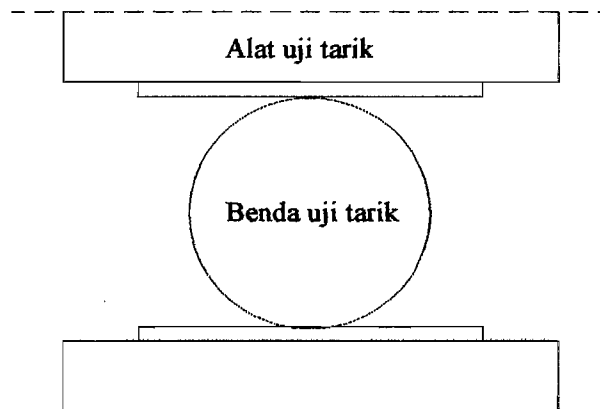
3.9 Kuat Tarik Beton

Kekuatan tarik beton dalam praktek mempengaruhi rambatan terjadinya retak. Kuat tarik beton dapat ditentukan dengan pengujian pecah belah silinder (*Split Cylinder*). Silinder diletakkan pada alat pembebanan dengan posisi rebah. Beban vertikal dikerjakan sepanjang selimut silinder dan secara berangsur-angsur dinaikkan

pembebanannya hingga dicapai nilai maksimum dan silinder pecah terbelah oleh gaya tarik horizontal. Kuat tarik beton dapat diketahui dengan membagi beban ultimit yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang didesak yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2P}{\pi DL} \dots\dots\dots(3.11)$$

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

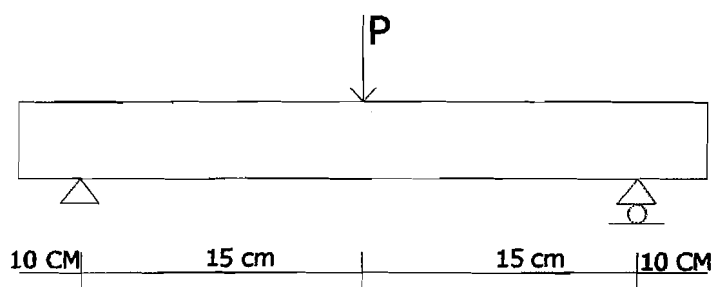


Gambar 3.2 Pengujian Tarik

3.10 Kuat Lentur Beton

Pada pengujian kuat lentur yang dipakai adalah persegi panjang dengan lebar 10 cm, tinggi 10 cm dan panjang 40 cm. Balok diuji pada 2 buah tumpuan dengan jarak antar tumpuan 30 cm. Dalam pengujian kuat lentur ini menggunakan satu buah titik pembebanan yang terletak pada tengah benda uji sehingga didapat momen lentur

yang konstan sehingga diantara titik pembebanan dan terjadi tegangan yang maksimum.



Gambar 3.3 Pengujian Lentur

Adapun parameter kuat lentur beton diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus (SNI 03-2823-1992) :

- a. Untuk benda uji dengan bidang pecah ditengah, antara $\frac{2}{3}$ panjang sampai tengah bentang maka dipakai rumus:

$$\sigma_{lt} = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2} \dots \dots \dots (3.12)$$

- b. untuk benda uji dengan bidang pecah tidak ditengah, antara $\frac{1}{3}$ sampai $\frac{2}{3}$ panjang dari tumpuan maka dipakai rumus 3.13. Jika pecah yang terjadi kurang dari $\frac{1}{3}$ panjang maka sampel dianggap gagal

$$\sigma'_{lt} = \frac{3 \times P \times L}{b \times h^2} \dots \dots \dots (3.13)$$

Keterangan

σ_{lt}	: Kuat lentur	b	: Lebar balok (cm)
σ'_{lt}	: Kuat lentur rata-rata	h	: Tinggi balok (cm)
P	: Beban maksimum (kg)	L	: Jarak tumpuan (30 cm)

BAB IV

METODE PENELITIAN

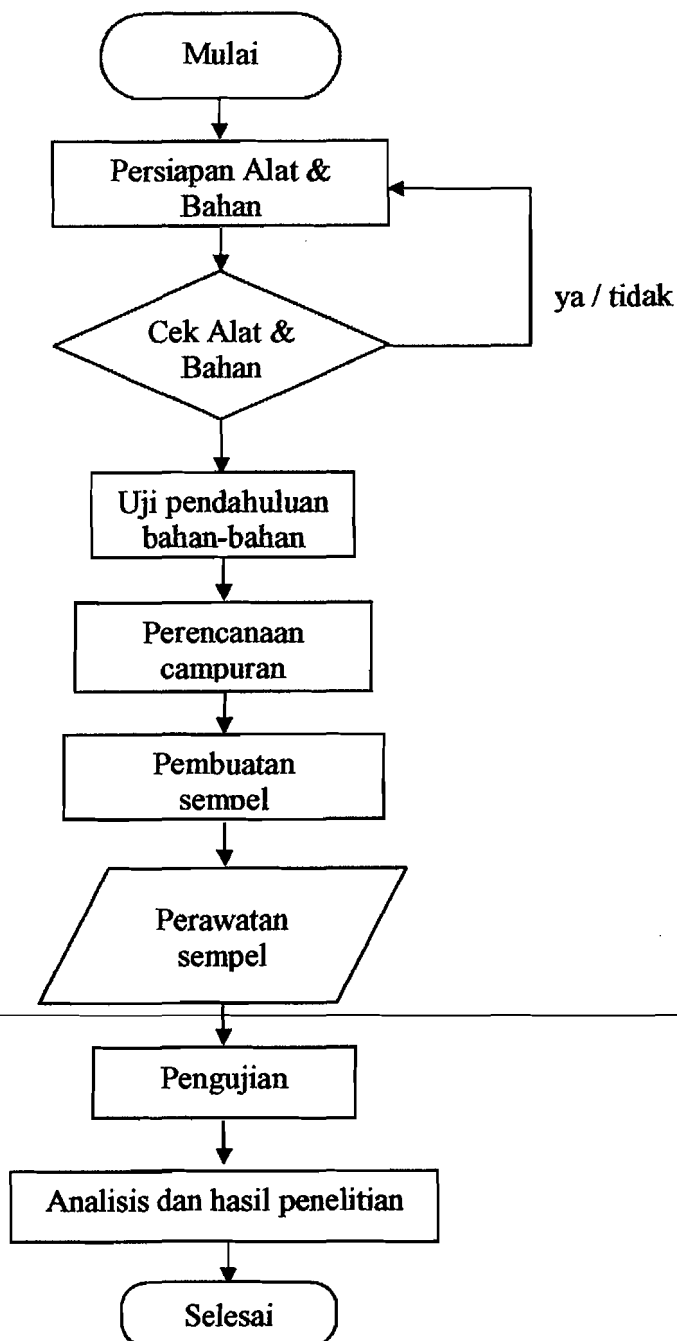
4.1. Umum

Metode penelitian adalah ilmu yang mempelajari cara-cara melakukan pengamatan dengan melalui tahapan-tahapan yang disusun secara ilmiah untuk mencari, menyusun serta menganalisis dan menyimpulkan data (*Narbuko dan achmadi 2003*)

Sebuah permasalahan yang telah diuraikan akan terjawab dengan dilaksanakannya penelitian secara bertahap, yang sebelumnya sudah dirangkai dalam sebuah metode penelitian. Dalam penelitian tugas akhir ini adalah studi yang dilaksanakan dilaboratorium. Adapun langkah-langkah yang metode penelitian ini antara lain:

- a. persiapan bahan,
- b. persiapan alat,
- c. pemeriksaan agregat halus,
- d. pemeriksaan agregat kasar,
- e. pembuatan benda uji,
- f. perawatan benda uji,
- g. pengujian benda uji
- h. pengolahan data hasil benda uji kuat desak kuat tarik dan lentur beton.

Adapun langkah-langkah penelitian sebagaimana ditunjukkan pada diagram 4.1



Gambar 4.1 *Flow Chart Tahapan Penelitian*

4.2. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada saat penelitian adalah sebagai berikut:

a. Semen

Pada penelitian ini akan digunakan semen Portland (semen jenis I) dengan merek Semen Gresik 50 kg.

b. Pasir

Pasir yang akan digunakan berupa agregat halus (pasir) yang diambil dari kali Progo, Sleman, Jogjakarta.

c. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air dari PDAM Sleman, Jogjakarta (Laboratorium BKT FTSP UII).

d. Kawat Jaring Segi Empat

Kawat Jaring Segi Empat yang digunakan dalam campuran berdiameter 1 mm, panjang 5 cm dengan persentase variasi 0 %, 1 %, 1,25 % dan 1,5 % dari berat beton.

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan maka dalam penelitian ini diperlukan peralatan yang fungsinya untuk melaksanakan pengujian-pengujian terhadap bahan maupun sampel yang dibuat. Peralatan yang digunakan meliputi:

a. Bak Air

b. Pengaduk Beton

c. Mistar/meteran

d. Neraca/Timbangan merek O'house

- e. Tang Potong
- f. Cetakan Benda Uji Mortar
- g. *Stop Watch*
- h. *Oven*
- i. Mesin Uji Kuat Tekan
- j. Mesin Uji Kuat Lentur
- k. *Dial Gauge*

4.3. Pengujian Bahan – Bahan Dasar

Untuk mendapatkan hasil yang akurat, perlu dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang akan digunakan dalam membuat sampel-sampel, dengan memakai metode yang telah ditetapkan sebelumnya.

4.3.1 Pengujian Kandungan Lumpur

Pengujian kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Pengujian ini mengacu pada PUBI 1970 pasal 14 ayat 2b. Metoda pengujian kandungan lumpur pada pasir sebagai berikut:

- a. Keringkan pasir yang akan di ujikan.
- b. Timbang bejana yang akan digunakan sebagai wadah pasir.
- c. Timbang pasir sebanyak 100 gram lalu masukan dalam gelas ukur 250 cc.
- d. Masukkan air pada gelas ukur yang telah diisi pasir, hingga ketinggian air mencapai 12 cm dari permukaan pasir.

- e. Kocok gelas ukur ± 15 kali, lalu diamkan selama 1 menit, kemudian buang air keruh perlahan – lahan agar pasir tidak ikut terbang.
- f. Percobaan diulangi sampai 1 – 5 kali, hingga air menjadi jernih.
- g. Pisahkan pasir dengan air, kemudian pasir ditempatkan dalam bejana yang sudah ditimbang.
- h. Masukkan pasir tersebut ke dalam oven dengan suhu $105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$ selama ± 36 jam.
- i. Keluarkan pasir dari oven, didinginkan lalu ditimbang.
- j. Perhitungan Kandungan lumpur =
$$\frac{Bo - B}{Bo} \times 100\%$$

Dimana Bo = berat agregat sebelum pengujian

Dimana B = berat agregat setelah pengujian
- k. Presentase kandungan Lumpur tidak boleh lebih dari 5%, jika didapat kadar lumpur dalam pasir lebih dari 5% maka pasir harus di cuci dahulu

4.4. Perhitungan Campuran Beton (*mix design*)

Dalam perencanaan campuran beton (*mix design*) ini menggunakan metode DOE (*Department Of Environment*). Adapun langkah langkah benda uji ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan kuat tekan beton,
- b. Menentukan kuat tekan rata-rata atau nilai standart deviasi (sd),
- c. Menentukan nilai tambah atau magin,

- d. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan,
- e. Menentukan faktor air semen,
- f. Menentukan faktor air semen maximum,
- g. Menentukan nilai slump,
- h. Menentukan ukuran besar butir agregat maximum (kerikil)
- i. Menentukan kebutuhan air
- j. Menentukan kebutuhan semen
- k. Menentukan kebutuhan Pasir
- l. Menentukan kebutuhan semen yang sesuai
- m. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen,
- n. Menentukan golongan pasir
- o. Menentukan perbandingan pasir dan kerikil
- p. Menentukan campuran berat jenis kerikil
- q. Menentukan berat jenis beton
- r. Menentukan kebutuhan air dan kerikil

4.5. Pengadukan Beton

Setelah mendapatkan komposisi yang direncanakan untuk kuat tekan tertentu, maka proses selanjutnya adalah pencampuran dan pengadukan di lapangan. Secara umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam sebuah campuran beton segar.

Metode pengadukan dapat dilakukan dengan dua macam yaitu pengadukan manual dan pengadukan dengan mesin. Pengadukan manual dilakukan dengan tangan, sedangkan pengadukan dengan mesin dilakukan dengan memanfaatkan alat aduk seperti molen atau *batching plant*. Pengadukan dengan tangan biasanya dilakukan jika kebutuhan beton lebih kecil dari 10 m^3 dalam periode yang pendek. Menurut SNI, jika kebutuhan akan beton lebih kecil dari 10 m^3 dapat digunakan campuran dengan perbandingan 1:2:3. Tetapi jika kebutuhan lebih dari 10 m^3 maka desain campurannya harus direncanakan.

4.6. Uji Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan itu berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pekerjaan (*workability*). Makin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya sehingga adukan beton semakin mudah dalam pengerjaannya. Penetapan nilai slump untuk berbagai macam struktur dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Penempatan Nilai Slump

Pemakaian beton	Maksimum	Minimum
Dinding, platpondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang	9,0	2,5
Kaisan dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Pelat balok kolom dan dinding	15,0	7,5
Perkerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : Astanto, 2001

4.7. Perawatan Benda Uji

Perawatan yang dilakukan terhadap benda uji kubus maupun silinder dilakukan dengan cara merendam dalam bak air selama 28 hari, agar panas hidrasi yang terjadi tidak terlalu tinggi yang dapat menurunkan kekuatan beton.

4.8. Pengujian Benda uji

Setelah dilakukan perawatan berupa perendaman benda uji selama 28 hari maka sampel siap untuk diuji, pada pengujian ini yang akan diuji adalah pengujian kuat desak, pengujian kuat tarik dan pengujian kuat lentur, adapun langkah langkah yang diambil yaitu:

- a. Benda uji diangkat dari rendaman air dan dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan menggunakan kain,
- b. dilakukan penimbangan benda uji,
- c. mengukur dimensi dari benda uji,
- d. benda uji diletakkan pada mesin uji,
- e. untuk pengujian kuat desak, benda uji diberi dial untuk mengetahui regangan dan diberi beban sampai beban hancur.
- f. dan pengujian kuat lentur pembebanan diberikan sampai benda uji hancur dan dilakukan pencatatan dial sampai hasil maximum.
- g. sedangkan untuk pengujian kuat tarik hanya dicatat hasil maksimal saja.

4.9. Pengolahan Data Uji

Data-data hasil pengujian kemudian diolah lebih rinci untuk mengetahui setiap hubungan antara satu pengujian terhadap pengujian yang lainnya. Secara garis besar akan diketahui perbandingan kekuatan antara benda uji dengan penambahan serat maupun tanpa penambahan serat terhadap kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur pada beton.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm, tinggi 30 cm dan balok berukuran 10 x 10 x 40 cm, di uji pada umur 28 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.1- 5.12,

5.1.1 Hasil Pengujian Kuat Desak

Tabel 5.1 Kuat Desak Beton Normal (BN)

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P desak kN	Kuat desak MPa
1	13	15,10	30,10	5387,534	12,60	2,339	424,4	23,711
2	13	15,10	30,00	5369,636	12,75	2,374	389,2	21,744
3	13	15,00	29,90	5281,088	12,60	2,386	419,6	23,757
4	13	15,00	29,90	5281,088	12,65	2,395	403,9	22,868
5	13	15,00	30,00	5298,750	12,55	2,368	379,5	21,486

Tabel 5.2 Kuat Desak Beton Serat 1% (BS10)

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P desak kN	Kuat desak MPa
1	11	15,05	30,00	5338,988	13,00	2,435	524,5	29,499
2	11	15,10	29,90	5356,606	12,70	2,371	519,3	29,013
3	11	15,05	29,85	5312,293	12,65	2,381	535,8	30,134
4	11	15,00	30,00	5303,571	12,90	2,432	539,5	30,545
5	11	15,05	29,90	5321,191	12,80	2,405	508,3	28,588

Tabel 5.3 Kuat Desak Beton Serat 1.25% (BS12,5)

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P desak kN	Kuat desak MPa
1	9	15,05	30,00	5338,988	13,00	2,435	477,5	26,855
2	9	15,10	29,90	5356,606	12,70	2,371	469,5	26,231
3	9	15,05	29,85	5312,293	12,65	2,381	459,6	25,849
4	9	15,00	30,00	5303,571	12,90	2,432	466,5	26,412
5	9	15,05	29,90	5321,191	12,80	2,405	461,3	25,944

Tabel 5.4 Kuat Desak Beton Serat 1.5% (BS15)

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P desak kN	Kuat desak MPa
1	7	15,05	30	5338,988	13,00	2,435	447,6	25,174
2	7	15,10	29,9	5356,606	12,70	2,371	438,5	24,499
3	7	15,05	29,85	5312,293	12,65	2,381	449,5	25,281
4	7	15,00	30	5303,571	12,90	2,432	435,1	24,634
5	7	15,05	29,9	5321,191	12,80	2,405	446,6	25,117

5.1.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik

Tabel 5.5 Kuat Tarik Beton Normal 0% (BN)

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P Tarik (kN)	Kuat Tarik MPa
1	13	15,0	29,90	5285,893	12,60	2,384	160,0	2,2723
2	13	15,1	30,00	5374,521	12,50	2,326	169,3	2,3805
3	13	15,1	29,90	5356,606	12,70	2,371	164,0	2,3136
4	13	15,0	29,80	5268,214	12,60	2,392	182,1	2,5948
5	13	15,0	30,00	5303,571	12,80	2,413	181,0	2,5619

Tabel 5.6 Kuat Tarik Beton Beton Serat 1% (BS10)

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P Tarik (kN)	Kuat Tarik MPa
1	11	15,0	30,00	5303,571	12,75	2,404	192,9	2,7304
2	11	15,0	29,80	5268,214	12,70	2,411	190,2	2,7102
3	11	15,1	30,00	5374,521	12,60	2,344	186,5	2,6223
4	11	15,0	29,60	5232,857	12,80	2,446	204,0	2,9265
5	11	15,0	29,90	5285,893	12,80	2,422	227,0	3,2238

Tabel 5.7 Kuat Tarik Beton Beton Serat 1.25% (BS12,5)

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P Tarik (kN)	Kuat Tarik MPa
1	9	15,1	30,00	5374,521	12,70	2,363	209,7	2,9485
2	9	15,0	29,80	5268,214	12,65	2,401	213,9	3,0479
3	9	15,0	30,00	5303,571	12,90	2,432	215,0	3,0432
4	9	15,1	29,90	5356,606	12,80	2,390	236,2	3,3322
5	9	15,0	30,00	5303,571	12,75	2,404	213,0	3,0149

Tabel 5.8 Kuat Tarik Beton Beton Serat 1.5% (BS15)

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P Tarik (kN)	Kuat Tarik MPa
1	7	15,0	29,90	5285,893	12,50	2,365	233,0	3,3090
2	7	15,0	29,80	5268,214	12,55	2,382	237,2	3,3799
3	7	15,0	30,00	5303,571	12,50	2,357	221,2	3,1309
4	7	15,0	29,80	5268,214	12,55	2,382	223,9	3,1904
5	7	15,0	29,85	5277,054	12,60	2,388	166,6	2,3700

5.1.3 Hasil Pengujian Kuat Lentur

Tabel 5.9 Kuat Lentur Beton Normal 0% (BN)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P Lentur (kg)	Kuat Lentur (kg/cm ²)
1	13	40	10,1	9,9	9,65	2,413	960	43,641
2	13	40	10,0	10,0	9,75	2,438	905	40,725
3	13	40	10,0	10,0	9,70	2,425	945	42,525

Tabel 5.10 Kuat Lentur Beton Serat 1% (BS10)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P Lentur (kg)	Kuat Lentur (kg/cm ²)
1	11	40	10,0	10,1	9,8	2,413	1060	46,760
2	11	40	10,1	10,4	9,9	2,356	1110	45,724
3	11	40	10,1	10,0	9,8	2,426	1110	49,455

Tabel 5.11 Kuat Lentur Beton Serat 1,25% (BS12,5)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P Lentur (kg)	Kuat Lentur (kg/cm ²)
1	9	40	10,0	10,3	9,8	2,379	1150	48,779
2	9	40	10,2	10,0	9,9	2,426	1160	51,176
3	9	40	10,0	10,1	9,7	2,401	1240	54,701

Tabel 5.12 Kuat Lentur Beton Serat 1,5% (BS15)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm ³)	P Lentur (kg)	Kuat Lentur (kg/cm ²)
1	7	40	10,2	10,2	10,0	2,403	1325	56,186
2	7	40	10,0	10,3	9,5	2,306	1340	56,839
3	7	40	10,1	10,2	9,8	2,378	1325	56,742

5.2 Analisa Hasil

5.2.1 Kuat Desak Beton

Perhitungan kuat desak beton rata-rata dapat dilihat dari Tabel 5.13 berikut

Tabel 5.13 Perhitungan Kuat Desak Beton Rata-rata Tanpa Serat (BN)

No	Kuat Desak (f_c) (MPa)	Kuat rata-rata (f'_{cr}) (MPa)
1	23,7111	22,7132
2	21,7445	
3	23,7565	
4	22,8677	
5	21,4862	
$\Sigma =$	113,5660	

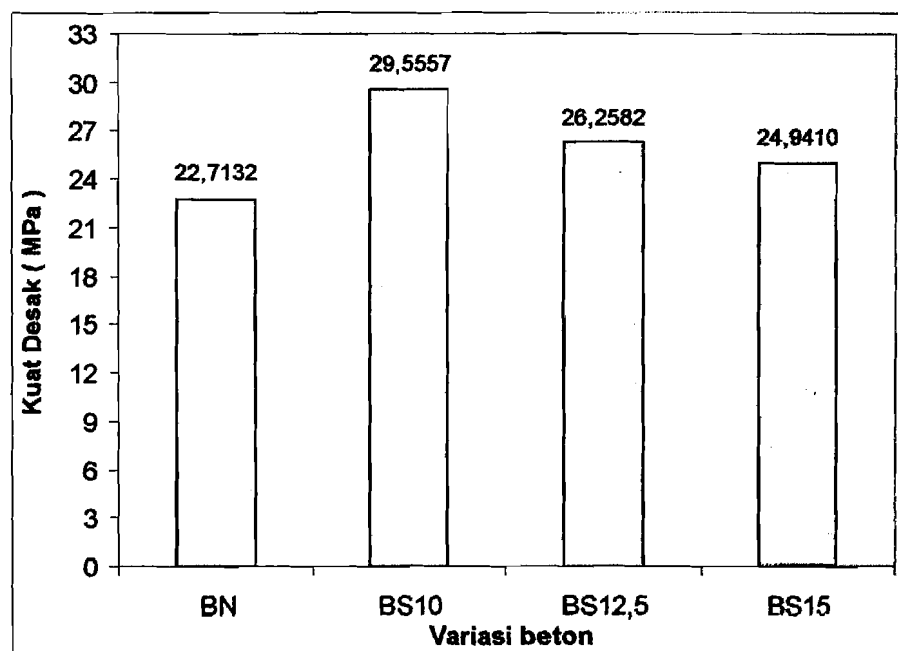
Contoh hitungan mencari nilai beton rata-rata (f'_{cr}) pada variasi serat 0 %

$$f'_{cr} = \frac{\sum_1^N f_c}{N} = \frac{113,566}{5} = 22,7132 \text{ MPa}$$

Presentase kuat desak beton dapat dilihat pada tabel 5.14 dan Grafik 5.1

Tabel 5.14 Persentase kuat Desak rata-rata

No	Variasi	Kuat Desak (MPa)	Persentase Kuat Desak Terhadap BN
1	BN	22,7132	100
2	BS10	29,5557	130,13
3	BS12,5	26,2582	115,61
4	BS15	24,9410	109,81

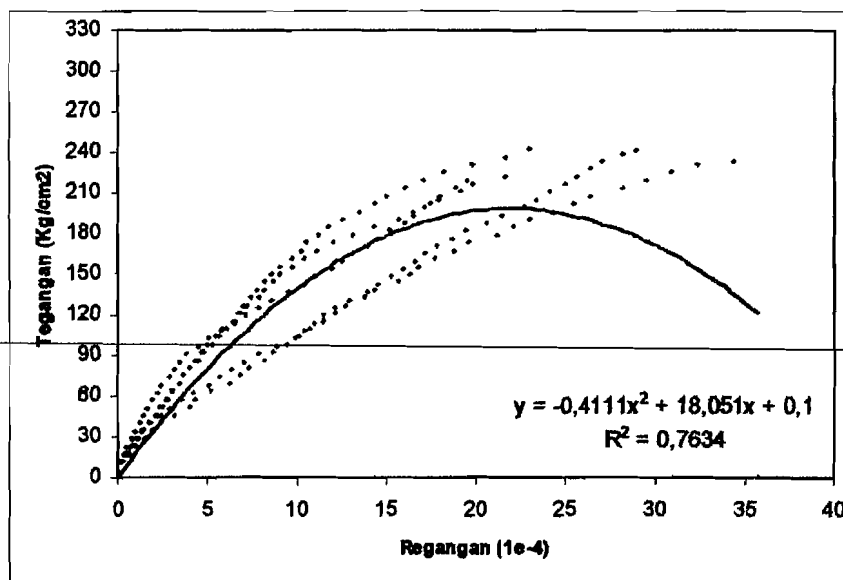


Grafik 5.1 Grafik Hubungan antara variasi serat dengan kuat desak beton rata-rata

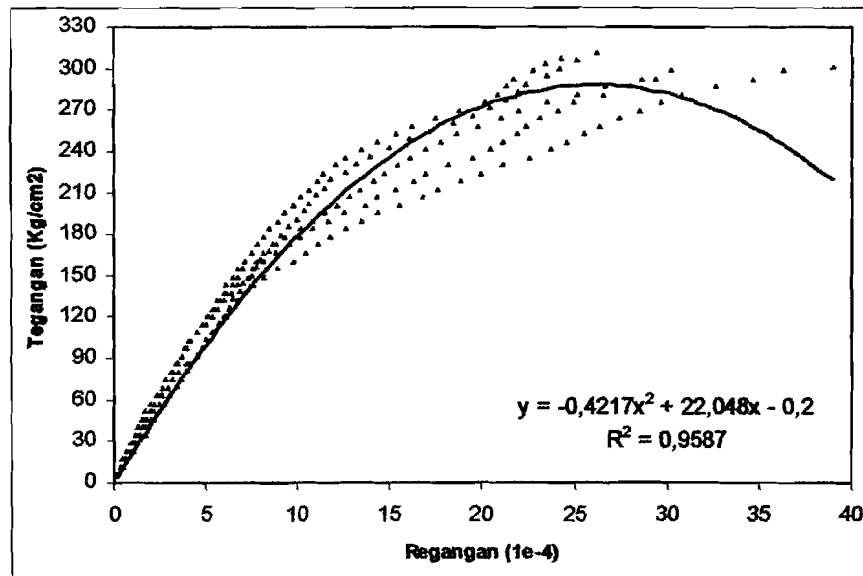
Dari tabel 5.14 dan grafik 5.1 dapat dilihat untuk BN kuat desak rata-rata mencapai 22,7132 MPa, 29,5557 MPa untuk BS10, 26,2582 MPa untuk BS12,5 dan 24,941 MPa untuk BS15. Presentase peningkatan kuat desak rata-rata terbesar terjadi pada penambahan serat 1% sebesar 130,13% dan terjadi penurunan pada penambahan serat 1,25 % dan 1,5 % sebesar 115,61 % dan 109,81 % .

5.2.2 Tegangan-regangan Beton

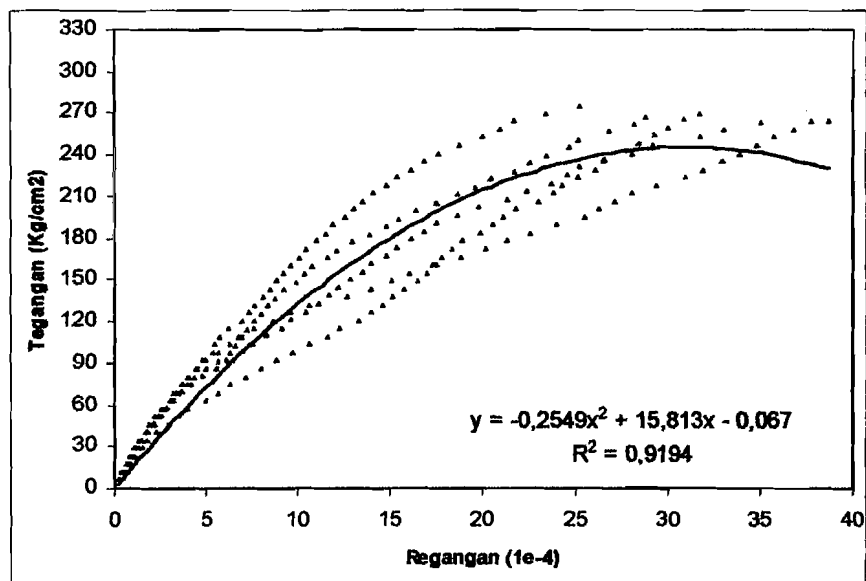
Dari uji tekan beton dapat dibuat suatu bentuk Grafik yang menyatakan nilai tegangan yang bersesuaian dengan nilai regangan betonnya. Kemampuan beton untuk menahan beban yang didukung dua perubahan bentuk (deformasi) yang terjadi sangat tergantung pada sifat regangan-tegangannya. Secara teoritis penambahan serat kedalam adukan beton akan meningkatkan kekuatan beton yaitu ketahanan dalam perubahan bentuk. Untuk mengetahui peningkatan daktilitas beton dilakukan pengujian tegangan-regangan. Uji tegangan-regangan ini dilakukan terhadap seluruh sampel benda uji kuat desak. Adapun hasil pengujiannya terlihat pada Grafik 5.2 - 5.5 dan gabungan tegangan-regangan variasi serat dapat dilihat pada Grafik 5.6.



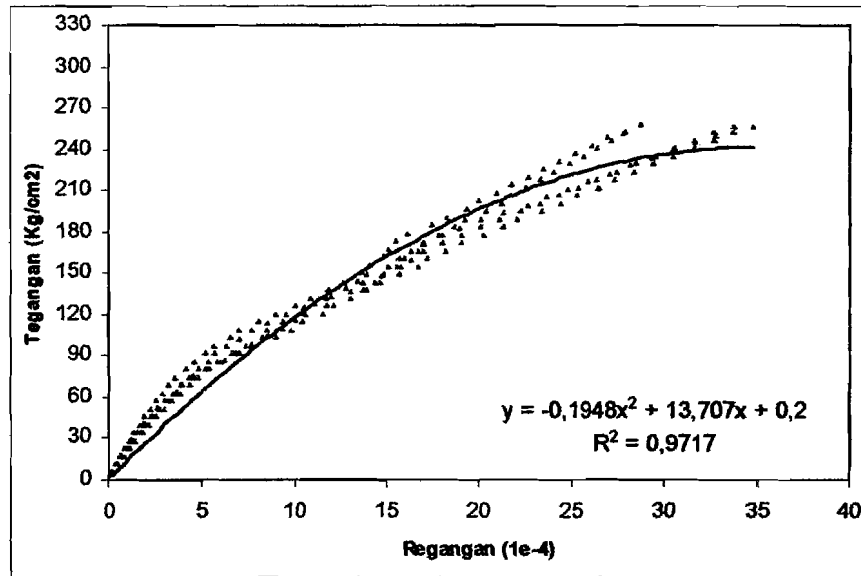
Grafik 5.2 Tegangan-regangan BN



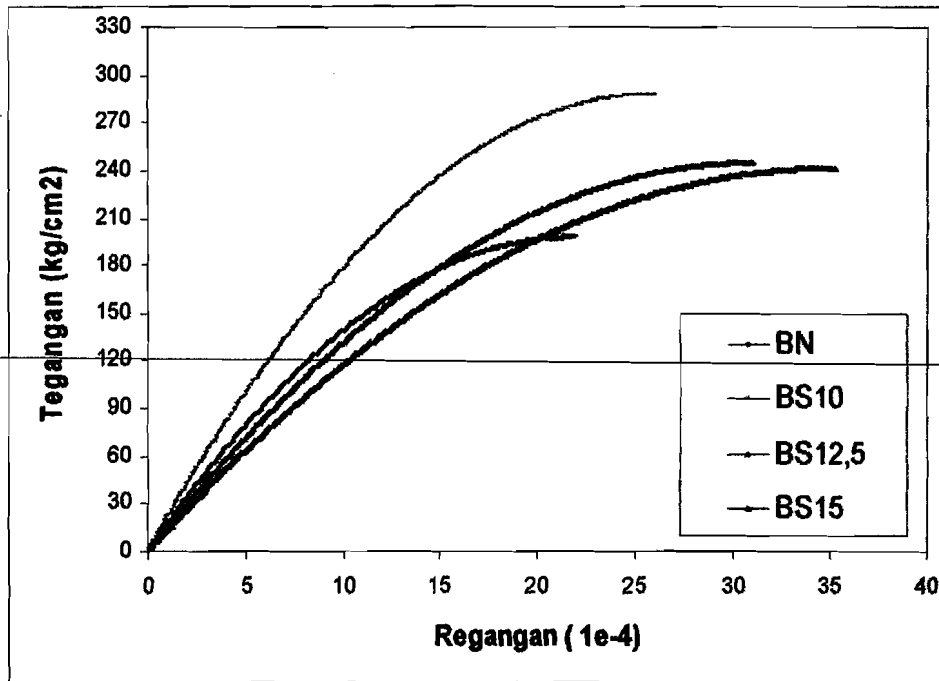
Grafik 5.3 Tegangan-regangan BS10



Grafik 5.4 Tegangan-regangan BS12.5



Grafik 5.5 Tegangan-regangan BS15



Grafik 5.6 Gabungan Tegangan-regangan kuat Desak Beton Umur 28 hari

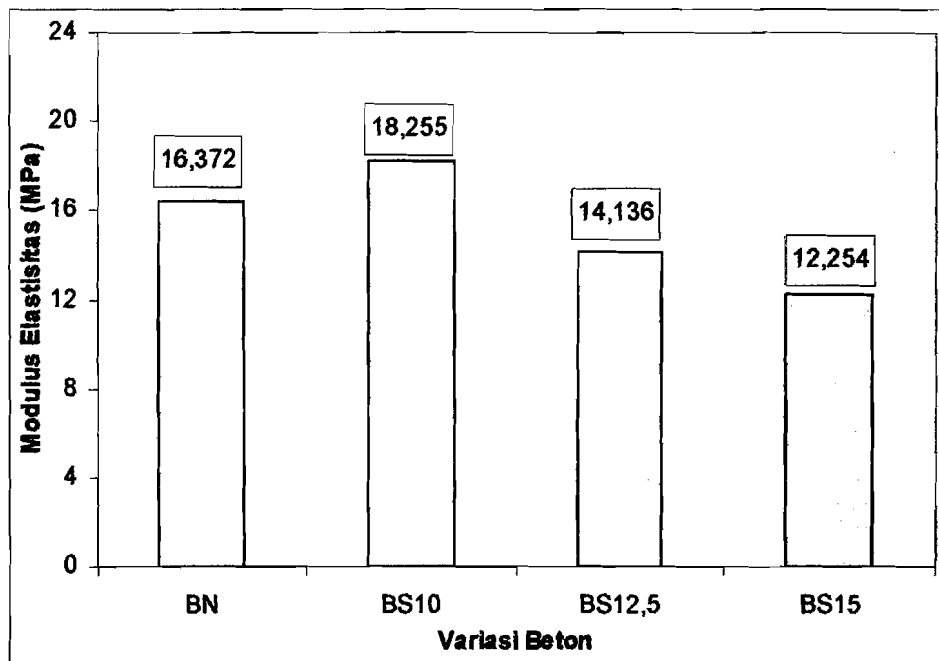
Dari grafik 5.6 tegangan-regangan di atas, didapat nilai tegangan-regangan, pada BN nilai regangan yang terjadi sebesar 0,00219 dengan tegangan sebesar 198,05 kg/cm² sedangkan untuk BS10, BS12,5 dan BS15 besar regangan secara berturut-turut sebesar 0,00261, 0,00310 dan 0,00352 dengan tegangan berturut-turut sebesar 287,99 kg/cm², 244,57 kg/cm² dan 241,321. kg/cm². Dari tegangan-regangan ini dapat diketahui tingkat daktilitas beton dan diperoleh modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan beton.

5.2.3 Modulus Elastisitas, Modulus Kenyal dan Kekakuan

Modulus elastisitas ini dapat dicari dari grafik tegangan-regangan, modulus elastisitas merupakan sifat dari beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi. Untuk mengetahui nilai dari modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan beton, dapat dilihat dari tabel 5.15 dan Grafik 5.15

Tabel 5.15 Modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan

No	Tipe	Modulus Elastisitas (Mpa)		Modulus Kenyal (kg/cm ²)	Kekakuan (kg/cm)
		Penelitian	Teoritis		
1	BN	16371,685	20714,265	0,01881	196439,343
2	BS10	18255,427	24978,655	0,03567	219041,843
3	BS12,5	14135,923	23019,091	0,03322	169613,053
4	BS15	12254,382	22865,521	0,03731	147036,957



Grafik 5.7 Hubungan antara variasi serat dengan Modulus elastisitas

Dari grafik 5.7 terlihat bahwa terjadi kenaikan modulus elastisitas pada beton serat BS10 sebesar 18,255 MPa, tetapi pada BS12,5 dan BS15 terjadi penurunan dari beton normal. Pada BS12,5 penurunan sebesar 14,136 MPa dan BS15 sebesar 12,254 MPa, sedangkan pada beton normal (BN) nilai modulus elastisitas sebesar 16,372 MPa.

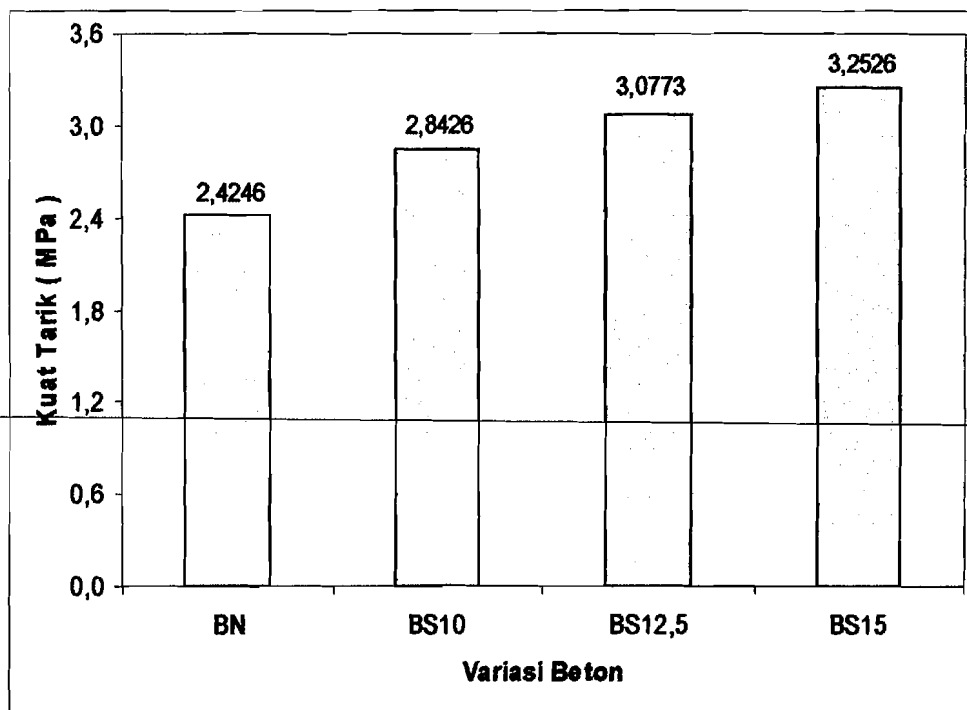
5.2.4 Kuat Tarik Beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tarik benda uji dilaksanakan setelah beton berumur 28 hari dengan metode pecah belah silinder (*Tensile Split Cylinder Test*). Adapun perhitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton silinder sebagaimana

tersaji dalam table 5.5-5.8. Hasil presentase kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Grafik 5.8

Tabel 5.16 Persentase kuat tarik rata-rata

No	Variasi	Kuat Tarik (MPa)	Persentase Kuat Tarik Terhadap BN
1	BN	2,4246	100,00
2	BS10	2,8426	117,24
3	BS12,5	3,0773	126,92
4	BS15	3,2526	134,15



Grafik 5.8 Hubungan antara variasi serat dengan kuat tarik beton rata-rata

Berdasar tabel 5.16 dan grafik 5.8 pada beton dengan variasi serat 1% atau BS10 mengalami peningkatan prosentase sebesar 17.24% dengan kuat tarik sebesar 2,8426 MPa, BS12,5 meningkat 26.92 % dengan kuat tarik sebesar 3,0773 MPa dan BS15 meningkat 34,15 % dengan kuat tarik sebesar 3,2526 MPa dari beton normal yang hanya mempunyai kuat tarik sebesar 2,4246 MPa.

5.2.5 Kuat Lentur Beton

Pada pengujian kuat lentur beton dilakukan dengan menggunakan benda uji balok yang diletakkan pada dua buah tumpuan berjarak 30 cm dengan satu buah titik pembebanan. Pada pengujian kuat lentur ini dilakukan pengamatan tidak hanya kekuatan yang dihasilkan sampel tetapi juga pada retakan yang terjadi. Pada semua benda uji terjadi retak di bawah beban, dan retakan benda uji rata-rata terjadi dibawah pembebanan sekitar 15-14 cm dari tumpuan, maka rumus yang dipakai pada perhitungan ini adalah rumus 3.12.

Pada pengujian kuat lentur beton dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata kuat lentur sampel benda uji. Perbandingan hasil perhitungan kuat lentur rata-rata beton non serat dengan beton serat ditampilkan dengan prosentase kenaikannya. Kuat lentur masing-masing benda uji beton normal dan beton serat dapat dilihat dalam table 5. 17 dan Grafik 5.9.

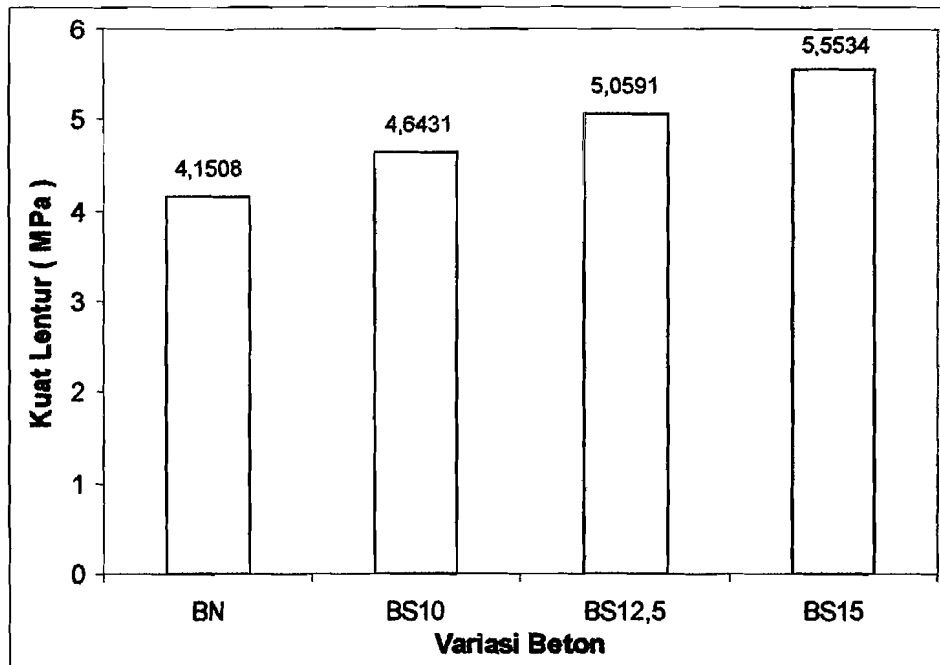
5,17 Kuat Lentur Rata-rata

No	Kode	Kuat Lentur		Kuat lentur rata-rata (MPa)
		(Kg/cm ²)	(MPa)	
1	BN	43,641	4,2827	4,1508
		40,725	3,9966	
		42,525	4,1732	
2	BS10	46,760	4,5888	4,6431
		45,724	4,4872	
		49,455	4,8533	
3	BS12,5	48,779	4,7870	5,0591
		51,176	5,0222	
		54,701	5,3681	
4	BS15	56,186	5,5138	5,5634
		56,839	5,5779	
		56,742	5,5684	

Tabel 5.18 Persentase kuat Lentur rata-rata

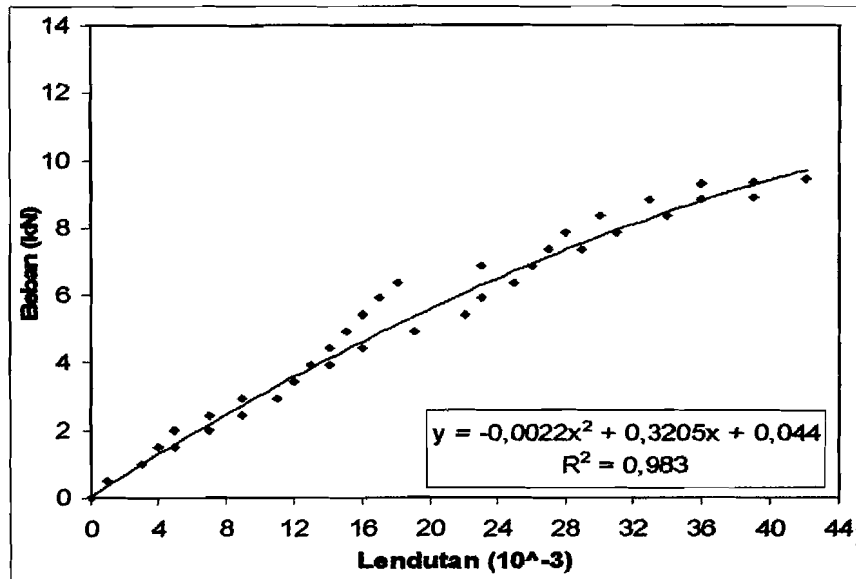
No	Kode	Kuat lentur rata-rata (MPa)	Presentase Kuat lentur terhadap BN (%)
1	BN	4,1508	100
2	BS10	4,6431	111,86
3	BS12,5	5,0591	121,88
4	BS15	5,5634	133,79



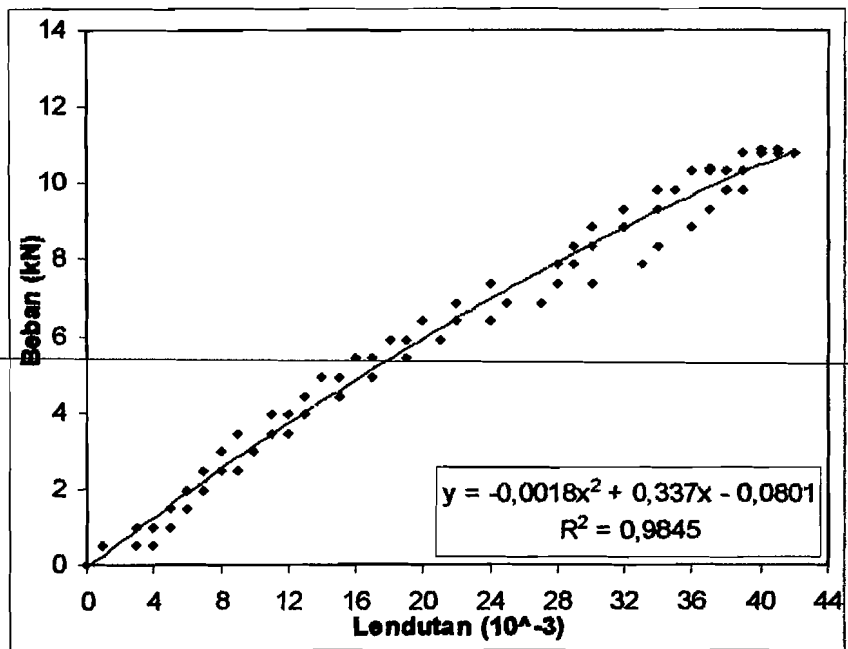


Grafik 5.9 Hubungan antara variasi serat dengan kuat Lentur beton rata-rata

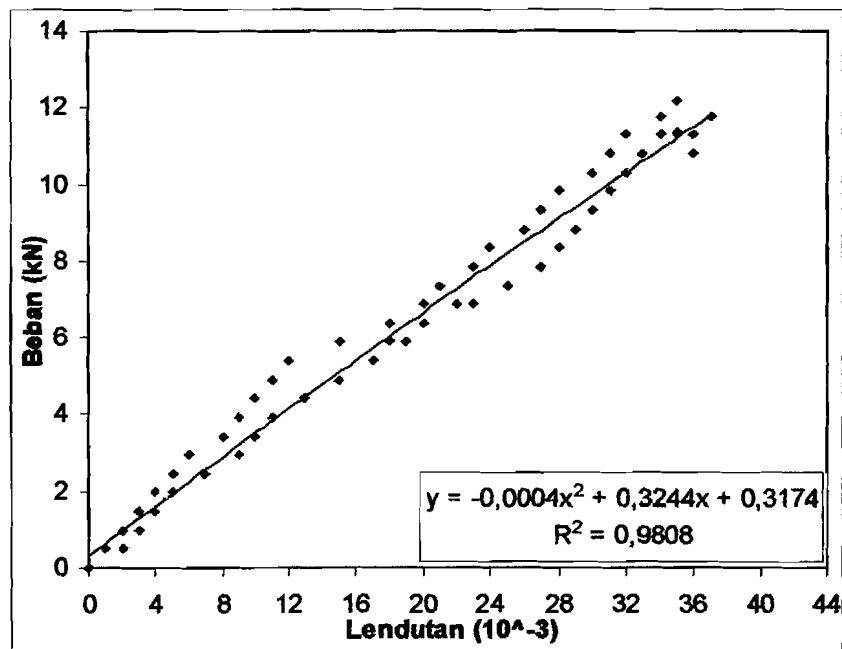
Berdasar tabel 5.18 dan grafik 5.9 pada beton dengan variasi serat 1% atau BS10 mengalami peningkatan prosentase sebesar 111,86% dengan kuat lentur sebesar 4,6431 MPa, BS12,5 meningkat 121,88 % dengan kuat lentur sebesar 5,0591 MPa dan BS15 meningkat 133,79 % dengan kuat lentur sebesar 5,5534 MPa dari beton normal yang hanya mempunyai kuat lentur sebesar 4,1508 MPa. Adapun hasil pengujian lendutan terlihat pada Grafik 5.10 - Grafik 5.13 dan gabungan variasi serat dapat dilihat pada Grafik 5.14.



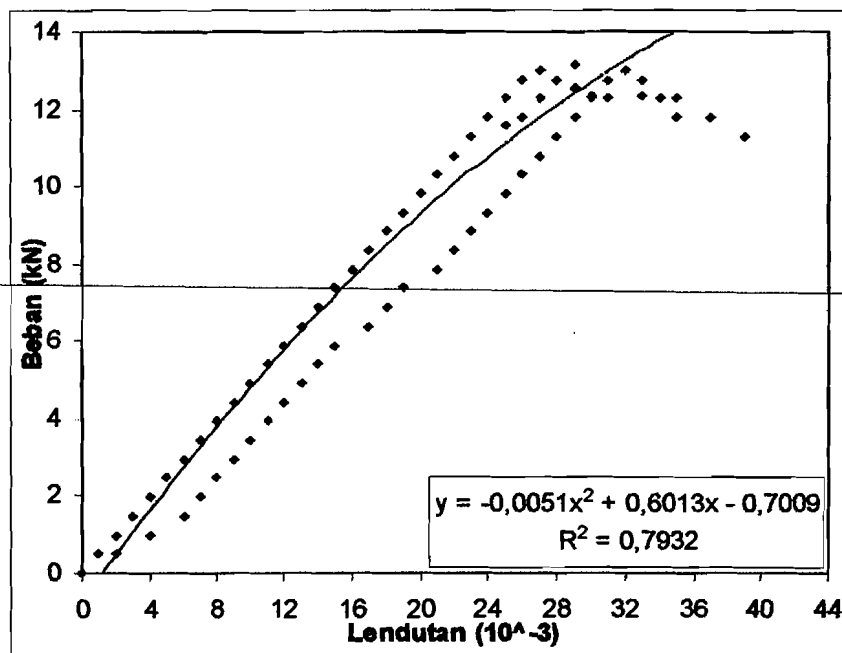
Grafik 5.10 Beban lendutan BN



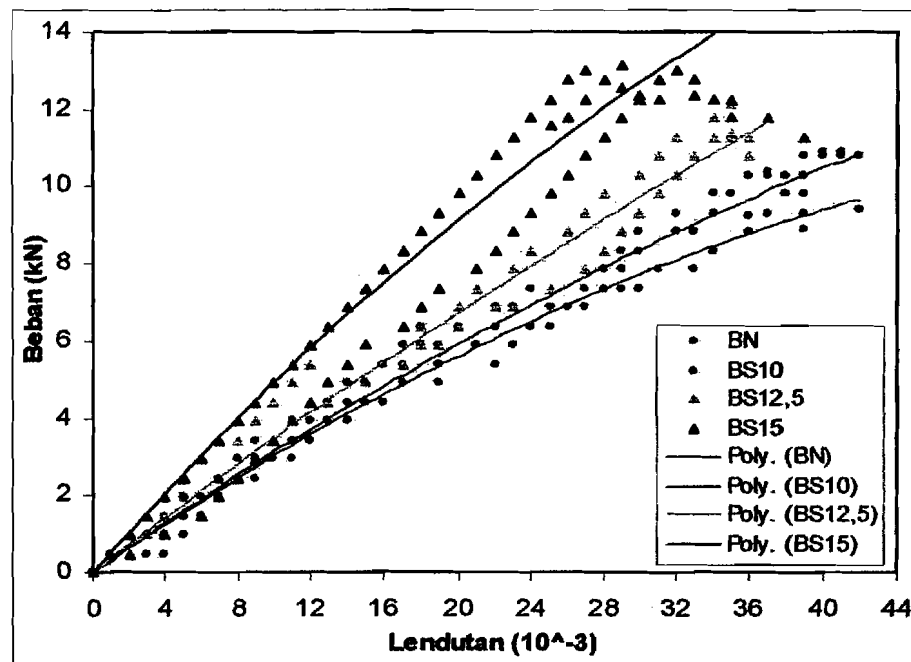
Grafik 5. 11 Beban lendutan BS10



Grafik 5. 12 Beban lendutan BS12.5



Grafik 5. 13 Beban lendutan BS15



Grafik 5.14 Gabungan Beban lendutan Umur 28 hari

5.3 Pembahasan

Sebelum ditarik kesimpulan, perlu dilakukan terlebih dahulu pembahasan mengenai pelaksanaan dan hasil yang diperoleh dari penelitian berdasarkan teori yang melandasi.

5.3.1 Workability

Pada penelitian mengenai pembuatan beton serat atau fiber, ada beberapa hal yang ingin diketahui dalam proses pengerjaan dan pembuatan beton serat ini. Terutama pada pengaruh penambahan serat kawat jaring segi empat (strimin) terhadap kelecakan atau kekentalan dari adukan beton, tanpa merubah nilai dari jumlah air maupun semen yang akan digunakan dalam perbandingan campuran.

Penggunaan perbandingan antara semen, pasir, kerikil dan air senantiasa tetap untuk semua sempel, perubahan hanya terjadi pada konsentrasi penambahan serat sebesar 1 %, 1,25 % dan 1,5% dari berat beton.

Seberapa besar workability dan kelecakan dari adukan beton non serat maupun beton serat dapat diketahui dari nilai slump yang terjadi. Semakin besar penambahan serat maka semakin kecil nilai slump, hal ini dikarenakan dalam proses pengadukan beton yang menggunakan molen sebagai alat pencampur (mixer), terjadi "balling effect" atau penggumpalan serat, ini dimungkinkan besarnya kemampuan dari serat kawat strimin untuk saling mengikat pada kait-kaitnya dan sifat adhesi serat yang terbuat dari kawat. Dalam penelitian ini ada nilai slump yang tidak memenuhi range perencanaan sebesar 7,5-15 cm. Nilai slump yang lebih kecil dari pada angka 7,5 cm, dialami oleh beton serat dengan penambahan serat 1,5 % sebesar 7 cm. Sedangkan untuk beton non serat maupun beton serat dengan penambahan serat 1 % dan 1,25 % tidak terjadi penyimpangan nilai slump. Hal ini menunjukkan pengaruh workability pada penambahan kawat segi empat, semakin tinggi presentase penambahan serat maka workability atau pengerjaan semakin sulit dan semakin kecil pula kelecakan pada beton dengan penambahan serat besar.

Untuk mengurangi terjadinya lepas antara serat dengan beton, digunakan kawat jaring segi empat (strimin) yang mempunyai kait banyak. Tetapi penggunaan ini mengakibatkan efek lain seperti diatas. Penyebaran kawat pada adukan beton juga kurang baik atau tidak merata. Hal ini dapat dilihat dari perubahan dan penurunan

nilai slump, semakin tinggi penambahan konsentrasi serat maka nilai slump akan semakin kecil

Untuk mengurangi sekecil mungkin pengaruh "balling effect" agar penyebaran merata, dilakukan pengawasan dan pelaksanaan pengadukan secara ketat. Pencampuran serat kawat tidak semuanya dilakukan dengan molen, tetapi dengan menggunakan sistem manual menggunakan sekop. Adapun pencampuran serat kawat tidak langsung dalam jumlah banyak tetapi sedikit demi sedikit.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa adanya penambahan serat pada beton akan menurunkan kelecakan, mengurangi workability yang berakibat menimbulkan sedikit kesulitan pada pengerjaan beton. Juga dalam hal pengawasan dan pengerjaan adukan beton serat, memerlukan penanganan khusus dan ketat untuk mengurangi terjadinya "balling effect".

5.3.2 Kuat Desak Beton

Berdasarkan tabel 5.14 dan grafik 5.1 dapat kita lihat bahwa nilai kuat desak beton rata-rata secara keseluruhan meningkat dari beton normal (BN) bila diberi tambahan serat. Hal ini disebabkan serat yang ada dalam beton mampu menahan gaya ekspansi akibat beban aksial, beban ini mengakibatkan serat menjadi terkekang. Selain itu penambahan serat kedalam adukan beton dapat memperbaiki kekakuan dan kekuatan beton dan juga dapat menunda proses peretakan pada bagian inti beton, tampak pada benda uji BN terjadi retak dan mengalami pecah pada sebagian benda

uji, lain halnya dengan beton dengan penambahan serat hanya mengalami retak tanpa diikuti pecah. Tampak adanya sesuatu yang menahan retak pada beton.

Kuat desak beton optimum diperoleh dengan variasi beton dengan penambahan serat 1% (BN10). Pada pengujian kuat desak ini terjadi penurunan kekuatan pada penambahan serat 1,25% (BN12,5) dan 1,5% (BN15) dari BN10 ini dimungkinkan terjadi penggumpalan serat pada beton, sehingga penyebaran serat pada beton tidak merata.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa penambahan serat jaring segi empat kedalam adukan beton, ternyata mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kuat desak beton. Peningkatan optimal sekitar 130 % untuk penambahan serat 1 % dari beton normal. Dalam pelaksanaan pengujian desak beton terdapat perbedaan pada tampang pecah dan retak benda uji. Untuk beton normal terjadi runtuh serta lepasnya berbagai agregat secara tiba-tiba setelah mendapat beban maximum. Namun tidak seperti pada benda uji beton serat, pecah beton tidak terlepas dalam jumlah banyak hanya retak-retak dan tampang benda uji relatif masih utuh.

5.3.3 Tegangan-regangan Beton

Dari uji tekan beton dapat dibuat suatu bentuk kurva yang menyatakan nilai tegangan yang bersesuaian dengan nilai regangan betonnya. Dari grafik 5.6 didapat nilai tegangan-regangan. Regangan terbesar terjadi pada BS15 sebesar 0,00352, pada BS15 ini mempunyai daktalitas yang sangat tinggi, tetapi tegangan yang terjadi pada BS15 ini lebih kecil dibandingkan dengan BS10. Menurut **Taufik Dwi Laksono dan**

Budi Suprihatin Lutfi (1999), menyatakan bahwa regangan pada saat tegangan desak maksimal tidak tergantung pada besarnya peningkatan tegangan desak maksimal yang terjadi. Dalam hal ini terjadi persamaan pada BS15 dengan BS10, pada BS15 regangan sebesar 0,00352 dengan tegangan maksimal sebesar 241,321 kg/cm², sedangkan pada BS10 regangan sebesar 0,00261 dengan tegangan maksimal sebesar 287,99 kg/cm². Dari tegangan-regangan dapat diketahui tingkat daktilitas beton dan diperoleh modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan beton.

Modulus elastisitas merupakan sifat dari beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi. Dari Tabel 5.15 dapat dilihat bahwa elastisitas beton serat lebih rendah dibandingkan beton normal (BN), walaupun pada BS10 modulus elastis lebih besar dari beton normal (BN) tetapi dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa daktilitas yang dimiliki beton serat jauh lebih besar dibandingkan BN. kekenyalan beton serat juga jauh lebih besar dibandingkan dengan BN dan kekakuan pada beton serat lebih kecil dari pada BN. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan bentuk yang lebih besar pada beton serat.

Dari Tabel 5.9 secara keseluruhan terlihat bahwa modulus elastisitas dengan rumus SNI lebih besar dari hasil penelitian, Jadi dapat disimpulkan bahwa modulus elastisitas pada beton serat kawat jaring segi empat ini tidak dapat dicari dengan rumus SNI.

5.3.4 Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton berkisar antara 5-12 % dari kuat desak (Sudarmoko, 1993). Dari Tabel 5.16 terlihat bahwa kuat tarik rata-rata beton normal (BN) sebesar 2,4246 MPa. Ini berarti kuat tarik beton normal berada antara 5-12 % dari kuat desak yaitu sekitar 11,56 % dari kuat desak beton.

Berdasarkan hasil uji belah terlihat bahwa beton yang diberi serat juga memberikan peningkatan terhadap kuat tarik beton. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat pada campuran beton mampu menahan tegangan tarik yang dan pada beton berserat jumlah retakan pada sempel lebih sedikit dibanding beton normal. Semakin besar penambahan serat maka jumlah retakan akan semakin sedikit ini dikarenakan tegangan lekat (*bond strength*) antara serat dengan beton cukup baik. Pemeriksaan menunjukkan pada tampang pecah terlihat hampir sebagian serat putus dan hanya beberapa yang tercabut. Terlihat pada grafik 5.16 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi penambahan serat berarti semakin tinggi pula kekuatan yang mampu dihasilkan serat dalam menahan gaya tarik.

Pada beton dengan variasi serat 1% atau BS10 mengalami peningkatan sebesar 17.24%, BS12,5 meningkat 26.92 % dan BS15 meningkat 34,15 % dari beton normal. Dari hasil di atas terlihat bahwa beton dengan variasi penambahan sarat 1,5 % mengalami peningkatan kuat tarik yang paling besar.

5.3.5 Kuat Lentur Beton

. Dalam pengujian kuat lentur untuk beton non serat dalam pengujian kuat lenturnya terjadi patah secara tiba-tiba seperti halnya pada pengujian kuat desak beton yang mengalami runtuh mendadak. Bila pembebanan mencapai maksimum pada uji lentur ini akan terjadi retak pertama kali "first crack" yang langsung disertai oleh patahnya balok uji yang hampir bersamaan. Tampak tidak adanya sesuatu yang menahan tegangan lentur beton selain kekuatan beton itu sendiri. Lain halnya dengan beton berserat yang mampu meningkatkan tegangan lentur beton dan menjadikan interfal waktu antara retak pertama pada beton dengan patah pada beton.

Pada beton berserat setelah terjadi "first crack" masih memungkinkan naiknya kekuatan lentur beton meskipun tidak terlalu tinggi untuk mencapai nilai maksimal tegangan lentur beton sampai terjadi patah. Terlihat pada pengujian lentur ini bahwa pada keruntuhan beton dengan penambahan serat terjadi perlahan-lahan dengan diawali retakan kecil yang makin lama makin besar dan keruntuhan tidak terjadi total karena runtuh akan tertahan oleh serat-serat yang ada.

Dilihat dari prosentase kenaikan kuat lentur beton dari beton normal sampai beton berserat tampak belum adanya titik optimum yang dicapai oleh penambahan serat. Sehingga masih memungkinkan pada pengujian lentur ini dilakukan penambahan serat. Pada pengujian ini tampang patahan balok terdapat titik-titik patahan yang menandakan putusnya serat kawat strimin akibat gaya tarik yang disebabkan pembebanan lentur. Hanya sedikit kawat strimin yang terlepas dari beton, jadi kawat strimin ini sangat baik digunakan dalam beton.

5.3.6 Pengaruh Penambahan Serat Terhadap Sifat Beton

Pada penelitian ini dapat dilihat pengaruh dari penambahan serat strimin kedalam adukan beton terhadap kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur. Untuk mengetahui berapa presentase kekuatan yang dihasilkan dapat dilihat dari tabel 5.19

Tabel 5.19 Presentase Penambahan Serat Terhadap Sifat Beton

No	Variasi	Persentase Kuat Desak Terhadap BN (%)	Persentase Kuat Tarik Terhadap BN (%)	Persentase Kuat Lentur Terhadap BN (%)
1	BN	100	100	100
2	BS10	130,13	117,24	111,86
3	BS12,5	115,61	126,92	121,88
4	BS15	109,81	134,15	133,79

Pada presentase kenaikan optimum kuat desak beton dialami oleh BS10 kenaikan sebesar 30,13 % Sedangkan pada uji kuat Tarik pada BS15 dengan presentase kenaikan sebesar 34,15 % dan uji kuat Lentur pada BS15 dengan presentase kenaikan sebesar 33,789 % dari beton normal. Dari hasil pengujian kuat desak beton nilai optimal ternyata diperoleh BS10 dan pada pengujian kuat desak beton ini tidak dimungkinkan lagi penambahan serat, dapat dilihat pada table 5.19 pada penambahan serat diatas 1% kekuatan beton akan menurun. Sedang untuk kuat tarik dan kuat lentur, makin tinggi konsentrasi serat maka kuat tarik dan kuat lentur juga meningkat. Tetapi peningkatan jumlah serat diatas diatas 1% mengakibatkan kuat tekan beton serat turun. Pada konsentrasi serat 1,5% kuat tekan mencapai 109,81% dari beton normal. Agar kuat tekan beton serat paling tidak sama dengan beton normal, jumlah serat maksimum 1,5% yang memberikan kuat tarik 134,15% dan kuat lentur 133,79% dari beton normal.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini :

1. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa kuat desak beton optimum terjadi pada penambahan konsentrasi serat 1% dengan presentase kenaikan sebesar 30,13 % dari beton normal.
2. Kuat tarik dan kuat lentur maksimum presentase pada penambahan konsentrasi serat 1,5% dengan presentase kenaikan 34,15 % untuk kuat tarik dan 33,78% untuk kuat lentur dari beton normal.
3. Konsentrasi serat maksimum pada penelitian ini 1,5% dari adukan beton.
4. Penambahan serat pada adukan beton mengurangi workability dan menurunkan kelecakan dalam adukan beton.
5. ~~Penambahan serat juga mempengaruhi dalam retak yang terjadi pada~~ benda uji. Pada benda uji dengan penambahan serat retak yang terjadi lebih sedikit dibanding pada beton normal. Sedangkan pada pengujian kuat Lentur terjadi patahan pada beton normal langsung diikuti putusya benda uji, lain halnya dengan beton serat ada jarak waktu antara terjadi patahan dan putusya benda uji. Hal ini dikarenakan serat mampu menahan beban yang terjadi pada saat pengujian lentur.

6.2 Saran

Saran-saran yang dapat disampaikan berkaitan dengan penelitian ini adalah :

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut karena pada pengujian kuat Tarik dan kuat Lentur masih dimungkinkan dilakukan penambahan presentase serat karena mungkin hasil yang diperoleh belum optimal. Dan pada pengujian kuat Desak tidak dimungkinkan lagi penambahan serat dikarenakan hasil optimal penambahan serat pada pengujian ini adalah pada penambahan serat 1% dari adukan beton
 2. Dalam pelaksanaan pembuatan benda uji perlu diperhatikan cara pengadukan, pecampuran serat kedalam adukan beton dan penuangan kedalam cetakan terutama pada beton serat sehingga serat dapat menyebar dengan rata tanpa adanya penggumpalan di salah satu sisi sampel.
 3. Dalam pembuatan campuran beton hendaknya memperhatikan bahan-bahan yang akan dipergunakan dan harus diteliti terlebih dahulu apakah bahan-bahan tersebut masuk dalam kategori bahan-bahan campuran beton yang baik.
-

DAFTAR PUSTAKA

- Balaguru, N. P., and S. P. Shah., 1992, **FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITE**, McGraw-Hill International Editions, New York.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1982), **Persyaratan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982)**, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1973), **Persyaratan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia NI-3 (PUBI 1970)**, Yayasan Dana Normalisasi Indonesia.
- Murdock, L. J. dan Brook, K. M., 1986, **BAHAN DAN PRAKTEK BETON**, Terjemahan Stephanus Hendarko, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, Edward G., 1990, **BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR**, Terjemahan Bambang Suryoatmono, PT. Eresco, Bandung.
-
- Sudarmoko, 1993, **BETON SERAT, SUATU BENTUK BETON BARU**, Laporan Penelitian, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- SK SNI T-15-1991-03, 1991, **TATA CARA PEMBUATAN RENCANA CAMPURAN BETON NORMAL**, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.

SK SNI T-28-1991-03, 1991, **TATA CARA PEMBUATAN RENCANA CAMPURAN BETON NORMAL**, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung

SK SNI 03-2823-1992, **METODE PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON MEMAKAI GELAGAR SEDERHANA DENGAN SISTEM BEBAN TITIK DI TENGAH**, Yayasan Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung

Tjokrodimuljo, K. (2003), **Teknologi Bahan Konstruksi**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K. (1992), **Teknologi Beton**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Yefta Luthfi Zamroni, 2004, **TUGAS AKHIR PENGARUH FIBER KAWAT BENDRAT DAN SUPERPLASTICIZER PADA KUAT TEKAN, KUAT TARIK, DAN KUAT LENTUR BALOK**, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.



UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE	: II (Des 05 - Mei 06)
TAHUN	: 2005 - 2006
Berlaku Sampai Akhir Mei 2006	

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	DIMAS IRFAN FAUZA	01 511 015	Teknik Sipil
2.			Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Peningkatan Kuat Desak, Kuat Tarik Dan Kuat Lentur, Pada Beton Dengan Penambahan Kawat Jaring Segi Empat			

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

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

Foto
4 x 6



Jogyakarta , 14-Feb-06
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	DIMAS IRFAN FAUZA	01 511 015	Teknik Sipil
2.			Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Peningkatan Kuat Desak, Kuat Tarik Dan Kuat Lentur, Pada Beton Dengan Penambahan Kawat Jaring Segi Empat

PERIODE KE	: II (Des 05 - Mei 06)
TAHUN	: 2005 - 2006
Berlaku Sampai Akhir Mei 2006	

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
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,H,MS

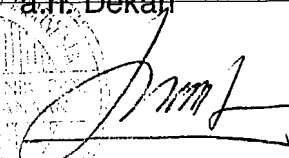
Dosen Pembimbing II : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Foto
4 x 6



Jogjakarta ,14-Feb-06

a.n. Dekan



A. H. Munadhir, MS

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	

LAMPIRAN 1

(Data 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 AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Dimas Irfan fauzia Ditest tanggal : 18 Maret 2006
Pasir asal : Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Berat Pasir Kondisi Jenuh Kering Muka, (gram) = 500
Berat Piknometer Berisi Pasir dan Air, gram (Bt) = 953
Berat Piknometer Berisi Air, gram (B) = 645
Berat Jenis Jenuh Kering Muka, $\text{gram/cm}^3 (500 / (B + 500 - Bt)) = 2,60$

Keterangan :

500 = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh, dalam gram

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka pasir tersebut = 2,60

Yogyakarta, Juni 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Dimas Irfan fauzia Ditest tanggal : 18 Maret 2006
Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

Berat Kerikil Kondisi Jenuh Kering Muka, gram (B) = 1989
Berat Kerikil Dalam Air, gram (Ba) = 1246
Berat Jenis jenuh Kering Muka, gram/cm^3 (B / (B - Ba)) = 2,67

Kesimpulan : berat jenis jenuh kering muka agregat tersebut = 2,67

Yogyakarta, Juni 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BUTIRAN LEWAT AYAKAN NO.200

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Dimas Irfan fauzia Ditest tanggal : 18 Maret 2006
Pasir asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

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

Pemeriksaan butiran lewat yang ayakan no.200 atau kandungan Lumpur dalam pasir adalah 1,42 %

Yogyakarta, Juni 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Dimas Irfan fauzia Ditest tanggal : 18 Maret 2006
Pasir asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1) = 1120 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2) = 1930 gram
Berat agregat bersih (W2-W1) = 810 gram
Volume tabung (V) = 530,144 cm³
Berat Volume { (W2-W1) / V } = 1,53 gram/cm³

Yogyakarta, Juni 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

HASIL PEMERIKSAAN BERAT VOLUME AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Dimas Irfan fauzia Ditest tanggal : 18 Maret 2006
Kerikil asal : Kali Clereng, Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

Berat tabung (W1) = 1280 gram
Berat tabung + agregat kering tungku (W2) = 2000 gram
Berat agregat bersih (W2-W1) = 720 gram
Volume tabung (V) = 530,144 cm³
Berat Volume { (W2-W1) / V } = 1,53 gram/cm³

Yogyakarta, Juni 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT HALUS

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Dimas Irfan fauzia

Ditest tanggal : 18 Maret 2006

Pasir asal : Merapi, Kaliurang

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40.00	0	0	0	100
20.00	0	0	0	100
10.00	0	0	0	100
4.80	0	0	0	100
2.40	95,5	6,52	6,52	93,48
1.20	214,8	14,67	21,19	78,81
0.60	573	39,13	60,32	39,68
0.30	468,5	31,99	92,32	7,68
0.15	91	6,21	98,53	1,47
Sisa	21,5	1,47	-	-
Jumlah	1464,3	100	278,9	

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{278,9}{100} = 2,789$$

Yogyakarta, Juni 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

GRADASI PASIR

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

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

Hasil analisa ayakan masuk daerah : 2 (dua)

Jenis pasir : agak kasar

Yogyakarta, Juni 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

DATA MODULUS HALUS BUTIR (MHB) AGREGAT KASAR

No. / Ka.Ops. / LBKT / / 2006

Penguji : Dimas Irfan fauzia Ditest tanggal : 18 Maret 2006
Pasir asal : Kali Clereng, Kulonprogo
Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40.00	0	0	0	100
20.00	144,6	7,45	7,45	92,55
10.00	1647,6	84,93	92,38	7,62
4.80	147,8	7,62	100	0,001
2.40			100	
1.20			100	
0.60			100	
0.30			100	
0.15			100	
Sisa				
Jumlah	1940	100	699,8	

$$\text{Modulus Halus Kasar} = \frac{699,8}{100} = 6,998$$

Yogyakarta, Juni 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh



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

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

GRADASI KRIKIL

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

Hasil analisa ayakan, besar butir maksimum masuk 20 mm.

Yogyakarta, Juni 2006

Disyahkan

Dikerjakan oleh

LAMPIRAN 2

(Perhitungan Mix Design)

Perhitungan Rencana Adukan Beton Dengan Metode DOE

Dimuat dalam buku standart NO.SK.SNI.T-15-1990-03 dengan judul “ Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”

Data-data :

- $f'c$ = 22,5 MPa
- Jenis semen = Portland tipe I (merek Gresik)
- Jenis kerikil = batu pecah
- Ukuran maksimal kerikil = 20 mm
- Berat jenis kerikil = 2,67
- Nilai slump = 7,5 – 15 cm
- Jenis pasir = agak kasar (gol 2)
- Berat jenis pasir = 2,60 t/m³

Perhitungan :

- Menentukan deviasi standart (S)
– 4,2 Mpa (Pekerjaan dianggap baik)

Tabel Nilai deviasi StandartTingkat pengendalian mutu Pekerjaan

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

- Menentukan nilai tambah Margin (M)

$$= K \cdot Sd$$

$$= 1,64 \times (4,2 \times 1,16) = 7,99 \approx 8 \text{ Mpa}$$

Keterangan:

$$K = 1,64$$

Sd = standart deviasi (didapat dari tabel faktor pengali standart)

Tabel. Faktor pengali deviasi standart

Jumlah data sampel	30	25	20	≤15
Faktor pengali	1	1,03	1,08	1,16

- Menentukan kuat tekan rata-rata

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + M \\ &= 22,5 + 8 \\ &= 30,5 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- Jenis semen

(digunakan semen portland merek Gresik kemasan 50 kg)

- Menentukan faktor air semen,

- cara 1 = 0.51

(dari grafik. hubungan faktor air semen dan kuat tekan rata-rata beton)

- cara 2 = 0.58

(dari grafik mencari faktor air semen)

- cara 3 = 0.5

(dari tabel persyaratan untuk berbagai pembebanan dan lingkungan khusus, beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dan untuk beton bertulang terendam air)

- diambil yang terkecil = 0.5

- Menentukan nilai slump

$$7,5 - 15 \text{ cm}$$

(dari tabel 7.13 penetapan nilai slump)

- Menentukan ukuran besar butir agregat maximum (kerikil)

jenis kerikil batu pecah dengan ukuran maximum 20 mm

- Menentukan kebutuhan air (A)

$$= 0.67 A_h + 0.33 \cdot A_k$$

$$= 0.67 \cdot 225 + 0.33 \cdot 225 = 225 \text{ liter}$$

(Nilai A_h dan A_k didapat dari tabel 7.14 perkiraan kebutuhan air 1 m³)

- Menentukan kebutuhan semen

$$= \frac{\text{air}}{\text{faktor.air.semen}}$$

$$= \frac{225}{0.5} = 450 \text{ kg}$$

- Menentukan perbandingan pasir dan kerikil

= pasir 42 % dan kerikil 58 %

(dari grafik.7.10b hubungan fas, slump dan ukuran butir maksimum)

- Menentukan campuran berat jenis pasir dan kerikil

$$= \frac{42}{100} \times 2,60 + \frac{58}{100} \times 2,67 = 2,6406$$

- Menentukan berat jenis beton

$$= 2345 \text{ kg/ m}^3$$

(dari grafik.7.11 hubungan kandungan air dan berat jenis campuran)

- Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

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

$$= 2345 - 225 - 450 = 1670 \text{ kg}$$

- Menentukan kebutuhan pasir

Kebutuhan pasir = berat pasir kerikil \times presentase pasir

$$= 1670 \times 42\%$$

$$= 701,4 \text{ kg}$$

- Menentukan kebutuhan kerikil

Kebutuhan kerikil = berat pasir kerikil – kebutuhan pasir

$$= 1670 - 701,4 = 968,6 \text{ kg}$$

Kesimpulan

Untuk 1 m^3 beton dibutuhkan

- Air = 225 kg
 - Semen = 450 kg
 - Pasir = 701,4 kg
 - Kerikil = 968,6 kg
-

(Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Rata-rata)

LAMPIRAN 3

Perhitungan Kuat Desak Rata-rata Beton Tanpa Serat (BN)

No	Kuat Desak (f_c) (MPa)	Kuat rata-rata (f'_{cr}) (MPa)
1	23,7111	22,7132
2	21,7445	
3	23,7565	
4	22,8677	
5	21,4862	
$\Sigma =$	113,5660	

Perhitungan Kuat Desak Rata-rata Beton Berserat 1% (BS10)

No	Kuat Desak (f_c) (MPa)	Kuat rata-rata (f'_{cr}) (MPa)
1	29,4987	29,5557
2	29,0131	
3	30,1342	
4	30,5449	
5	28,5876	
$\Sigma =$	147,7786	

Perhitungan Kuat Desak Rata-rata Beton Berserat 1,25% (BS12,5)

No	Kuat Desak (f_c) (MPa)	Kuat rata-rata (f'_{cr}) (MPa)
1	26,8553	26,2582
2	26,2308	
3	25,8486	
4	26,4119	
5	25,9442	
$\Sigma =$	131,2909	

Perhitungan Kuat Desak Rata-rata Beton Berserat 1,5% (BS15)

No	Kuat Desak (f_c) (MPa)	Kuat rata-rata (f'_{cr}) (MPa)
1	25,1737	24,9410
2	24,4989	
3	25,2806	
4	24,6341	
5	25,1175	
$\Sigma =$	124,7048	

Perhitungan kuat tekan rata-rata dipakai rumus sebagai berikut :

$$f_c = \frac{P}{A}$$

$$f'_{cr} = \frac{\sum_1^N f_c}{N}$$

Keterangan :

f_c = kuat desak beton (MPa)

f'_{cr} = kuat desak beton rata-rata (MPa)

P = beban maksimum (kN)

dengan 1 kN = 101,9 Kg

A = luas permukaan (cm^2)

N = jumlah benda uji

Contoh hitungan mencari nilai beton rata-rata (f'_{cr}) pada variasi serat 0 %

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{\sum_1^N f_c}{N} \\ &= \frac{113,566}{5} = 22,7132 \text{ MPa} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 4

(Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Rata-rata)

Tabel Kuat Tarik Beton Normal 0% (BN)

No	Slump (Cm)	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Volume (Cm ³)	Berat (Kg)	Berat Jenis (Kg/Cm ³)	P Tarik (kN)	Kuat Tarik (MPa)
1	13	15,0	29,90	5285,893	12,60	0,00238	160,0	2,2723
2	13	15,1	30,00	5374,521	12,50	0,00233	169,3	2,3805
3	13	15,1	29,90	5356,606	12,70	0,00237	164,0	2,3136
4	13	15,0	29,80	5268,214	12,60	0,00239	182,1	2,5948
5	13	15,0	30,00	5303,571	12,80	0,00241	181,0	2,5619

Tabel Kuat Tarik Beton Beton Serat 1% (BS10)

No	Slump (Cm)	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Volume (Cm ³)	Berat (Kg)	Berat Jenis (Kg/Cm ³)	P Tarik (kN)	Kuat Tarik (MPa)
1	11	15,0	30,00	5303,571	12,75	0,00240	192,9	2,7304
2	11	15,0	29,80	5268,214	12,70	0,00241	190,2	2,7102
3	11	15,1	30,00	5374,521	12,60	0,00234	186,5	2,6223
4	11	15,0	29,60	5232,857	12,80	0,00245	204,0	2,9265
5	11	15,0	29,90	5285,893	12,80	0,00242	227,0	3,2238

Tabel Kuat Tarik Beton Beton Serat 1.25% (BS12,5)

No	Slump (Cm)	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Volume (Cm ³)	Berat (Kg)	Berat Jenis (Kg/Cm ³)	P Tarik (kN)	Kuat Tarik (MPa)
1	9	15,1	30,00	5374,521	12,70	0,00236	209,7	2,9485
2	9	15,0	29,80	5268,214	12,65	0,00240	213,9	3,0479
3	9	15,0	30,00	5303,571	12,90	0,00243	215,0	3,0432
4	9	15,1	29,90	5356,606	12,80	0,00239	236,2	3,3322
5	9	15,0	30,00	5303,571	12,75	0,00240	213,0	3,0149

Tabel Kuat Tarik Beton Beton Serat 1.5% (BS15)

No	Slump (Cm)	Diameter (Cm)	Tinggi (Cm)	Volume (Cm ³)	Berat (Kg)	Berat Jenis (Kg/Cm ³)	P Tarik (kN)	Kuat Tarik (MPa)
1	7	15,0	29,90	5285,893	12,50	0,00236	233,0	3,3090
2	7	15,0	29,80	5268,214	12,55	0,00238	237,2	3,3799
3	7	15,0	30,00	5303,571	12,50	0,00236	221,2	3,1309
4	7	15,0	29,80	5268,214	12,55	0,00238	223,9	3,1904
5	7	15,0	29,85	5277,054	12,60	0,00239	166,6	2,3700

Perhitungan Kuat Tarik Beton Karakteristik Tanpa Serat (BN)

No	Kuat Desak (f_c) (MPa)	Kuat rata-rata (f'_{cr}) (MPa)
1	2,2723	2,4246
2	2,3805	
3	2,3136	
4	2,5948	
5	2,5619	
$\Sigma =$	12,1231	

Perhitungan Kuat Desak Beton Karakteristik Berserat 1% (BS10)

No	Kuat Desak (f_c) (MPa)	Kuat rata-rata (f'_{cr}) (MPa)
1	2,7304	2,8426
2	2,7102	
3	2,6223	
4	2,9265	
5	3,2238	
$\Sigma =$	14,2131	

Perhitungan Kuat Desak Beton Karakteristik Berserat 1,25% (BS12,5)

No	Kuat Desak (f_c) (MPa)	Kuat rata-rata (f'_{cr}) (MPa)
1	2,9485	3,0773
2	3,0479	
3	3,0432	
4	3,3322	
5	3,0149	
$\Sigma =$	15,3867	

Perhitungan Kuat Desak Beton Karakteristik Berserat 1,5% (BS15)

No	Kuat Desak (f_c) (MPa)	Kuat rata-rata (f'_{cr}) (MPa)
1	3,3090	3,2526
2	3,3799	
3	3,1309	
4	3,1904	
5	2,3700	
$\Sigma =$	15,3802	

Rumus untuk mencari kuat tarik rata-rata sebagai berikut

$$\sigma_{tr} = \frac{2.F}{\pi.d.h}$$

$$\sigma'_{tr} = \frac{\sum_1^N \sigma_{tr}}{N}$$

Dengan : σ_{tr} = kuat tarik beton (MPa)

σ'_{tr} = kuat tarik rata-rata beton (MPa)

F = beban tarik maksimum (kg)

d = diameter benda uji (cm)

h = tinggi benda uji (cm)

Contoh hitungan mencari nilai beton rata-rata (σ'_{tr}) pada variasi serat 0 %

$$\sigma_{tr} = \frac{2.F}{\pi.d.h}$$

$$= \frac{2.(160 \times 10.19)}{3,14 \times 15 \times 29.9}$$

$$= 2,2723 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_{tr} = \frac{\sum_1^N \sigma_{tr}}{N}$$

$$= \frac{12,1231}{5}$$

$$= 2,4246 \text{ MPa}$$

(Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Rata-rata)

LAMPIRAN 5

Tabel Kuat Lentur Beton Normal 0% (BN)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (Kg)	Berat Jenis (Kg/cm ³)	P Lentur (Kg)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)
1	13	40	10,1	9,9	9,65	0,00241	960	43,641
2	13	40	10,0	10,0	9,75	0,00244	905	40,725
3	13	40	10,0	10,0	9,70	0,00243	945	42,525

Tabel Kuat Lentur Beton Serat 1% (BS10)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (Kg)	Berat Jenis (Kg/cm ³)	P Lentur (Kg)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)
1	11	40	10,0	10,1	9,8	0,00241	1060	46,760
2	11	40	10,1	10,4	9,9	0,00236	1110	45,724
3	11	40	10,1	10,0	9,8	0,00243	1110	49,455

Tabel Kuat Lentur Beton Serat 1,25% (BS12,5)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (Kg)	Berat Jenis (Kg/cm ³)	P Lentur (Kg)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)
1	9	40	10,0	10,3	9,8	0,00238	1150	48,779
2	9	40	10,2	10,0	9,9	0,00243	1160	51,176
3	9	40	10,0	10,1	9,7	0,00240	1240	54,701

Tabel Kuat Lentur Beton Serat 1,5% (BS15)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (Kg)	Berat Jenis (Kg/cm ³)	P Lentur (Kg)	Kuat Lentur (Kg/cm ²)
1	7	40	10,2	10,2	10,0	0,00240	1325	56,186
2	7	40	10,0	10,3	9,5	0,00231	1340	56,839
3	7	40	10,1	10,2	9,8	0,00238	1325	56,742

Kuat Lentur Rata-rata

No	Kode	Kuat Lentur		Kuat lentur rata-rata
		(Kg/cm ²)	(Mpa)	
1	BN	43,641	4,2827	4,1508
		40,725	3,9966	
		42,525	4,1732	
2	BS10	46,760	4,5888	4,6431
		45,724	4,4872	
		49,455	4,8533	
3	BS12,5	48,779	4,7870	5,0591
		51,176	5,0222	
		54,701	5,3681	
4	BS15	56,186	5,5138	5,5534
		56,839	5,5779	
		56,742	5,5684	

Nilai kuat lentur beton diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_{lt} = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2}$$

$$\sigma'_{lt} = \frac{\sum_1^N \sigma_{lt}}{N}$$

Keterangan

- σ_{lt} : Kuat lentur
 σ'_{lt} : Kuat lentur rata-rata
P : Beban maksimum (kg)
L : Jarak tumpuan (30 cm)
b : Lebar balok (cm)
h : Tinggi balok (cm)
N : Jumlah benda uji

Contoh hitungan mencari nilai beton rata-rata (σ_{lt}) pada variasi serat 0 %

$$\begin{aligned} \sigma_{lt} &= \frac{3 \times 960 \times 30}{2 \times 10,1 \times 9,9^2} \\ &= 43,631 \text{ Kg/cm}^2 = 4,2827 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma'_{lt} &= \frac{4,2827 + 3,9966 + 4,1732}{3} \\ &= 4,1578 \text{ MPa} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 6

(Tabel dan Grafik Hubungan Tegangan-Regangan)

Sampel : Beton Tanpa Serat (BN)**Sampel 1**

Diameter : 15.10 cm

Luas : 178.99cm²

Tinggi : 301.00 mm

Berat : 12.650 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10⁻⁴)	Tegangan (Kg/cm²)
10	1019,368	4	0,133	5,695
20	2038,736	11	0,367	11,390
30	3058,104	19	0,633	17,086
40	4077,472	27	0,900	22,781
50	5096,840	41	1,367	28,476
60	6116,208	52	1,733	34,171
70	7135,576	72	2,400	39,866
80	8154,944	87	2,900	45,561
90	9174,312	107	3,567	51,257
100	10193,680	127	4,233	56,952
110	11213,048	152	5,067	62,647
120	12232,416	171	5,700	68,342
130	13251,784	190	6,333	74,037
140	14271,152	210	7,000	79,733
150	15290,520	236	7,867	85,428
160	16309,888	266	8,867	91,123
170	17329,256	297	9,900	96,818
180	18348,624	312	10,400	102,513
190	19367,992	327	10,900	108,208
200	20387,360	342	11,400	113,904
210	21406,728	364	12,133	119,599
220	22426,096	387	12,900	125,294
230	23445,464	416	13,867	130,989
240	24464,832	435	14,500	136,684
250	25484,200	457	15,233	142,379
260	26503,568	479	15,967	148,075
270	27522,936	499	16,633	153,770
280	28542,304	515	17,167	159,465
290	29561,672	536	17,867	165,160
300	30581,040	561	18,700	170,855
310	31600,408	584	19,467	176,551
320	32619,776	619	20,633	182,246
330	33639,144	645	21,500	187,941
340	34658,512	682	22,733	193,636
350	35677,880	703	23,433	199,331
360	36697,248	726	24,200	205,026
370	37716,616	751	25,033	210,722
380	38735,984	770	25,667	216,417

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
390	39755,352	795	26,500	222,112
400	40774,720	845	27,167	227,807
410	41794,088	895	28,200	233,502
420	42813,456	950	29,000	239,198
424,4	43261,978	1010	31,000	241,703

Sampel 2

Diameter : 15.10 cm

Luas : 178.99cm²

Tinggi : 301.00 mm

Berat : 12.750 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	5	0,167	5,695
20	2038,736	11	0,367	11,390
30	3058,104	13	0,433	17,086
40	4077,472	23	0,767	22,781
50	5096,840	29	0,967	28,476
60	6116,208	36	1,200	34,171
70	7135,576	42	1,400	39,866
80	8154,944	50	1,667	45,561
90	9174,312	57	1,900	51,257
100	10193,680	65	2,167	56,952
110	11213,048	73	2,433	62,647
120	12232,416	86	2,867	68,342
130	13251,784	96	3,200	74,037
140	14271,152	105	3,500	79,733
150	15290,520	115	3,833	85,428
160	16309,888	135	4,500	91,123
170	17329,256	152	5,067	96,818
180	18348,624	173	5,767	102,513
190	19367,992	195	6,500	108,208
200	20387,360	213	7,100	113,904
210	21406,728	235	7,833	119,599
220	22426,096	255	8,500	125,294
230	23445,464	285	9,500	130,989
240	24464,832	311	10,367	136,684
250	25484,200	329	10,967	142,379
260	26503,568	357	11,900	148,075
270	27522,936	373	12,433	153,770
280	28542,304	391	13,033	159,465
290	29561,672	417	13,900	165,160
300	30581,040	434	14,467	170,855
310	31600,408	454	15,133	176,551

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
320	32619,776	480	16,000	182,246
330	33639,144	496	16,533	187,941
340	34658,512	516	17,200	193,636
350	35677,880	538	17,933	199,331
360	36697,248	576	19,200	205,026
370	37716,616	597	19,900	210,722
380	38735,984	650	21,667	216,417
389,2	39673,803	710	23,667	221,656

Sampel 3

Diameter : 15.00 cm

Luas : 176.63cm²

Tinggi : 299.00 mm

Berat : 12.600 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	9	0,300	5,771
20	2038,736	15	0,500	11,543
30	3058,104	23	0,767	17,314
40	4077,472	31	1,033	23,085
50	5096,840	41	1,367	28,857
60	6116,208	52	1,733	34,628
70	7135,576	62	2,067	40,400
80	8154,944	70	2,333	46,171
90	9174,312	80	2,667	51,942
100	10193,680	90	3,000	57,714
110	11213,048	105	3,500	63,485
120	12232,416	110	3,667	69,256
130	13251,784	120	4,000	75,028
140	14271,152	135	4,500	80,799
150	15290,520	145	4,833	86,571
160	16309,888	159	5,300	92,342
170	17329,256	171	5,700	98,113
180	18348,624	182	6,067	103,885
190	19367,992	192	6,400	109,656
200	20387,360	202	6,733	115,427
210	21406,728	211	7,033	121,199
220	22426,096	223	7,433	126,970
230	23445,464	234	7,800	132,741
240	24464,832	246	8,200	138,513
250	25484,200	256	8,533	144,284
260	26503,568	271	9,033	150,056
270	27522,936	290	9,667	155,827

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
280	28542,304	305	10,167	161,598
290	29561,672	315	10,500	167,370
300	30581,040	335	11,167	173,141
310	31600,408	350	11,667	178,912
320	32619,776	375	12,500	184,684
330	33639,144	404	13,467	190,455
340	34658,512	430	14,333	196,227
350	35677,880	450	15,000	201,998
360	36697,248	480	16,000	207,769
370	37716,616	513	17,100	213,541
380	38735,984	546	18,200	219,312
390	39755,352	596	19,867	225,083
400	40774,720	650	21,667	230,855
410	41794,088	690	23,000	236,626
419,6	42772,681	750	25,000	242,167

Sampel 4

Diameter : 15.00 cm
Luas : 176.63cm²
Tinggi : 299.00 mm
Berat : 12.500 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	10	0,333	5,771
20	2038,736	20	0,667	11,543
30	3058,104	30	1,000	17,314
40	4077,472	45	1,500	23,085
50	5096,840	57	1,900	28,857
60	6116,208	72	2,400	34,628
70	7135,576	95	3,167	40,400
80	8154,944	120	4,000	46,171
90	9174,312	130	4,333	51,942
100	10193,680	155	5,167	57,714
110	11213,048	187	6,233	63,485
120	12232,416	205	6,833	69,256
130	13251,784	220	7,333	75,028
140	14271,152	245	8,167	80,799
150	15290,520	260	8,667	86,571
160	16309,888	281	9,367	92,342
170	17329,256	301	10,033	98,113
180	18348,624	320	10,667	103,885
190	19367,992	343	11,433	109,656
200	20387,360	363	12,100	115,427
210	21406,728	379	12,633	121,199

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
220	22426,096	412	13,733	126,970
230	23445,464	430	14,333	132,741
240	24464,832	468	15,600	138,513
250	25484,200	488	16,267	144,284
260	26503,568	505	16,833	150,056
270	27522,936	531	17,700	155,827
280	28542,304	565	18,833	161,598
290	29561,672	590	19,667	167,370
300	30581,040	635	21,167	173,141
310	31600,408	665	22,167	178,912
320	32619,776	690	23,000	184,684
330	33639,144	730	24,333	190,455
340	34658,512	765	25,500	196,227
350	35677,880	795	26,500	201,998
360	36697,248	845	28,167	207,769
370	37716,616	886	29,533	213,541
380	38735,984	926	30,867	219,312
390	39755,352	970	32,333	225,083
400	40774,720	1030	34,333	230,855
403,9	41172,274	1070	35,667	233,106

Sampel 5

Diameter : 15.00 cm

Luas : 176.63cm²

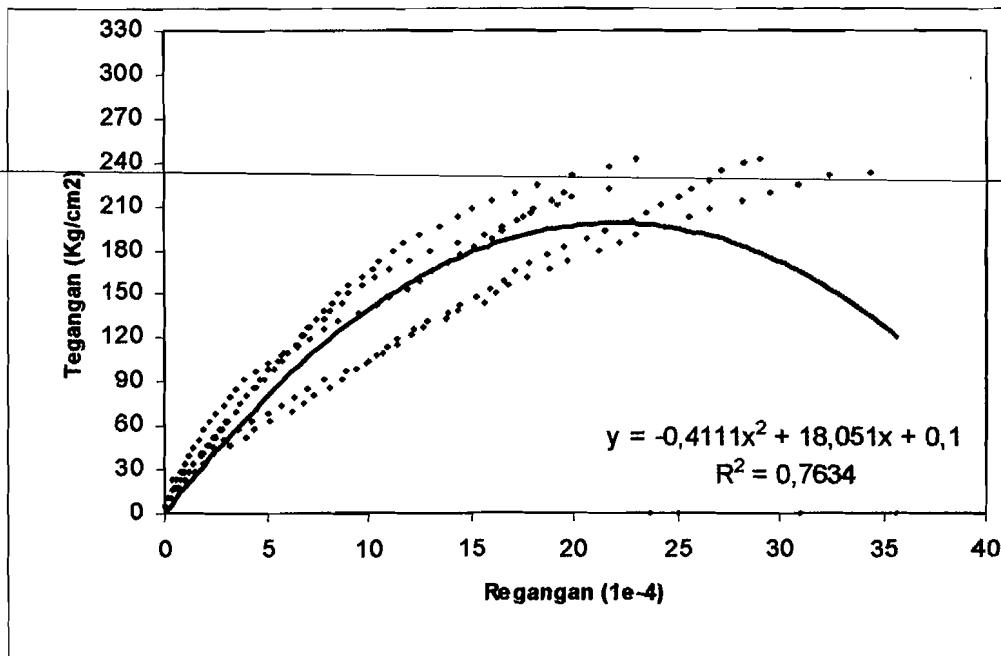
Tinggi : 300.00 mm

Berat : 12.500 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	9	0,300	5,771
20	2038,736	17	0,567	11,543
30	3058,104	25	0,833	17,314
40	4077,472	35	1,167	23,085
50	5096,840	42	1,400	28,857
60	6116,208	55	1,833	34,628
70	7135,576	65	2,167	40,400
80	8154,944	75	2,500	46,171
90	9174,312	84	2,800	51,942
100	10193,680	93	3,100	57,714
110	11213,048	103	3,433	63,485
120	12232,416	110	3,667	69,256
130	13251,784	120	4,000	75,028
140	14271,152	130	4,333	80,799
150	15290,520	141	4,700	86,571
160	16309,888	151	5,033	92,342
170	17329,256	165	5,500	98,113

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
180	18348,624	175	5,833	103,885
190	19367,992	195	6,500	109,656
200	20387,360	205	6,833	115,427
210	21406,728	215	7,167	121,199
220	22426,096	235	7,833	126,970
230	23445,464	245	8,167	132,741
240	24464,832	260	8,667	138,513
250	25484,200	270	9,000	144,284
260	26503,568	290	9,667	150,056
270	27522,936	310	10,333	155,827
280	28542,304	330	11,000	161,598
290	29561,672	360	12,000	167,370
300	30581,040	390	13,000	173,141
310	31600,408	430	14,333	178,912
320	32619,776	470	15,667	184,684
330	33639,144	495	16,500	190,455
340	34658,512	525	17,500	196,227
350	35677,880	540	18,000	201,998
360	36697,248	566	18,867	207,769
370	37716,616	586	19,533	213,541
379,5	38685,016	618	20,600	219,023

Grafik Tegangan Regangan BN Umur 28 Hari



Sampel : Beton Serat 1 % (BS10)**Sampel 1**

Diameter : 15.05 cm

Luas : 177.82cm²

Tinggi : 300.00 mm

Berat : 13.00 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10 ⁻⁴)	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	8	0,267	5,733
20	2038,736	10	0,333	11,466
30	3058,104	21	0,700	17,199
40	4077,472	29	0,967	22,932
50	5096,840	35	1,167	28,665
60	6116,208	43	1,433	34,399
70	7135,576	51	1,700	40,132
80	8154,944	59	1,967	45,865
90	9174,312	65	2,167	51,598
100	10193,680	73	2,433	57,331
110	11213,048	80	2,667	63,064
120	12232,416	87	2,900	68,797
130	13251,784	97	3,233	74,530
140	14271,152	106	3,533	80,263
150	15290,520	119	3,967	85,996
160	16309,888	135	4,500	91,729
170	17329,256	145	4,833	97,462
180	18348,624	155	5,167	103,196
190	19367,992	164	5,467	108,929
200	20387,360	173	5,767	114,662
210	21406,728	180	6,000	120,395
220	22426,096	191	6,367	126,128
230	23445,464	205	6,833	131,861
240	24464,832	215	7,167	137,594
250	25484,200	230	7,667	143,327
260	26503,568	245	8,167	149,060
270	27522,936	270	9,000	154,793
280	28542,304	295	9,833	160,526
290	29561,672	315	10,500	166,259
300	30581,040	335	11,167	171,993
310	31600,408	355	11,833	177,726
320	32619,776	380	12,667	183,459
330	33639,144	405	13,500	189,192
340	34658,512	430	14,333	194,925
350	35677,880	467	15,567	200,658
360	36697,248	503	16,767	206,391
370	37716,616	530	17,667	212,124
380	38735,984	565	18,833	217,857
390	39755,352	600	20,000	223,590
400	40774,720	635	21,167	229,323

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
410	41794,088	675	22,500	235,056
420	42813,456	710	23,667	240,790
430	43832,824	735	24,500	246,523
440	44852,192	765	25,500	252,256
450	45871,560	789	26,300	257,989
460	46890,928	820	27,333	263,722
470	47910,296	855	28,500	269,455
480	48929,664	889	29,633	275,188
490	49949,032	923	30,767	280,921
500	50968,400	980	32,667	286,654
510	51987,768	1039	34,633	292,387
520	53007,136	1091	36,367	298,120
524,5	53465,852	1168	38,933	300,700

Sampel 2

Diameter : 15.05 cm

Luas : 1787.80cm²

Tinggi : 299.00 mm

Berat : 12.700 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	5	0,167	5,733
20	2038,736	10	0,333	11,466
30	3058,104	15	0,500	17,199
40	4077,472	21	0,700	22,932
50	5096,840	29	0,967	28,665
60	6116,208	33	1,100	34,399
70	7135,576	40	1,333	40,132
80	8154,944	45	1,500	45,865
90	9174,312	52	1,733	51,598
100	10193,680	60	2,000	57,331
110	11213,048	70	2,333	63,064
120	12232,416	80	2,667	68,797
130	13251,784	85	2,833	74,530
140	14271,152	93	3,100	80,263
150	15290,520	104	3,467	85,996
160	16309,888	110	3,667	91,729
170	17329,256	115	3,833	97,462
180	18348,624	121	4,033	103,196
190	19367,992	135	4,500	108,929
200	20387,360	145	4,833	114,662
210	21406,728	155	5,167	120,395
220	22426,096	165	5,500	126,128
230	23445,464	175	5,833	131,861
240	24464,832	183	6,100	137,594

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
250	25484,200	195	6,500	143,327
260	26503,568	203	6,767	149,060
270	27522,936	213	7,100	154,793
280	28542,304	235	7,833	160,526
290	29561,672	245	8,167	166,259
300	30581,040	260	8,667	171,993
310	31600,408	280	9,333	177,726
320	32619,776	305	10,167	183,459
330	33639,144	325	10,833	189,192
340	34658,512	345	11,500	194,925
350	35677,880	365	12,167	200,658
360	36697,248	385	12,833	206,391
370	37716,616	403	13,433	212,124
380	38735,984	425	14,167	217,857
390	39755,352	441	14,700	223,590
400	40774,720	465	15,500	229,323
410	41794,088	485	16,167	235,056
420	42813,456	510	17,000	240,790
430	43832,824	535	17,833	246,523
440	44852,192	559	18,633	252,256
450	45871,560	595	19,833	257,989
460	46890,928	630	21,000	263,722
470	47910,296	660	22,000	269,455
480	48929,664	705	23,500	275,188
490	49949,032	752	25,067	280,921
500	50968,400	797	26,567	286,654
510	51987,768	858	28,600	292,387
519,3	52935,780	905	30,167	297,719

Sampel 3

Diameter : 15.05 cm

Luas : 1767.8cm²

Tinggi : 298.50 mm

Bcrat : 12.650 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	7	0,233	5,733
20	2038,736	12	0,400	11,466
30	3058,104	20	0,667	17,199
40	4077,472	25	0,833	22,932
50	5096,840	31	1,033	28,665
60	6116,208	40	1,333	34,399
70	7135,576	45	1,500	40,132
80	8154,944	53	1,767	45,865
90	9174,312	60	2,000	51,598

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
100	10193,680	65	2,167	57,331
110	11213,048	75	2,500	63,064
120	12232,416	80	2,667	68,797
130	13251,784	85	2,833	74,530
140	14271,152	95	3,167	80,263
150	15290,520	104	3,467	85,996
160	16309,888	110	3,667	91,729
170	17329,256	120	4,000	97,462
180	18348,624	125	4,167	103,196
190	19367,992	135	4,500	108,929
200	20387,360	145	4,833	114,662
210	21406,728	152	5,067	120,395
220	22426,096	162	5,400	126,128
230	23445,464	170	5,667	131,861
240	24464,832	180	6,000	137,594
250	25484,200	185	6,167	143,327
260	26503,568	195	6,500	149,060
270	27522,936	205	6,833	154,793
280	28542,304	215	7,167	160,526
290	29561,672	225	7,500	166,259
300	30581,040	235	7,833	171,993
310	31600,408	245	8,167	177,726
320	32619,776	255	8,500	183,459
330	33639,144	270	9,000	189,192
340	34658,512	280	9,333	194,925
350	35677,880	295	9,833	200,658
360	36697,248	305	10,167	206,391
370	37716,616	320	10,667	212,124
380	38735,984	335	11,167	217,857
390	39755,352	342	11,400	223,590
400	40774,720	362	12,067	229,323
410	41794,088	380	12,667	235,056
420	42813,456	404	13,467	240,790
430	43832,824	430	14,333	246,523
440	44852,192	460	15,333	252,256
450	45871,560	486	16,200	257,989
460	46890,928	525	17,500	263,722
470	47910,296	564	18,800	269,455
480	48929,664	605	20,167	275,188
490	49949,032	625	20,833	280,921
500	50968,400	640	21,333	286,654
510	51987,768	650	21,667	292,387
520	53007,136	682	22,733	298,120
530	54026,504	703	23,433	303,853
535,8	54617,737	726	24,200	307,179

Sampel 4

Diameter : 15.00 cm

Luas : 176.63cm²

Tinggi : 300.00 mm

Berat : 12.900 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10⁻⁴)	Tegangan (Kg/cm²)
10	1019,368	5	0,167	5,771
20	2038,736	13	0,433	11,543
30	3058,104	21	0,700	17,314
40	4077,472	30	1,000	23,085
50	5096,840	40	1,333	28,857
60	6116,208	50	1,667	34,628
70	7135,576	57	1,900	40,400
80	8154,944	65	2,167	46,171
90	9174,312	73	2,433	51,942
100	10193,680	83	2,767	57,714
110	11213,048	90	3,000	63,485
120	12232,416	102	3,400	69,256
130	13251,784	110	3,667	75,028
140	14271,152	120	4,000	80,799
150	15290,520	125	4,167	86,571
160	16309,888	135	4,500	92,342
170	17329,256	143	4,767	98,113
180	18348,624	151	5,033	103,885
190	19367,992	160	5,333	109,656
200	20387,360	173	5,767	115,427
210	21406,728	185	6,167	121,199
220	22426,096	190	6,333	126,970
230	23445,464	195	6,500	132,741
240	24464,832	207	6,900	138,513
250	25484,200	212	7,067	144,284
260	26503,568	225	7,500	150,056
270	27522,936	235	7,833	155,827
280	28542,304	241	8,033	161,598
290	29561,672	255	8,500	167,370
300	30581,040	265	8,833	173,141
310	31600,408	275	9,167	178,912
320	32619,776	285	9,500	184,684
330	33639,144	299	9,967	190,455
340	34658,512	310	10,333	196,227
350	35677,880	320	10,667	201,998
360	36697,248	331	11,033	207,769
370	37716,616	345	11,500	213,541
380	38735,984	355	11,833	219,312
390	39755,352	380	12,667	225,083
400	40774,720	395	13,167	230,855
410	41794,088	420	14,000	236,626
420	42813,456	450	15,000	242,397

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
430	43832,824	484	16,133	248,169
440	44852,192	516	17,200	253,940
450	45871,560	554	18,467	259,712
460	46890,928	585	19,500	265,483
470	47910,296	615	20,500	271,254
480	48929,664	640	21,333	277,026
490	49949,032	660	22,000	282,797
500	50968,400	670	22,333	288,568
510	51987,768	705	23,500	294,340
520	53007,136	725	24,167	300,111
530	54026,504	753	25,100	305,883
539,5	54994,904	785	26,167	311,365

Sampel 5

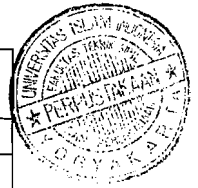
Diameter : 15.05 cm

Luas : 177.80cm²

Tinggi : 299.00 mm

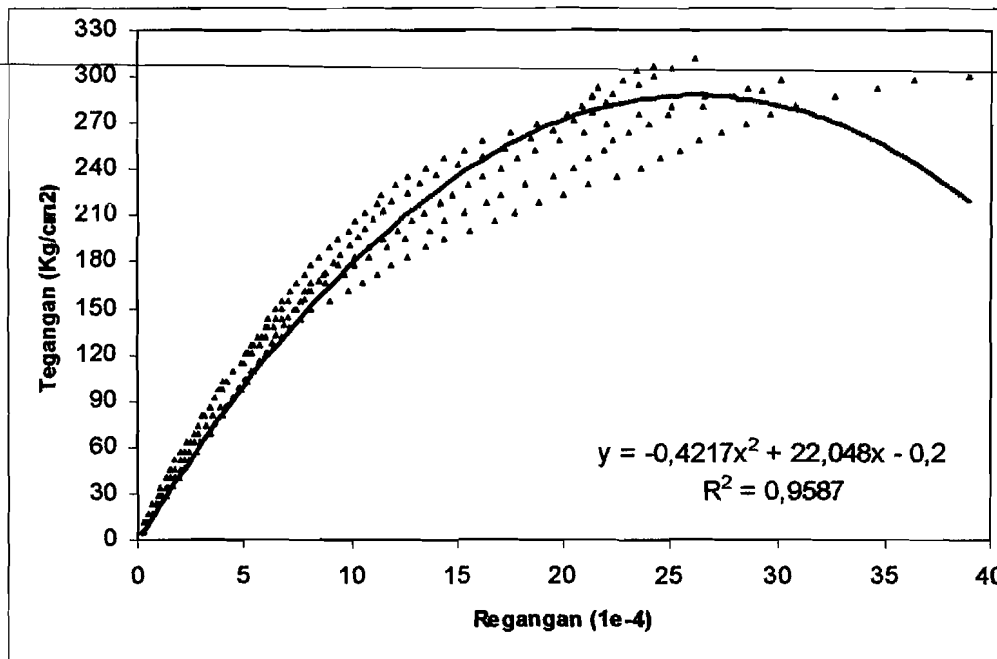
Berat : 12.800 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	7	0,233	5,733
20	2038,736	13	0,433	11,466
30	3058,104	20	0,667	17,199
40	4077,472	25	0,833	22,932
50	5096,840	31	1,033	28,665
60	6116,208	40	1,333	34,399
70	7135,576	45	1,500	40,132
80	8154,944	51	1,700	45,865
90	9174,312	59	1,967	51,598
100	10193,680	65	2,167	57,331
110	11213,048	70	2,333	63,064
120	12232,416	80	2,667	68,797
130	13251,784	85	2,833	74,530
140	14271,152	95	3,167	80,263
150	15290,520	103	3,433	85,996
160	16309,888	110	3,667	91,729
170	17329,256	117	3,900	97,462
180	18348,624	125	4,167	103,196
190	19367,992	135	4,500	108,929
200	20387,360	150	5,000	114,662
210	21406,728	160	5,333	120,395
220	22426,096	171	5,700	126,128
230	23445,464	181	6,033	131,861
240	24464,832	192	6,400	137,594



Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
250	25484,200	205	6,833	143,327
260	26503,568	220	7,333	149,060
270	27522,936	230	7,667	154,793
280	28542,304	245	8,167	160,526
290	29561,672	265	8,833	166,259
300	30581,040	290	9,667	171,993
310	31600,408	305	10,167	177,726
320	32619,776	325	10,833	183,459
330	33639,144	350	11,667	189,192
340	34658,512	375	12,500	194,925
350	35677,880	410	13,667	200,658
360	36697,248	430	14,333	206,391
370	37716,616	460	15,333	212,124
380	38735,984	490	16,333	217,857
390	39755,352	510	17,000	223,590
400	40774,720	545	18,167	229,323
410	41794,088	586	19,533	235,056
420	42813,456	615	20,500	240,790
430	43832,824	635	21,167	246,523
440	44852,192	658	21,933	252,256
450	45871,560	670	22,333	257,989
460	46890,928	693	23,100	263,722
470	47910,296	722	24,067	269,455
480	48929,664	746	24,867	275,188
490	49949,032	795	26,500	280,921
500	50968,400	839	27,967	286,654
508,3	51814,475	879	29,300	291,413

Grafik Tegangan Regangan BS10 Umur 28 Hari



Sampel : Beton Serat 1,25% (BS12,5)**Sampel 1**

Diameter : 15.05 cm
Luas : 177.80cm²
Tinggi : 300.00 mm
Berat : 13.000 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10⁻⁴)	Tegangan (Kg/cm²)
10	1019,368	8	0,267	5,733
20	2038,736	16	0,533	11,466
30	3058,104	23	0,767	17,199
40	4077,472	30	1,000	22,932
50	5096,840	40	1,333	28,665
60	6116,208	43	1,433	34,399
70	7135,576	55	1,833	40,132
80	8154,944	65	2,167	45,865
90	9174,312	73	2,433	51,598
100	10193,680	82	2,733	57,331
110	11213,048	91	3,033	63,064
120	12232,416	102	3,400	68,797
130	13251,784	110	3,667	74,530
140	14271,152	120	4,000	80,263
150	15290,520	133	4,433	85,996
160	16309,888	145	4,833	91,729
170	17329,256	160	5,333	97,462
180	18348,624	163	5,433	103,196
190	19367,992	172	5,733	108,929
200	20387,360	188	6,267	114,662
210	21406,728	210	7,000	120,395
220	22426,096	221	7,367	126,128
230	23445,464	228	7,600	131,861
240	24464,832	242	8,067	137,594
250	25484,200	254	8,467	143,327
260	26503,568	265	8,833	149,060
270	27522,936	278	9,267	154,793
280	28542,304	290	9,667	160,526
290	29561,672	303	10,100	166,259
300	30581,040	315	10,500	171,993
310	31600,408	330	11,000	177,726
320	32619,776	344	11,467	183,459
330	33639,144	358	11,933	189,192
340	34658,512	375	12,500	194,925
350	35677,880	390	13,000	200,658
360	36697,248	406	13,533	206,391
370	37716,616	422	14,067	212,124
380	38735,984	443	14,767	217,857
390	39755,352	462	15,400	223,590
400	40774,720	484	16,133	229,323

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
410	41794,088	506	16,867	235,056
420	42813,456	530	17,667	240,790
430	43832,824	562	18,733	246,523
440	44852,192	599	19,967	252,256
450	45871,560	628	20,933	257,989
460	46890,928	650	21,667	263,722
470	47910,296	702	23,400	269,455
477,5	48674,822	755	25,167	273,755

Sampel 2

Diameter : 15.10 cm
Luas : 178.99cm²
Tinggi : 299.00 mm
Berat : 12.700 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
0	0	0	0	0
10	1019,368	13	0,267	5,695
20	2038,736	20	0,433	11,390
30	3058,104	25	0,667	17,086
40	4077,472	30	0,833	22,781
50	5096,840	40	1,000	28,476
60	6116,208	50	1,333	34,171
70	7135,576	57	1,667	39,866
80	8154,944	65	1,900	45,561
90	9174,312	77	2,167	51,257
100	10193,680	90	2,567	56,952
110	11213,048	105	3,000	62,647
120	12232,416	120	3,500	68,342
130	13251,784	130	4,000	74,037
140	14271,152	150	4,333	79,733
150	15290,520	170	5,000	85,428
160	16309,888	190	5,667	91,123
170	17329,256	199	6,333	96,818
180	18348,624	205	6,633	102,513
190	19367,992	218	6,833	108,208
200	20387,360	230	7,267	113,904
210	21406,728	241	7,667	119,599
220	22426,096	253	8,033	125,294
230	23445,464	263	8,433	130,989
240	24464,832	278	8,767	136,684
250	25484,200	297	9,267	142,379
260	26503,568	312	9,900	148,075

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
270	27522,936	322	10,400	153,770
280	28542,304	348	10,733	159,465
290	29561,672	363	11,600	165,160
300	30581,040	388	12,100	170,855
310	31600,408	417	12,933	176,551
320	32619,776	443	13,900	182,246
330	33639,144	463	14,767	187,941
340	34658,512	493	15,433	193,636
350	35677,880	526	16,433	199,331
360	36697,248	559	17,533	205,026
370	37716,616	589	18,633	210,722
380	38735,984	613	19,633	216,417
390	39755,352	650	20,433	222,112
400	40774,720	675	21,667	227,807
410	41794,088	703	22,500	233,502
420	42813,456	738	23,433	239,198
430	43832,824	753	24,600	244,893
440	44852,192	803	25,100	250,588
450	45871,560	843	26,767	256,283
460	46890,928	863	28,100	261,978
469,5	47859,328	912	28,767	267,389

Sampel 3

Diameter : 15.05 cm

Luas : 177.83cm²

Tinggi : 298.50 mm

Berat : 12.650 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
0	0	0	0	0
10	1019,368	13	0,267	5,695
20	2038,736	20	0,500	11,390
30	3058,104	25	0,833	17,086
40	4077,472	30	1,167	22,781
50	5096,840	40	1,500	28,476
60	6116,208	50	1,833	34,171
70	7135,576	57	2,300	39,866
80	8154,944	65	2,900	45,561
90	9174,312	77	3,500	51,257
100	10193,680	90	4,000	56,952
110	11213,048	105	5,000	62,647
120	12232,416	120	5,667	68,342
130	13251,784	130	6,367	74,037

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
140	14271,152	150	7,167	79,733
150	15290,520	170	8,000	85,428
160	16309,888	190	8,900	91,123
170	17329,256	199	9,700	96,818
180	18348,624	205	10,700	102,513
190	19367,992	218	11,600	108,208
200	20387,360	230	12,267	113,904
210	21406,728	241	13,267	119,599
220	22426,096	253	14,000	125,294
230	23445,464	263	14,633	130,989
240	24464,832	278	15,233	136,684
250	25484,200	297	15,733	142,379
260	26503,568	312	16,467	148,075
270	27522,936	322	17,033	153,770
280	28542,304	348	17,533	159,465
290	29561,672	363	17,800	165,160
300	30581,040	388	18,400	170,855
310	31600,408	417	19,000	176,551
320	32619,776	443	19,933	182,246
330	33639,144	463	20,533	187,941
340	34658,512	493	21,133	193,636
350	35677,880	526	21,833	199,331
360	36697,248	559	23,000	205,026
370	37716,616	589	23,767	210,722
380	38735,984	613	24,200	216,417
390	39755,352	650	25,133	222,112
400	40774,720	675	26,067	227,807
410	41794,088	703	26,500	233,502
420	42813,456	738	28,000	239,198
430	43832,824	753	29,167	244,893
440	44852,192	803	31,667	250,588
450	45871,560	843	33,000	256,283
459,6	46890,928	863	35,000	261,978

Sampel 4

Diameter : 15.00 cm

Luas : 176.63cm²

Tinggi : 300.00 mm

Berat : 12.900 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	5	0,167	5,771
20	2038,736	13	0,433	11,543

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
30	3058,104	21	0,700	17,314
40	4077,472	27	0,900	23,085
50	5096,840	35	1,167	28,857
60	6116,208	45	1,500	34,628
70	7135,576	55	1,833	40,400
80	8154,944	65	2,167	46,171
90	9174,312	75	2,500	51,942
100	10193,680	85	2,833	57,714
110	11213,048	97	3,233	63,485
120	12232,416	110	3,667	69,256
130	13251,784	125	4,167	75,028
140	14271,152	145	4,833	80,799
150	15290,520	167	5,567	86,571
160	16309,888	185	6,167	92,342
170	17329,256	210	7,000	98,113
180	18348,624	225	7,500	103,885
190	19367,992	250	8,333	109,658
200	20387,360	275	9,167	115,427
210	21406,728	290	9,667	121,199
220	22426,096	315	10,500	126,970
230	23445,464	335	11,167	132,741
240	24464,832	350	11,667	138,513
250	25484,200	365	12,167	144,284
260	26503,568	385	12,833	150,056
270	27522,936	405	13,500	155,827
280	28542,304	420	14,000	161,598
290	29561,672	445	14,833	167,370
300	30581,040	460	15,333	173,141
310	31600,408	485	16,167	178,912
320	32619,776	507	16,900	184,684
330	33639,144	525	17,500	190,455
340	34658,512	560	18,667	196,227
350	35677,880	595	19,833	201,998
360	36697,248	640	21,333	207,769
370	37716,616	670	22,333	213,541
380	38735,984	710	23,667	219,312
390	39755,352	735	24,500	225,083
400	40774,720	757	25,233	230,855
410	41794,088	794	26,467	236,626
420	42813,456	831	27,700	242,397
430	43832,824	853	28,433	248,169
440	44852,192	876	29,200	253,940
450	45871,560	900	30,000	259,712
460	46890,928	925	30,833	265,483
466,5	47553,517	950	31,667	269,234

Sampel 5

Diameter : 15.05 cm

Luas : 177.80cm²

Tinggi : 299.00 mm

Berat : 12.800 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001$ mm	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	7	0,233	5,733
20	2038,736	12	0,400	11,466
30	3058,104	20	0,667	17,199
40	4077,472	27	0,900	22,932
50	5096,840	35	1,167	28,665
60	6116,208	42	1,400	34,399
70	7135,576	51	1,700	40,132
80	8154,944	60	2,000	45,865
90	9174,312	70	2,333	51,598
100	10193,680	75	2,500	57,331
110	11213,048	90	3,000	63,064
120	12232,416	97	3,233	68,797
130	13251,784	110	3,667	74,530
140	14271,152	121	4,033	80,263
150	15290,520	135	4,500	85,996
160	16309,888	150	5,000	91,729
170	17329,256	170	5,667	97,462
180	18348,624	190	6,333	103,196
190	19367,992	210	7,000	108,929
200	20387,360	230	7,667	114,662
210	21406,728	260	8,667	120,395
220	22426,096	290	9,667	126,128
230	23445,464	320	10,667	131,861
240	24464,832	380	12,667	137,594
250	25484,200	420	14,000	143,327
260	26503,568	452	15,067	149,060
270	27522,936	480	16,000	154,793
280	28542,304	520	17,333	160,526
290	29561,672	565	18,833	166,259
300	30581,040	605	20,167	171,993
310	31600,408	640	21,333	177,726
320	32619,776	675	22,500	183,459
330	33639,144	720	24,000	189,192
340	34658,512	764	25,467	194,925
350	35677,880	788	26,267	200,658
360	36697,248	812	27,067	206,391
370	37716,616	841	28,033	212,124
380	38735,984	880	29,333	217,857
390	39755,352	929	30,967	223,590
400	40774,720	958	31,933	229,323
410	41794,088	987	32,900	235,056
420	42813,456	1016	33,867	240,790

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
150	15290,520	187	6,233	86,571
160	16309,888	210	7,000	92,342
170	17329,256	230	7,667	98,113
180	18348,624	255	8,500	103,885
190	19367,992	280	9,333	109,656
200	20387,360	300	10,000	115,427
210	21406,728	311	10,367	121,199
220	22426,096	330	11,000	126,970
230	23445,464	359	11,967	132,741
240	24464,832	382	12,733	138,513
250	25484,200	401	13,367	144,284
260	26503,568	408	13,600	150,056
270	27522,936	423	14,100	155,827
280	28542,304	444	14,800	161,598
290	29561,672	454	15,133	167,370
300	30581,040	464	15,467	173,141
310	31600,408	483	16,100	178,912
320	32619,776	524	17,467	184,684
330	33639,144	549	18,300	190,455
340	34658,512	581	19,367	196,227
350	35677,880	599	19,967	201,998
360	36697,248	627	20,900	207,769
370	37716,616	653	21,767	213,541
380	38735,984	679	22,633	219,312
390	39755,352	705	23,500	225,083
400	40774,720	731	24,367	230,855
410	41794,088	757	25,233	236,626
420	42813,456	783	26,100	242,397
430	43832,824	809	26,967	248,169
435,1	44352,702	835	27,833	251,112

Sampel 5

Diameter : 15.05 cm

Luas : 177.80cm²

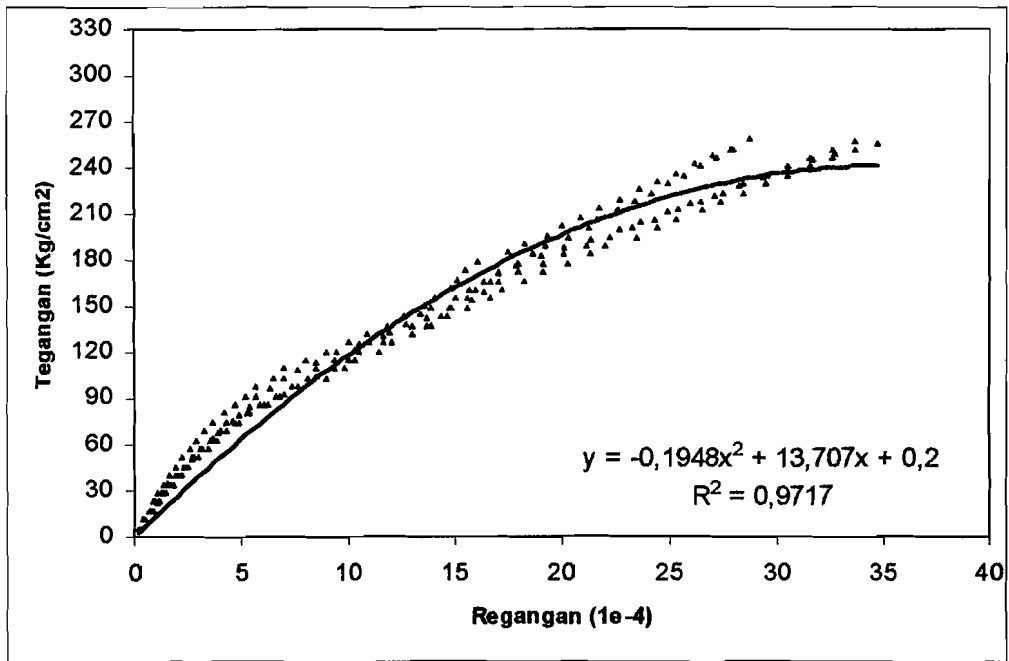
Tinggi : 299.00 mm

Berat : 12.800 kg

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
10	1019,368	9	0,300	5,733
20	2038,736	15	0,500	11,466
30	3058,104	25	0,833	17,199
40	4077,472	35	1,167	22,932
50	5096,840	43	1,433	28,665
60	6116,208	55	1,833	34,399

Beban (KN)	Beban (Kg)	Perpendekan $\Delta L \times 0.001 \text{ mm}$	Regangan (10^{-4})	Tegangan (Kg/cm ²)
70	7135,576	65	2,167	40,132
80	8154,944	75	2,500	45,865
90	9174,312	90	3,000	51,598
100	10193,680	103	3,433	57,331
110	11213,048	115	3,833	63,064
120	12232,416	130	4,333	68,797
130	13251,784	145	4,833	74,530
140	14271,152	160	5,333	80,263
150	15290,520	180	6,000	85,996
160	16309,888	205	6,833	91,729
170	17329,256	230	7,667	97,462
180	18348,624	270	9,000	103,196
190	19367,992	295	9,833	108,929
200	20387,360	310	10,333	114,662
210	21406,728	345	11,500	120,395
220	22426,096	363	12,100	126,128
230	23445,464	391	13,033	131,861
240	24464,832	417	13,900	137,594
250	25484,200	440	14,667	143,327
260	26503,568	469	15,633	149,060
270	27522,936	500	16,667	154,793
280	28542,304	516	17,200	160,526
290	29561,672	547	18,233	166,259
300	30581,040	573	19,100	171,993
310	31600,408	609	20,300	177,726
320	32619,776	640	21,333	183,459
330	33639,144	661	22,033	189,192
340	34658,512	702	23,400	194,925
350	35677,880	733	24,433	200,658
360	36697,248	759	25,300	206,391
370	37716,616	795	26,500	212,124
380	38735,984	821	27,367	217,857
390	39755,352	853	28,433	223,590
400	40774,720	884	29,467	229,323
410	41794,088	915	30,500	235,056
420	42813,456	947	31,567	240,790
430	43832,824	978	32,600	246,523
440	44852,192	1010	33,667	252,256
446,6	45524,975	1041	34,700	256,040

Grafik Tegangan Regangan BS15 Umur 28 Hari



(Tabel Modulus Elastisitas, Modulus Kenyal & Kekakuan)

LAMPIRAN 7

Tabel Hitungan Modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan

Sampel	BN	BS10	BS12,5	BS1,5
σ maks (kg/cm ²)	198,049	287,987	244,574	241,322
0.4 σ maks (kg/cm ²)	79,2197	115,1946	97,8296	96,5287
ϵ (10 ⁻⁴)	4,7486	6,1925	6,7916	7,7302
Beban (P) (kg)	13992,1780	20346,2493	17279,1602	17049,3764
ΔL (10 ⁻³) (mm)	142,4580	185,7750	203,7480	231,9060
Kekakuan (K) (kg/cm)	196439,3439	219041,8438	169613,0530	147036,9577
Modulus Elastisitas(kg/cm ²)	166827,4683	186022,7973	144045,0557	124872,1509
(MPa)	16371,6848	18255,4266	14135,9230	12254,3818
Modulus Kenyal (kg/cm ²)	0,0188	0,0357	0,0332	0,0373

Tabel Modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan

No	Tipe	Modulus Elastisitas (MPa)		Modulus Kenyal (kg/cm ²)	Kekakuan (kg/cm)
		Penelitian	Teoritis		
1	BN	16371,685	20714,265	0,01881	196439,343
2	BS10	18255,427	24978,655	0,03567	219041,843
3	BS12,5	14135,923	23019,091	0,03322	169613,053
4	BS1,5	12254,382	22865,521	0,03731	147036,957

Contoh Hitungan Untuk Beton Normal (BN)

- Tegangan maksimum σ (kg/cm²) (didapat dari Persamaan Y)

$$\sigma \text{ mak} = 198,049 \text{ kg/cm}^2$$

- Tegangan 0.4 maks (kg/cm²) (Pada saat tegangan 0,4 maks)

$$= 0,4 \times 198,049$$

$$= 79,2197 \text{ kg/cm}^2$$

- Regangan (ϵ) (10^{-4})

(Hasil dari $0,4 \sigma$ mak dimasukkan persamaan Y dan dicari X, X yang didapat sama dengan nilai Regangan)

$$= 4,7486 \cdot 10^{-4}$$

- Beban (P) (kg)

$$= 35,614 \times ((1/4) \times 3,14 \times 15^2)$$

$$= 13992,178 \text{ kg}$$

- ΔL (10^{-3}) (mm)

$$= \frac{(2 \times 4,7486 \cdot 10^{-4} \times 150)}{10} \quad (150 = \text{tinggi dial})$$

$$= 142,458 \cdot 10^{-3} \text{ mm} \quad \sim \quad 142,458 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$$

- Kekakuan (K) (kg/cm)

$$K = \frac{P}{\Delta L}$$

$$= \frac{13992,178 \times 0,41}{142,458 \cdot 10^{-4}} = 196439,3439 \text{ kg/cm}$$

- Modulus Elastisitas

$$E_c = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (\sigma = \text{tegangan pada } 0,4 \text{ kuat tekan uji (kg/cm}^2\text{)})$$

$$= \frac{79,2197}{4,7486 \cdot 10^{-4}} \quad (\epsilon = \text{regangan yang dihasilkan dari tegangan})$$

$$= 166827,4683 \text{ kg/cm}^2 \sim 16371,6848 \text{ MPa}$$

- Modulus Kenyal kg/cm^2

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot \epsilon$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 87,5724 \cdot 4,215 \cdot 10^{-4} = 0,0188$$

LAMPIRAN 8

(Tabel dan Grafik Lendutan)

Sampel : Beton Tanpa Serat (BN)**Sampel 1**

Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,10 cm

Tinggi : 9,90 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,546	1
100	0,9807	0,0736	9,092	3
150	1,4711	0,1103	13,638	5
200	1,9614	0,1471	18,184	7
250	2,4518	0,1839	22,730	9
300	2,9421	0,2207	27,275	11
350	3,4325	0,2574	31,821	12
400	3,9228	0,2942	36,367	14
450	4,4132	0,3310	40,913	16
500	4,9035	0,3678	45,459	19
550	5,3939	0,4045	50,005	22
600	5,8842	0,4413	54,551	23
650	6,3746	0,4781	59,097	25
700	6,8649	0,5149	63,643	26
750	7,3553	0,5516	68,189	29
800	7,8456	0,5884	72,735	31
850	8,3360	0,6252	77,280	34
900	8,8263	0,6620	81,826	36
950	9,3167	0,6987	86,372	39
960	9,4147	0,7061	87,281	42

Sampel 2

Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,00 cm

Tinggi : 10,00 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,500	1
100	0,9807	0,0736	9,000	3
150	1,4711	0,1103	13,500	5
200	1,9614	0,1471	18,000	7
250	2,4518	0,1839	22,500	9
300	2,9421	0,2207	27,000	11

Beban Kg	Beban kN	Momen kNm	Tegangan Kg/cm ²	Lendutan 10 ⁻³ mm
400	3,9228	0,2942	36,000	14
350	3,4325	0,2574	31,500	12
450	4,4132	0,3310	40,500	16
500	4,9035	0,3678	45,000	19
550	5,3939	0,4045	49,500	22
600	5,8842	0,4413	54,000	23
650	6,3746	0,4781	58,500	25
700	6,8649	0,5149	63,000	26
750	7,3553	0,5516	67,500	29
800	7,8456	0,5884	72,000	31
850	8,3360	0,6252	76,500	34
900	8,8263	0,6620	81,000	36
905	8,8753	0,6657	81,450	39

Sampel 3

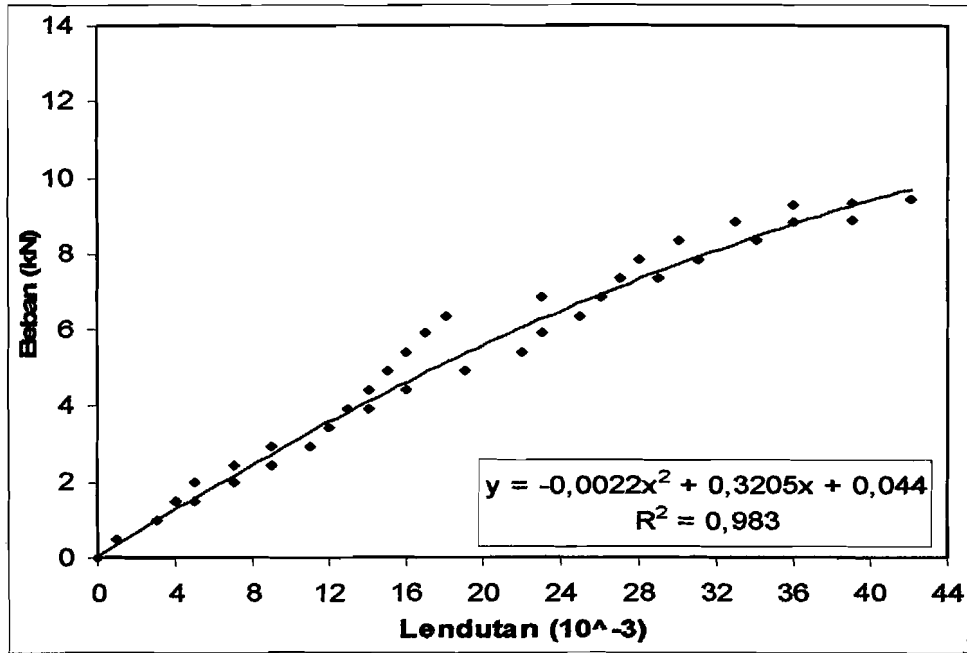
Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,00 cm

Tinggi : 10,00 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,500	1
100	0,9807	0,0736	9,000	3
150	1,4711	0,1103	13,500	4
200	1,9614	0,1471	18,000	5
250	2,4518	0,1839	22,500	7
300	2,9421	0,2207	27,000	9
350	3,4325	0,2574	31,500	12
400	3,9228	0,2942	36,000	13
450	4,4132	0,3310	40,500	14
500	4,9035	0,3678	45,000	15
550	5,3939	0,4045	49,500	16
600	5,8842	0,4413	54,000	17
650	6,3746	0,4781	58,500	18
700	6,8649	0,5149	63,000	23
750	7,3553	0,5516	67,500	27
800	7,8456	0,5884	72,000	28
850	8,3360	0,6252	76,500	30
900	8,8263	0,6620	81,000	33
945	9,2676	0,6951	85,050	36

Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton Normal (BN)



Sampel : Beton Serat 1% (BS10)

Sampel 1

Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,10 cm

Tinggi : 10,10 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,411	4
100	0,9807	0,0736	8,823	5
150	1,4711	0,1103	13,234	6
200	1,9614	0,1471	17,645	7
250	2,4518	0,1839	22,057	8
300	2,9421	0,2207	26,468	10
350	3,4325	0,2574	30,879	11
400	3,9228	0,2942	35,291	12
450	4,4132	0,3310	39,702	13
500	4,9035	0,3678	44,113	15
550	5,3939	0,4045	48,525	17
600	5,8842	0,4413	52,936	19
650	6,3746	0,4781	57,347	22
700	6,8649	0,5149	61,759	25
750	7,3553	0,5516	66,170	28
800	7,8456	0,5884	70,581	29
850	8,3360	0,6252	74,993	30
900	8,8263	0,6620	79,404	32
950	9,3167	0,6987	83,815	34
1000	9,8070	0,7355	88,227	35
1050	10,2974	0,7723	92,638	36
1060	10,3954	0,7797	93,520	37
1050	10,2974	0,7723	92,638	38
1000	9,8070	0,7355	88,227	39

Sampel 2

Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,10 cm

Tinggi : 10,40 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,119	3
100	0,9807	0,0736	8,239	4
150	1,4711	0,1103	12,358	5
200	1,9614	0,1471	16,477	6
250	2,4518	0,1839	20,597	7
300	2,9421	0,2207	24,716	8
350	3,4325	0,2574	28,835	9
400	3,9228	0,2942	32,954	11
450	4,4132	0,3310	37,074	13
500	4,9035	0,3678	41,193	14
550	5,3939	0,4045	45,312	16
600	5,8842	0,4413	49,432	18
650	6,3746	0,4781	53,551	20
700	6,8649	0,5149	57,670	22
750	7,3553	0,5516	61,790	24
800	7,8456	0,5884	65,909	28
850	8,3360	0,6252	70,028	29
900	8,8263	0,6620	74,148	30
950	9,3167	0,6987	78,267	32
1000	9,8070	0,7355	82,386	34
1050	10,2974	0,7723	86,506	37
1100	10,7877	0,8091	90,625	39
1110	10,8858	0,8164	91,449	40
1100	10,7877	0,8091	90,625	41

Sampel 3

Panjang : 40,00 cm

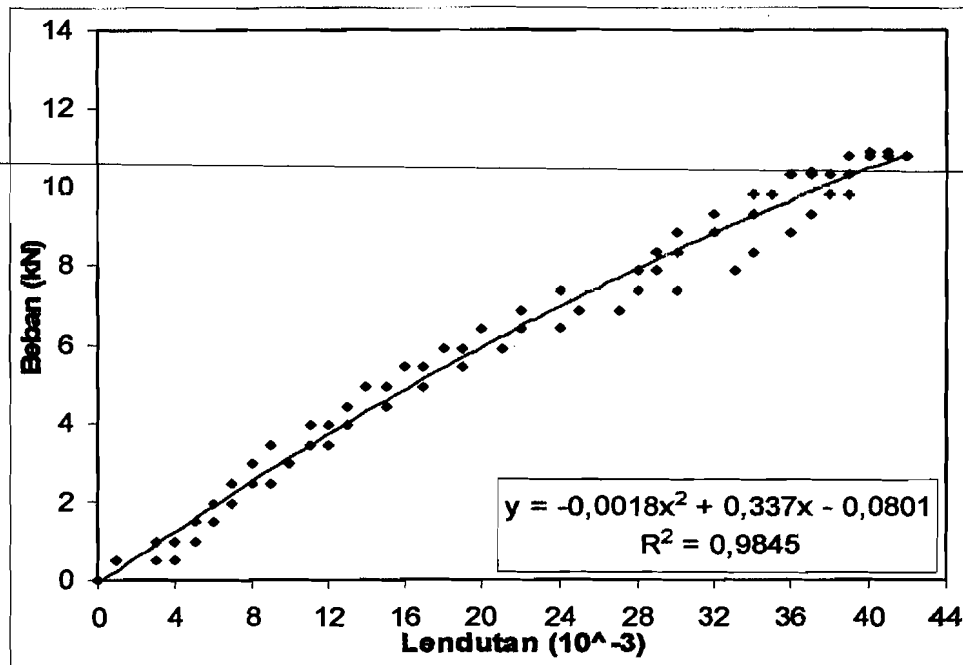
Lebar : 10,10 cm

Tinggi : 10,00 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,455	1
100	0,9807	0,0736	8,911	3
150	1,4711	0,1103	13,366	5
200	1,9614	0,1471	17,822	6

Beban Kg	Beban kN	Momen kNm	Tegangan Kg/cm ²	Lendutan 10 ⁻³ mm
250	2,4518	0,1839	22,277	9
300	2,9421	0,2207	26,733	10
350	3,4325	0,2574	31,188	12
400	3,9228	0,2942	35,644	13
450	4,4132	0,3310	40,099	15
500	4,9035	0,3678	44,554	17
550	5,3939	0,4045	49,010	19
600	5,8842	0,4413	53,465	21
650	6,3746	0,4781	57,921	24
700	6,8649	0,5149	62,376	27
750	7,3553	0,5516	66,832	30
800	7,8456	0,5884	71,287	33
850	8,3360	0,6252	75,743	34
900	8,8263	0,6620	80,198	36
950	9,3167	0,6987	84,653	37
1000	9,8070	0,7355	89,109	38
1050	10,2974	0,7723	93,564	39
1100	10,7877	0,8091	98,020	40
1110	10,8858	0,8164	98,911	41
1100	10,7877	0,8091	98,020	42

Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton Serat 1% (BS10)



Sampel : Beton Serat 1,25% (BS12,5)**Sampel 1**

Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,00 cm

Tinggi : 10,30 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm²	Lendutan δ 10⁻³mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,242	2
100	0,9807	0,0736	8,483	3
150	1,4711	0,1103	12,725	4
200	1,9614	0,1471	16,967	5
250	2,4518	0,1839	21,208	7
300	2,9421	0,2207	25,450	9
350	3,4325	0,2574	29,692	10
400	3,9228	0,2942	33,933	11
450	4,4132	0,3310	38,175	13
500	4,9035	0,3678	42,417	15
550	5,3939	0,4045	46,658	17
600	5,8842	0,4413	50,900	18
650	6,3746	0,4781	55,142	20
700	6,8649	0,5149	59,384	23
750	7,3553	0,5516	63,625	25
800	7,8456	0,5884	67,867	27
850	8,3360	0,6252	72,109	28
900	8,8263	0,6620	76,350	29
950	9,3167	0,6987	80,592	30
1000	9,8070	0,7355	84,834	31
1050	10,2974	0,7723	89,075	32
1100	10,7877	0,8091	93,317	33
1150	11,2781	0,8459	97,559	35
1100	10,7877	0,8091	93,317	36

Sampel 2

Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,20 cm

Tinggi : 10,00 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,412	2
100	0,9807	0,0736	8,824	3
150	1,4711	0,1103	13,235	4
200	1,9614	0,1471	17,647	5
250	2,4518	0,1839	22,059	7
300	2,9421	0,2207	26,471	9
350	3,4325	0,2574	30,882	10
400	3,9228	0,2942	35,294	11
450	4,4132	0,3310	39,706	13
500	4,9035	0,3678	44,118	15
550	5,3939	0,4045	48,529	17
600	5,8842	0,4413	52,941	19
650	6,3746	0,4781	57,353	20
700	6,8649	0,5149	61,765	22
750	7,3553	0,5516	66,176	25
800	7,8456	0,5884	70,588	27
850	8,3360	0,6252	75,000	28
900	8,8263	0,6620	79,412	29
950	9,3167	0,6987	83,824	30
1000	9,8070	0,7355	88,235	31
1050	10,2974	0,7723	92,647	32
1100	10,7877	0,8091	97,059	33
1150	11,2781	0,8459	101,471	34
1160	11,3761	0,8532	102,353	35
1150	11,2781	0,8459	101,471	36

Sampel 3

Panjang : 40,00 cm

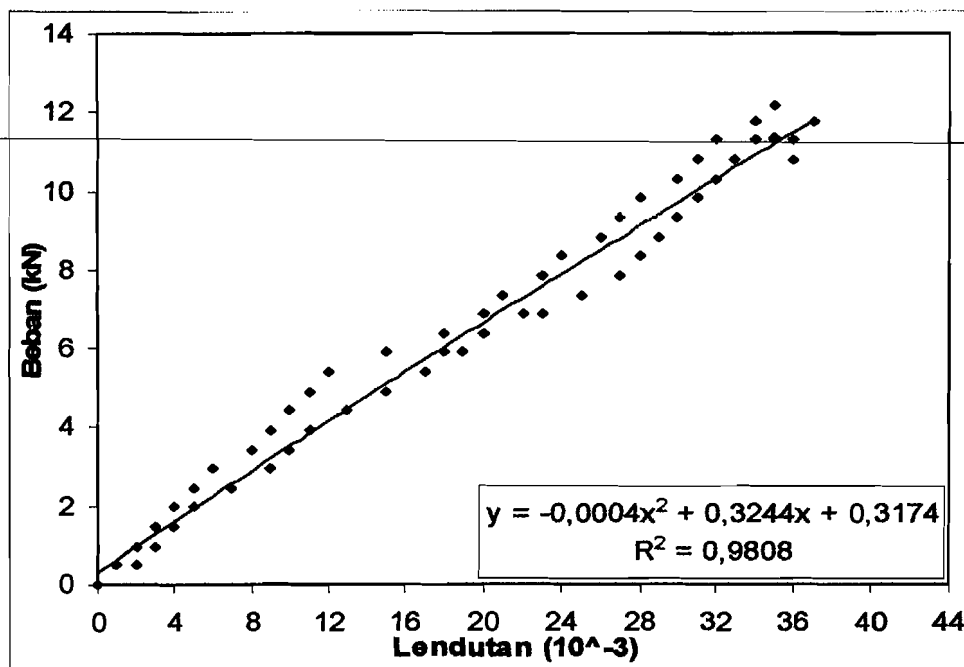
Lebar : 10,00 cm

Tinggi : 10,10 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,411	1
100	0,9807	0,0736	8,823	2
150	1,4711	0,1103	13,234	3
200	1,9614	0,1471	17,645	4

Beban Kg	Beban kN	Momen kNm	Tegangan Kg/cm ²	Lendutan 10 ⁻³ mm
250	2,4518	0,1839	22,057	5
300	2,9421	0,2207	26,468	6
350	3,4325	0,2574	30,879	8
400	3,9228	0,2942	35,291	9
450	4,4132	0,3310	39,702	10
500	4,9035	0,3678	44,113	11
550	5,3939	0,4045	48,525	12
600	5,8842	0,4413	52,936	15
650	6,3746	0,4781	57,347	18
700	6,8649	0,5149	61,759	20
750	7,3553	0,5516	66,170	21
800	7,8456	0,5884	70,581	23
850	8,3360	0,6252	74,993	24
900	8,8263	0,6620	79,404	26
950	9,3167	0,6987	83,815	27
1000	9,8070	0,7355	88,227	28
1050	10,2974	0,7723	92,638	30
1100	10,7877	0,8091	97,049	31
1150	11,2781	0,8459	101,461	32
1200	11,7684	0,8826	105,872	34
1240	12,1607	0,9121	109,401	35
1200	11,7684	0,8826	105,872	37

Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton Serat 1,25% (BS12,5)



Sampel : Beton Serat 1,5% (BS15)**Sampel 1**

Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,20 cm

Tinggi : 10,20 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm²	Lendutan δ 10⁻³mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,240	2
100	0,9807	0,0736	8,481	4
150	1,4711	0,1103	12,721	6
200	1,9614	0,1471	16,962	7
250	2,4518	0,1839	21,202	8
300	2,9421	0,2207	25,443	9
350	3,4325	0,2574	29,683	10
400	3,9228	0,2942	33,924	11
450	4,4132	0,3310	38,164	12
500	4,9035	0,3678	42,405	13
550	5,3939	0,4045	46,645	14
600	5,8842	0,4413	50,885	15
650	6,3746	0,4781	55,126	17
700	6,8649	0,5149	59,366	18
750	7,3553	0,5516	63,607	19
800	7,8456	0,5884	67,847	21
850	8,3360	0,6252	72,088	22
900	8,8263	0,6620	76,328	23
950	9,3167	0,6987	80,569	24
1000	9,8070	0,7355	84,809	25
1050	10,2974	0,7723	89,049	26
1100	10,7877	0,8091	93,290	27
1150	11,2781	0,8459	97,530	28
1200	11,7684	0,8826	101,771	29
1250	12,2588	0,9194	106,011	30
1300	12,7491	0,9562	110,252	31
1325	12,9943	0,9746	112,372	32
1300	12,7491	0,9562	110,252	33
1250	12,2588	0,9194	106,011	35
1200	11,7684	0,8826	101,771	37
1150	11,2781	0,8459	97,530	39

Sampel 2

Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,00 cm

Tinggi : 10,30 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,242	1
100	0,9807	0,0736	8,483	2
150	1,4711	0,1103	12,725	3
200	1,9614	0,1471	16,967	4
250	2,4518	0,1839	21,208	5
300	2,9421	0,2207	25,450	6
350	3,4325	0,2574	29,692	7
400	3,9228	0,2942	33,933	8
450	4,4132	0,3310	38,175	9
500	4,9035	0,3678	42,417	10
550	5,3939	0,4045	46,658	11
600	5,8842	0,4413	50,900	12
650	6,3746	0,4781	55,142	13
700	6,8649	0,5149	59,384	14
750	7,3553	0,5516	63,625	15
800	7,8456	0,5884	67,867	16
850	8,3360	0,6252	72,109	17
900	8,8263	0,6620	76,350	18
950	9,3167	0,6987	80,592	19
1000	9,8070	0,7355	84,834	20
1050	10,2974	0,7723	89,075	21
1100	10,7877	0,8091	93,317	22
1150	11,2781	0,8459	97,559	23
1200	11,7684	0,8826	101,800	24
1180	11,5723	0,8679	100,104	25
1200	11,7684	0,8826	101,800	26
1250	12,2588	0,9194	106,042	27
1300	12,7491	0,9562	110,284	28
1340	13,1414	0,9856	113,677	29
1300	12,7491	0,9562	110,284	31
1250	12,2588	0,9194	106,042	32
1260	12,3568	0,9268	106,890	33
1250	12,2588	0,9194	106,042	34
1200	11,7684	0,8826	101,800	35

Sampel 3

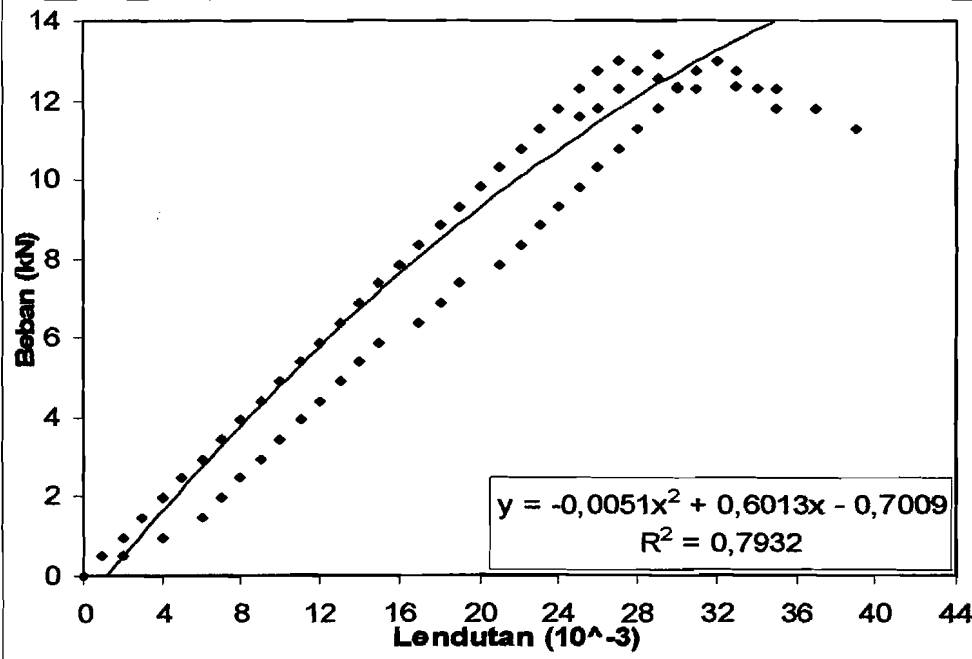
Panjang : 40,00 cm

Lebar : 10,10 cm

Tinggi : 10,20 cm

Beban (P) Kg	Beban (P) kN	Momen (M) kNm	Tegangan Lentur Kg/cm ²	Lendutan δ 10 ⁻³ mm
0	0	0	0	0
50	0,4904	0,0368	4,282	1
100	0,9807	0,0736	8,565	2
150	1,4711	0,1103	12,847	3
200	1,9614	0,1471	17,130	4
250	2,4518	0,1839	21,412	5
300	2,9421	0,2207	25,695	6
350	3,4325	0,2574	29,977	7
400	3,9228	0,2942	34,259	8
450	4,4132	0,3310	38,542	9
500	4,9035	0,3678	42,824	10
550	5,3939	0,4045	47,107	11
600	5,8842	0,4413	51,389	12
650	6,3746	0,4781	55,672	13
700	6,8649	0,5149	59,954	14
750	7,3553	0,5516	64,237	15
800	7,8456	0,5884	68,519	16
850	8,3360	0,6252	72,801	17
900	8,8263	0,6620	77,084	18
950	9,3167	0,6987	81,366	19
1000	9,8070	0,7355	85,649	20
1050	10,2974	0,7723	89,931	21
1100	10,7877	0,8091	94,214	22
1150	11,2781	0,8459	98,496	23
1200	11,7684	0,8826	102,778	24
1250	12,2588	0,9194	107,061	25
1300	12,7491	0,9562	111,343	26
1325	12,9943	0,9746	113,485	27
1300	12,7491	0,9562	111,343	28
1280	12,5530	0,9415	109,630	29
1260	12,3568	0,9268	107,917	30
1250	12,2588	0,9194	107,061	31

Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Pada Beton Serat 1,5% (BS1,5)



LAMPIRAN 9

(Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian)

Perawatan Beton

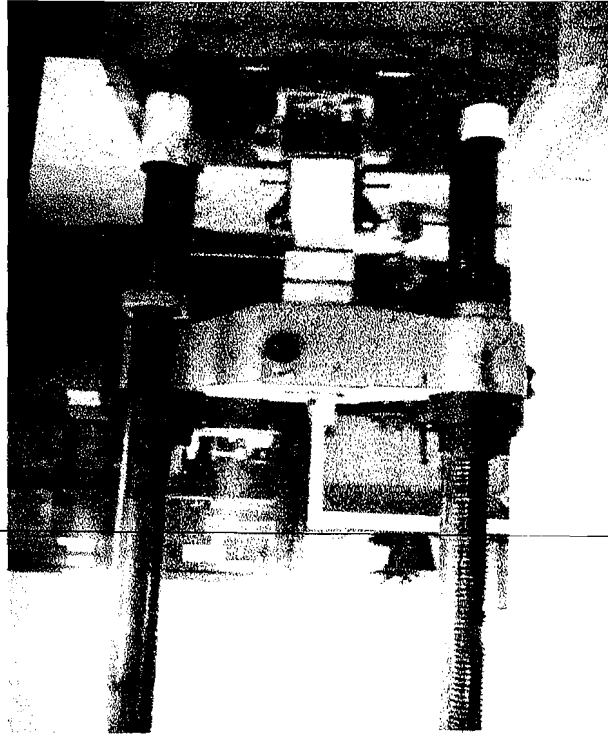


Pemeriksaan Slump

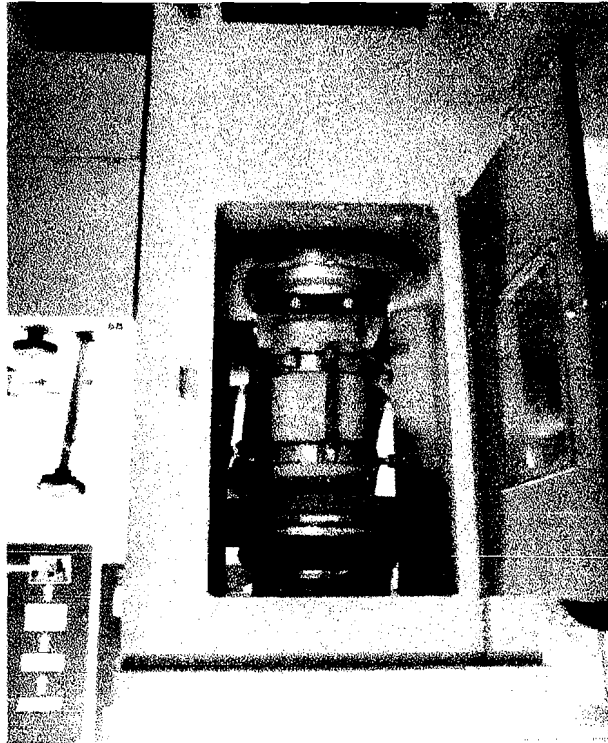


DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN

Pengujian Kuat Lentur



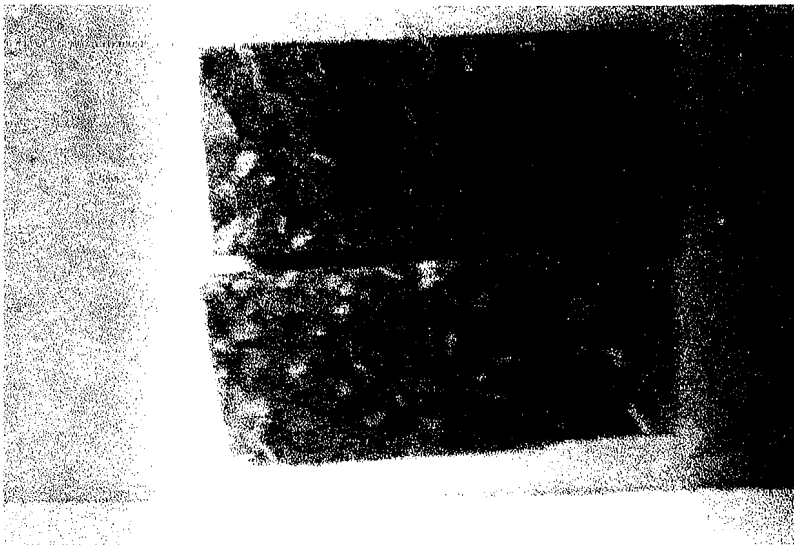
Pengujian Kuat Desak



Hasil Uji Kuat Lentur



Hasil Uji Kuat Tarik



Hasil Uji Kuat Desak

