

PEPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/BELI

TGL. TERIMA :

12 Februari 2007

NO. JUDUL :

002164

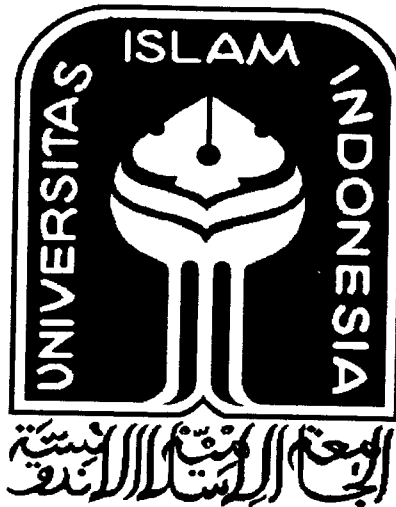
NO. INV. :

020002164001

NO. INDUK :

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN POTONGAN KAWAT BENDRAT  
PANJANG 7 CM DENGAN VARIASI BERAT PADA PANEL  
MORTAR**



Disusun oleh:

AMRIH TRI UTAMI

01 511 112

SHERLY MARTHAYANTI

01 511 258

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

2006

MILIK PEPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN POTONGAN KAWAT BENDRAT  
PANJANG 7 CM DENGAN VARIASI BERAT PADA PANEL  
MORTAR**


***“INFLUENCE ADDITION BENDRAT WIRE FIBER 7 CM LENGTH WITH  
WEIGHT VARIATION FOR MORTAR PANEL ”***

**Disusun Oleh:**

<b>AMRIH TRI UTAMI</b>	<b>01 511 112</b>
<b>SHERLY MARTHAYANTI</b>	<b>01 511 258</b>

**Telah diperiksa dan disetujui oleh,**

**Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D.**  
**Dosen Pembimbing I**

  
\_\_\_\_\_  
Tgl. 03/07/2016

## MOTTO

*"Allah satu-satunya tempat bergantung"*

**(QS Al – Ikhlas : 2)**

*"Tak ada yang lebih setia menepati janji daripada Allah."*

**(QS At Taubah : 111)**

*" Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidup dan matiku hanyalah untuk Allah, penguasa semesta alam tiada sekutu bagi-Nya, dan demikian itulah yang diperintahkan kepadaku dan aku adalah orang yang pertama-tama menyerahkan diri kepada Allah."*

**(QS Al An'am : 162-163)**

*"Sesungguhnya Allah tiada mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri."*

**(QS Ar-Ra'du : 11)**

*"Orang yang menghadapi maut yakin bahwa waktu perpisahan telah tiba."*

**(QS Al – Qiyaamah : 28)**

*"Hendaklah ada diantaramu kelompok yang selalu mengajak kepada kebajikan, memerintahkan kepada yang makruf dan mencegah dari kemungkaran, Mereka itulah orang – orang yang bakal mencapai kebahagiaan."*

**(QS Ali Imran : 104)**

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Wr. Wb.*

*Alkhamdulillahirobbil'alamiin*, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala taufiq, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penyusun berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Penambahan Potongan Kawat Bendrat 7 cm Dengan Variasi Berat Pada Panel Mortar”**, merupakan penelitian laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menempuh jenjang strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini, penyusun banyak memperoleh saran, nasehat, gagasan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini perkenankanlah penyusun menghaturkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir yang telah banyak memberikan masukan, kritikan, bimbingan dan solusi,
2. Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,

3. Orangtua, kakak, adik, dan seluruh anggota keluarga yang dengan tulus ikhlas mendoakan dan memberikan semangat, dorongan moral maupun materi selama menempuh pendidikan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini,
4. Teman – teman *Research Grant* terima kasih atas kerjasama dan kebersamaan semua, hingga terselesaikan tugas akhir ini.
5. Mas Ndaru, Mas Warno dan Mas Aris yang telah banyak membantu dalam penelitian di laboratorium,
6. Semua pihak yang telah banyak membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan segala keikhlasan moral maupun materi dan tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu, penyusun mendoakan semoga amal kebbaikannya mendapat balasan yang sepadan dari Allah SWT.

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

Pada akhirnya laporan penelitian yang sekaligus Tugas Akhir ini diharapkan bermanfaat dalam memberikan informasi keilmuan maupun pengetahuan kepada penyusun dan kepada semua pihak.

***Wabillahittauftiq wal hidayah, Wassalamu'alaikum Wr. Wb.***

Jogjakarta, Juni 2006

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xx
<b>ABSTRAK</b> .....	xxiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Metoda Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Pendahuluan .....	5
2.2 Bahan-bahan Penelitian.....	6

2.2.1 Portland Cement (PC).....	6
2.2.2 Air .....	7
2.2.3 Agregat Halus (Pasir).....	8
2.2.4 Mortar.....	10
2.2.5 Kawat Bendrat.....	11
2.3. Penelitian Sebelumnya .....	13
2.3.1 Jurnal Teknisia Volume IX No. 2, Agustus 2004 .....	13
2.3.2 Penelitian Kantun Priyongo (2002).....	14
2.3.3 Penelitian Tanjung dan Trihandoko (1996) .....	15
2.3.4 Penelitian Suprianto dan Muhtadin (1996) .....	16
2.3.5 Penelitian Tauhidayat dan Pranowo (2005) .....	16
2.3.6 Penelitian Mansyur dan Natsir (2005) .....	17
2.3.7 Penelitian Farhanuddin dan Kusumadinata (2005).....	19
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>22</b>
3.1 Bahan - Bahan .....	22
3.1.1 Semen Portland .....	22
3.1.2 Air .....	22
3.1.3 Agregat Halus (Pasir).....	23
3.1.4 Mortar.....	23
3.1.5 Bahan Serat (Kawat Bendrat).....	24
3.2 Mekanisme Kerusakan Dinding Tipis (Panel).....	24
3.3 Beton Fiber, Konsep, Aplikasi dan Permasalahanya.....	25
3.4 Karakteristik dan Perilaku Elemen Struktur.....	28

3.5 Beton Serat .....	31
3.6 Perlakuan dan Rancangan Percobaan/Kajian .....	32
3.6.1 Pengujian Bahan.....	33
3.6.2 Metode Perencanaan Adukan Mortar.....	33
3.6.3 Pengujian Sampel Benda Uji .....	34
3.6.3.1 Pengukuran Berat Volume .....	34
3.6.3.2 Pengujian Kuat Desak .....	35
3.6.3.3 Modulus Elastis (E).....	36
3.6.3.4 Pengujian Kuat Lentur .....	36
3.7 Hubungan Momen – Kelengkungan .....	39
3.8 Pengamatan Penelitian.....	43
3.9 Teori Pengolahan Data .....	44
3.9.1. Nilai Rerata ( <i>Mean</i> ) .....	44
3.9.2 Regresi Linier dan Korelasi .....	44
3.10 Hipotesis .....	47
3.10.1 Hipotesis <i>Workability</i> .....	48
3.10.2 Hipotesis Kuat Desak/ Tekuk.....	48
3.10.3 Hipotesis Kuat Lentur .....	48
<b>BAB IV METODA PENELITIAN .....</b>	<b>49</b>
4.1 Bahan dan Alat .....	49
4.2 Metode Pencampuran Material.....	51
4.3 Prosedur Percobaan / Kajian .....	52
4.3.1 Pengujian Bahan .....	52



4.3.2 Pengujian Sampel.....	53
4.3.2.1 Pemberian Label Nama Sampel.....	54
4.3.2.2 Pengujian Kuat Desak Panel Kawat Bendrat.....	55
4.3.2.3 Pengujian Kuat Lentur Panel Kawat Bendrat.....	56
4.4 Tahapan Penelitian.....	57
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>59</b>
5.1 Hasil Penelitian .....	59
5.2 Kadar Lumpur .....	59
5.3 Jenis Dinding Panel dan Perawatan .....	60
5.4 Hasil Uji Desak Dinding Panel.....	60
5.5 Hasil Uji Lentur Dinding Panel .....	63
5.6 Pembahasan.....	63
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
6.1 Kesimpulan .....	67
6.2 Saran – saran .....	68

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel	2.1	Unsur – unsur penyusun utama semen .....	6
Tabel	3.1	Basic properties berbagai macam fiber .....	26
Tabel	3.2	Kebutuhan Material sampel dinding panel.....	34
Tabel	3.3	Hubungan nilai koefisien Determinasi (R <sup>2</sup> ) dan Korelasi .....	47
Tabel	4.1	Nama dan Keterangan Variasi.....	51
Tabel	5.1	Kadar Kandungan Lumpur .....	60
Tabel	5.2	Nilai Slump.....	64
Tabel	5.3	Tegangan Panel Bendrat.....	65
Tabel	5.4	Berat Volume.....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Kartu Peserta Tugas Akhir

Lampiran II Hasil Pengujian

1. Data Uji Kandungan Lumpur
2. Data Kebutuhan Material Sampel Dinding Serat Bendrat
3. Data Uji Berat Volume Sampel Dinding Serat Bendrat
4. Data Kuat Tekan Dinding Serat Bendrat
5. Data Kuat Lentur Dinding Serat Bendrat
6. Hasil Uji dan Analisis Kuat Tekan Dinding Serat Bendrat
7. Hasil Uji dan Analisis Kuat Tekan Dinding Serat Bendrat
8. Perhitungan Kebutuhan Material Dinding Serat Bendrat

Lampiran III Dokumentasi Penelitian

1. Gambar Alat Uji *Universal Testing Material* (UTM) Merk SIMATZU type 39
2. Gambar Alat Uji Oven
3. Gambar Alat Uji Neraca/ Timbangan Merk O'house
4. Gambar Alat Potong Kawat Bendrat
5. Gambar Dial Gauge
6. Gambar Pasir
7. Gambar Pemotongan Serat Bendrat
8. Gambar Pengujian Kandungan Lumpur
9. Gambar Pencampuran Material Dinding Serat Bendrat
10. Gambar Pengukuran Nilai Slump

11. Gambar Penuangan Sampel Pada Bekisting
12. Gambar Pelepasan Bekisting Sampel
13. Gambar Perawatan Sampel
14. Gambar Penimbangan Berat Sampel
15. Gambar Pengujian Kuat Desak/ Tekuk
16. Gambar Pengujian Kuat Lentur
17. Gambar Hasil Pengujian Kuat Desak
18. Gambar Hasil Pengujian Kuat Lentur
19. Gambar Peristiwa *Balling Effect*

## DAFTAR NOTASI

$\sigma_c$	=	kekuatan komposit saat retak pertama
$\sigma_f$	=	tegangan tarik serat saat beton hancur
$\sigma_m$	=	kuat tarik beton
$V_f$	=	persentase volume serat
$V_m$	=	persentase volume beton
$\tau$	=	tegangan lekat ( <i>bound stress</i> ) pada panjang lekat yang diperhitungkan ( $l_f/2$ )
$l_f$	=	panjang serat
$d_f$	=	diameter serat
$\eta_l$	=	faktor efisiensi orientasi penyebaran serat $0,5$ ; jika $l_f \leq l_e$ atau $= 1 - \frac{l_e}{2.l_f}$ , jika $l_f > l_e$
$\eta$	=	faktor efisiensi panjang serat tertanam (= 0.41)
$\lambda$	=	koefisien tarik beton ( $0 \leq \lambda \leq 1$ )
$l_e$	=	panjang efektif serat
$\tau$	=	tegangan lekat rata – rata
$\sigma_{fu}$	=	kekuatan batas serat
$p$	=	koefisien perimeter serat
$A$	=	luas penampang serat
$PW_{crit}$	=	konsentrasi kritis serat (% berat adukan)
$\gamma_c$	=	berat jenis adukan

## **ABSTRAK**

*Goncangan gempa dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan yang berat dan getas termasuk dinding tembokan. Bangunan tersebut dapat direkayasa sehingga lebih daktail dan tahan gempa. Penambahan serat bendrat pada panel dari campuran semen portland dan pasir dapat menjadikan panel lebih ringan dan lebih daktail, dan digunakan sebagai alternatif pengganti dinding tembokan.*

*Penelitian ini mengkaji pengaruh berat kawat bendrat 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% panjang 7 cm yang ditambahkan pada panel setebal 3 cm dari berat mortar kering, terhadap karakteristik dinding panel serat kawat bendrat, meliputi sifat fisik dan sifat mekanik panel. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi pada penelitian panel selanjutnya untuk memperoleh panel mortar dengan kawat bendrat yang dapat digunakan sebagai elemen non-struktur.*

*Penelitian eksperimen laboratorium ini mengacu pada metode ACI Committee 544 dan PBI 1970, dan hasil pra-penelitian. Pengujian dibatasi pada fungsi utama panel sebagai dinding non-struktur bangunan, yaitu hanya meliputi pengujian lentur dan desak, yang masing-masing mewakili gaya akibat gempa yang sejajar bidang dan tegak lurus bidang panel dengan gaya kuasi-statika.*

*Dari penelitian dapat diketahui sifat-sifat fisik panel kawat bendrat antara lain, berat rata-rata panel dinding adalah 18 kg. Sifat mekanik dinding panel dengan penambahan kawat bendrat, maka dapat meningkatkan kekuatan dan daktilitas panel. Dan diperoleh panel yang terbaik yaitu pada panel dengan berat bendrat 2%, dengan kuat desak rata-rata sebesar 75.618 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat lentur rata-rata sebesar 28.93 kg/cm<sup>2</sup>.*

**Kata kunci :** *kawat bendrat, panel mortar, kuat desak, kuat lentur.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian serta manfaat yang diperoleh dari penelitian yang akan dilakukan.

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Wilayah Indonesia terletak pada pertemuan sedikitnya empat lempeng tektonik. Lempeng tektonik Indo-Australia, Euro-Asia, Philipina dan Pasifik, pertemuan antara dua lempeng ini merupakan daerah sumber gempa bumi (I Putu Pudja, 2005).

Bila terjadi gempa bumi, bangunan-bangunan dengan dinding bata/batako yang paling banyak mengalami kerusakan. Dinding bata/batako mempunyai volume yang besar, sehingga mengundang gaya-gaya inersia yang besar. Selain itu dinding bata/ batako mempunyai kekakuan yang tinggi sehingga mengundang gaya pegas yang besar. Dinding bata/ batako merupakan bahan yang getas (*brittle*), sehingga tidak mampu menahan gaya tarik dan lentur. Kemampuan dinding bata/ batako menahan gaya-gaya tekan sangat dipengaruhi oleh mutu bahan, mutu campuran adukan dan mutu pelaksanaan dinding itu sendiri (R.B. Tular, 1984).

Salah satu kelemahan bata merah dibanding bahan penyusun dinding yang lain (batako dan batu kali) adalah kuat tekan bata merah relatif lebih rendah,

menurut Pulung dan Badrudin (2005), kuat tekan bata merah relatif rendah yaitu  $14.437 \text{ kg/cm}^2$  sehingga tidak cocok untuk dinding yang mendukung beban.

Kawat bendrat untuk serat tambahan pada beton akan lebih mudah ditemukan di pasaran. Penggunaan kawat bendrat untuk campuran beton pernah dilakukan dan ternyata dapat meningkatkan kekuatan desak dan lentur beton. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa beton serat kawat bendrat meningkatkan kuat desak sebesar 7,50% dan kuat lentur 16,94% (Suprianto dan Muhtadin, 1996). Dan menurut Suhendro (2000), hasil-hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sifat-sifat mekanik beton yang dapat diperbaiki antara lain; daktilitas, ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*), kemampuan untuk menahan tarik dan momen lentur, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue life*), ketahanan terhadap pengaruh susutan (*shrinkage*), dan ketahanan terhadap keausan (*abrassion*), fragmentasi (*fragmentation* dan *spalling*).

Dengan penambahan serat dari potongan kawat bendrat pada campuran mortar diharapkan dapat menambah kekuatan dan daktilitas dinding. Sehingga, diharapkan dengan penambahan serat bendrat ini, dapat memperbaiki kegagalan bangunan pada dinding tembokan dan dapat menjadi alternatif yang lebih memungkinkan sebagai komponen bangunan tahan gempa karena mudah diperoleh di pasaran.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang tersebut tampak, bahwa serat kawat bendrat yang ditambahkan dalam adukan beton, dapat memperbaiki sifat-sifat beton dan



meningkatkan kekuatan beton. Sehingga, diharapkan dengan penambahan serat bendrat pada campuran mortar, dapat memperbaiki sifat-sifat mortar tersebut. Oleh karena itu didapatkan rumusan masalah yaitu, "Seberapa besar pengaruh porsi kawat bendrat yang ditambahkan dalam campuran adukan panel terhadap sifat mekanik panel?"

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan kawat bendrat yang ditambahkan dalam campuran panel terhadap sifat mekanik desak dan lentur panel.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi pada penelitian panel selanjutnya untuk memperoleh panel mortar dengan kawat bendrat yang dapat digunakan sebagai elemen non-struktur.

### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk menghindari terjadinya penyimpangan penulisan laporan penelitian ini dari topik dan tujuan yang telah ditetapkan maka perlu adanya batasan permasalahan sebagai berikut ini.

1. Pengujian dibatasi pada pengujian desak dan lentur, yang masing-masing mewakili gaya akibat gempa yang sejajar bidang dan tegak lurus bidang panel.

2. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.
3. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.
4. Pasir yang digunakan berasal dari Kab. Sleman Jogjakarta.
5. Semen yang digunakan adalah semen Gresik Tipe I 40 Kg.
6. Bekisting yang dipakai menggunakan profil L sebagai framenya, dan multipleks 3 mm yang dilapisi plastik sebagai alasnya.
7. Spesi campuran mortar yang dipergunakan adalah 1 : 5 (1 PC : 5 Pasir).
8. Kawat bendrat yang digunakan berasal dari pabrik yang sama berdiameter 1 mm, panjang 7 cm serta persentase berat kawat bendrat adalah 2%, 4 %, 6%, dan 8% dari berat campuran mortar.
9. Benda uji/sampel dinding berukuran 50 x 50 x 3 cm untuk uji desak, dan 52 x 50 x 3 cm untuk uji lentur dan untuk tiap pengujian ada 5 buah benda uji.
10. Penelitian tidak menguji pengaruh dan bentuk sambungan antar panel.

## **1.6 Metoda Penelitian**

Metoda penelitian ini secara umum merupakan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan di laboratorium, dimana akan dijelaskan secara rinci pada pembahasan metoda penelitian Bab IV.

## 2.2 Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah meliputi; *portland cement* (PC), pasir, air, mortar dan kawat bendrat.

### 2.2.1 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 2.1.

**Tabel 2.1** Unsur – unsur penyusun utama semen (Tjokrodimulyo, 1995)

Nama Unsur	Simbol	Komposisi Kimia
Trikalsium Silikat	C <sub>3</sub> S	3CaO SiO <sub>2</sub>
Dikalsium Silikat	C <sub>2</sub> S	2CaO SiO <sub>2</sub>
Trikalsium Aluminat	C <sub>3</sub> A	2CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Tetrakalsium Aluminaferrite	C <sub>4</sub> AF	2CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>3</sub> O <sub>3</sub>

Berdasarkan SK SNI S-04-1989 F, semen portland diklasifikasikan sesuai dengan tujuan pemakaiannya, dibagi dalam 5 jenis sebagai berikut :

- a. jenis I adalah semen portland yang dipakai untuk penggunaan umum, dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis – jenis lainnya;

2. tipe b. jenis II adalah semen portland yang dalam penggunaannya disyaratkan  
ya agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang;
3. tipe c. jenis III adalah semen portland yang dalam penggunaannya menuntut
4. tipe persyaratan kekuatan awal tinggi;
- bet d. jenis IV adalah semen portland yang dalam penggunaan persyaratan panas  
(CI hidrasi yang rendah; dan
- ppr e. jenis V adalah semen portland yang dalam penggunaannya menuntut
5. bila persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

6. semen
- diek
7. khusus
- boleh

### 2.2.2 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.

### 2.2.3 Agregat

- Pa:
- berlubang p
- berupa pasir
- pasir pecaha

Spe

Menurut SK SNI S-04-1989-F, air yang digunakan untuk mortar harus memenuhi persyaratan :

- a. butiran
- b. butiran
- cuaca

1. harus bersih;

- c. sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat, jika dipakai NaSO (*natrium sulfat*), bagian yang hancur maksimum 12 % dan jika dipakai MgSO (*magnesium sulfat*), bagian yang hancur maksimum 10%;
- d. pasir tidak diperbolehkan mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan berdasarkan ayakan kering) yang diartikan dengan lumpur adalah bagian – bagian yang dapat melewati ayakan 0,06 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka pasir harus dicuci;
- e. pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Herder. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari, tidak kurang dari 95 % dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3 % NaOH yang kemudian dicuci bersih dengan air pada umur yang sama;
- f. susunan besar butir pasir memiliki modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 dan harus terdiri dari butir – butir yang beranekaragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zone : 1, 2, 3 atau 4 (SKBI/BS.882) dan harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut :
  - (1) sisa diatas ayakan 4,8 mm, harus maksimum 2 % berat,
  - (2) sisa diatas ayakan 1,2 mm, harus maksimum 10 % berat,
  - (3) sisa diatas ayakan 0,30 mm, harus maksimum 15 % berat;

yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air maka untuk bangunan bagian luar dan yang berada di bawah tanah.

- d. Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar (b) dan (c) di atas dengan tujuan tertentu.

Mortar ringan, diperoleh dengan menambahkan *asbestos fibers*, *jute fibers* (serat rami), butir-butir kayu, serbuk gergaji kayu dan sebagainya.

Mortar ini baik untuk bahan isolasi panas atau peredam suara.

Mortar tahan api, diperoleh dengan menambahkan bubuk bata api dengan *aluminos cement*, dengan perbandingan volume satu *aluminos cement* dan dua bubuk bata api. Mortar ini biasa dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

### **2.2.5 Kawat Bendrat**

Menurut Aboe (2004) menyatakan bahwa banyak sekali jenis serat yang dapat digunakan, yang dapat dikelompokkan dalam serat alami dan buatan. Masing – masing jenis serat mempunyai keuntungan dan kerugian. Pemilihan jenis serat perlu disesuaikan dengan sifat beton yang akan diperbaiki/ditingkatkan.

- a. Serat baja (*steel fibers*), mempunyai kekuatan dan modulus elastisitas yang relatif tinggi, selain itu serat ini tidak mengalami perubahan bentuk akibat alkali dalam semen, digunakan bila dibutuhkan kuat lentur beton tinggi, tetapi penggunaan serat baja dapat mengakibatkan terjadi penggumpalan (*balling effect*) akibat sifat adhesi selama proses pengadukan.

- b. Serat gelas (*glass fibers*), kekuatannya mendekati serat baja, tetapi berat jenisnya lebih rendah dan modulus elastisitasnya hanya sepertiga serat baja. Kekurangan utama serat gelas adalah kurang kuat terhadap pengaruh alkali, sehingga dalam jangka panjang dapat menyebabkan rusaknya serat ini.
- c. Serat polimer (*plastic fibers*), mempunyai berat jenis yang rendah dan permukaannya hidropobik dan tidak menyerap air. Serat ini mempunyai modulus elastisitas yang rendah, lekatan kurang baik dengan beton, mudah terbakar, titik lelehnya rendah dan tidak tahan lama.
- d. Serat karbon (*carbon fibers*), serat ini mempunyai keunggulan terhadap lingkungan yang agresif, stabil pada suhu tinggi, relatif kaku dan tahan lama. Digunakan untuk meningkatkan kekakuan, regangan dan tegangan, serta kuat batas, namun keliatannya kurang dan penyebaran serat sulit dikerjakan.
- e. Serat alami, berupa ijuk, serat kelapa dan bambu, penggunaan serat ini dapat menghasilkan beton yang daktail dan umumnya kuat tariknya rendah, kelemahannya adalah tidak tahan terhadap proses kimia dan tidak awet. Umumnya serat ini digunakan pada pekerjaan non-struktur

## **2.3 Penelitian Sebelumnya**

Sebagai dasar pertimbangan dan acuan penelitian ini, maka penelitian memerlukan referensi – referensi dari penelitian – penelitian sebelumnya.

### **2.3.1 Jurnal Teknisia Volume IX No. 2, Agustus 2004**

Penelitian Aboe (2004) mengambil topik “Pengaruh Kawat Bendrat Lurus Terhadap Kuat Tarik, Kuat Lentur dan Kuat Tekan Beton Serat”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian kawat bendrat lurus (tanpa kait) sebagai serat pada beton serat, dengan variasi panjang dan volume serat kawat bendrat lurus berbanding volume beton, terhadap kuat tarik, kuat lentur dan kuat tekan bendrat.

Hasil dari penelitian ini menyatakan beton serat 3%, panjang serat 90 mm memberikan persentase peningkatan kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur tertinggi berturut – turut sebesar 36,51%, 56,93% dan 40,09%. Sedangkan dengan volume serat yang sama tetapi panjang serat 60 mm persentase peningkatan kuat tekan dan kuat lenturnya adalah 36,16% dan 7,42% dibanding beton normal.

Nilai *workability* beton serat dipengaruhi oleh aspek serat. Adukan beton serat dengan panjang serat 90 mm (aspek rasio 91,84) lebih sulit dikerjakan dibanding beton serat dengan panjang 60 mm (aspek rasio 61,22) dengan volume yang sama.



### 2.3.2 Penelitian Priyonggo (2002)

Penelitian ini mengambil topik “Kajian Kuat Beton Terhadap Penambahan Serat Bendrat Pada Campuran Beton”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kawat bendrat pada beton. Serat yang digunakan kawat bendrat yang dipotong - potong dengan panjang 60 mm, berdiameter  $\pm 1$  mm sehingga mempunyai aspek rasio 60. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa :

1. penambahan *straight fiber* kawat bendrat dengan volume fraksi 0,3%, 0,6%, 0,9% dan aspek rasio 60 ke dalam adukan beton akan menurunkan *workability* adonan, sehingga beton sulit dikerjakan, namun dengan nilai VB-TIME antara 5 detik sampai dengan 25 detik dapat dipakai sebagai pedoman untuk menyatakan suatu adukan beton fiber mempunyai *workability* yang baik,
2. penambahan *straight fiber* kawat bendrat lokal ke dalam adukan beton yang disebar secara random dapat meningkatkan kuat tarik beton fiber,
3. kuat desak beton fiber bertambah 4,14 % untuk beton fiber dengan volume fraksi 0,3%; 9,98% untuk beton fiber dengan volume fraksi 0,9% bila dibandingkan dengan kuat desak beton normal,
4. modulus elastisitas beton normal 23.2543 kg/cm<sup>2</sup> dan 23.7203 kg/cm<sup>2</sup> untuk beton fiber dengan volume fraksi 0,3%, 243.866 kg/cm<sup>2</sup> untuk beton fiber dengan volume fraksi 0,6% dan 236.192 kg/cm<sup>2</sup> untuk beton fiber dengan volume fraksi 0,9%, dan
5. Besaran kurva tersebut dipergunakan untuk mengamati daktilitas masing-masing benda uji.

### 2.3.3 Penelitian Rahayu dan Trihandoko (1996)

Penelitian ini mengambil topik “Pengaruh kawat baja lurus dan berkait terhadap kuat lentur dan kuat desak beton fiber”. Tujuan dari penelitian ini adalah dengan penambahan serat kawat baja secara random baik lurus maupun berkait pada adukan beton dapat memperbaiki sifat – sifat beton, terutama terhadap kuat desak dan kuat lentur. Penelitian ini menggunakan serat baja kawat lurus dan berkait, dengan persentase 2% dan 3%. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan, bahwa :

1. penambahan serat kedalam adukan beton akan menurunkan kelecakan sehingga mengurangi “*workability*” (kemudahan pengerjaan). Hal ini ditunjukkan dari penurunan nilai slump,
2. kuat desak karakteristik beton meningkat 22,0036% untuk beton serat lurus 2% dan 36,1554% untuk beton serat lurus 3%,
3. kuat lentur rata-rata beton serat lurus 2% mengalami peningkatan sebesar 4,7157% dan 7,4221% untuk beton serat lurus 3%. Sedangkan beton serat kait 2% mengalami peningkatan sebesar 19,4351% dan 31,9862% untuk beton serat kait 3%, dan
4. pada pengujian lentur beton non-serat patah secara tiba – tiba ketika mencapai beban maksimum, sedangkan beton serat hanya mengalami retak, karena tertahan oleh adanya serat. Hal ini menunjukkan bahwa beton non serat bersifat getas (*brittle*), sedangkan beton serat bersifat liat/daktail (*ductile*).

4. pada panel desak menunjukkan bahwa peningkatan persentase berat kawat bendrat akan meningkatkan energi yang dapat diserap oleh panel serta penambahan persentase berat pada 4% akan menghasilkan panel dengan kapasitas penyerapan energi yang tertinggi yaitu sekitar  $0,274 \text{ kg/cm}^2$ ,
5. perilaku lentur panel mengindikasikan bahwa penambahan persentase berat bendrat akan meningkatkan tegangan lentur panel dengan nilai maksimum rata-rata sebesar  $37,01 \text{ kg/cm}^2$ ,
6. perilaku lentur panel mengindikasikan bahwa penambahan persentase berat bendrat akan meningkatkan kapasitas panel dalam menyerap energi,
7. penurunan nilai tegangan lentur dan energi serap mungkin disebabkan oleh penggumpalan (*balling effect*) yang terjadi sehingga menurunkan *workability*,
8. penambahan persentase berat akan menyebabkan penggumpalan (*balling effect*),
9. perilaku lentur panel secara umum menyimpulkan bahwa penambahan berat bendrat yang dapat menghasilkan panel berkinerja terbaik adalah 4 % dengan panjang 4 cm.

### **2.3.6 Penelitian Mansyur dan Natsir (2005 sedang berlangsung)**

Pada penelitian ini mengambil topik “Karakteristik Dinding Partisi Kawat Bendrat dengan Variasi Panjang 2% Berat”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bendrat terhadap perilaku karakteristik dinding panel dengan variasi panjang 0, 1, 4, 7 dan 10 cm dengan berat serat bendrat 2% dari berat campuran. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan, bahwa :

1. tegangan desak untuk sampel non-bendrat sebesar  $74,20 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan tegangan desak untuk sampel bendrat dengan panjang 1 cm, 4 cm, 7 cm, 10

berat serat bendrat 4% dari berat campuran. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan, bahwa :

1. panel non bendrat tegangan desak dan lenturnya sebesar  $73,75 \text{ kg/cm}^2$  dan  $28,928 \text{ kg/cm}^2$ , modulus elastisnya  $29,29 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ , energi serapan uji desak sebesar  $130,44 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$  dan energi serapan uji lentur adalah  $0,018 \text{ kg/cm}^3$ ,
2. panel dengan panjang bendrat 1 cm, 4 cm, 7 cm dan 10 cm berturut – turut nilai tegangannya  $87,51 \text{ kg/cm}^2$ ,  $106,63 \text{ kg/cm}^2$ ,  $94,75 \text{ kg/cm}^2$ ,  $112,92 \text{ kg/cm}^2$  sehingga terjadi peningkatan sebesar 18,6573 %, 44,57826 %, 28,47445 % dan 53,10128 %,
3. panel dengan panjang bendrat 1, 4, 7, dan 10 cm berturut – turut nilai tegangan lenturnya  $25,481 \text{ kg/cm}^2$ ,  $42,217 \text{ kg/cm}^2$ ,  $29,477 \text{ kg/cm}^2$ , dan  $33,92 \text{ kg/cm}^2$  bila dalam % sebesar -11,91 %, 45,93 %, 1,89 % dan 17,28 %,
4. panel dengan panjang bendrat 1 cm, 4 cm, 7 cm dan 10 cm berturut – turut nilai modulus elastisnya  $58,951 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ ,  $44,375 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ ,  $29,845 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ ,  $54,646 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  sehingga terjadi peningkatan sebesar 101,264 %, 51,502 %, 1,842 % dan 86,565 % ,
5. panel dengan panjang bendrat 1 cm, 4 cm, 7 cm dan 10 cm berturut – turut nilai energi serapan uji desaknya sebesar  $144,746 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$ ,  $236,528 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$ ,  $554,025 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$ ,  $319,089 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$  sehingga terjadi peningkatan sebesar 10,967 %, 81,331 %, 324,737 % dan 144,625

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

Landasan teori memuat dasar–dasar teori yang dipergunakan untuk merumuskan hipotesis dan standar/ peraturan yang berlaku meliputi standar bahan, pembuatan benda uji, dan rumus–rumus untuk analisis data.

#### **3.1. Bahan – Bahan**

Dalam penelitian ini dipergunakan bahan – bahan, seperti semen portland, air, mortar dan kawat bendrat.

##### **3.1.1 Semen Portland**

Semen adalah bahan anorganik yang mengeras pada pencampuran dengan air atau larutan garam (Sarwidi dan Satrio; 2000). Semen yang digunakan harus memenuhi kriteria-kriteria yang disyaratkan dalam SK SNI S–04–1989 F yang meliputi kehalusan butir, dengan waktu daya ikat awal paling cepat satu jam untuk pengolahan dan pengerjaan, memiliki sifat kekal bentuk, kekuatan adukan dan susunan kimia.

##### **3.1.2 Air**

Air berfungsi sebagai zat pereaksi yang digunakan untuk reaksi kimia antara bahan-bahan penyusun campuran mortar sehingga sangat berpengaruh dalam kekuatan mortar, disamping itu air juga berguna untuk memberikan

kemudahan dalam pencampuran mortar dan pengerjaan (*workability*) pasangan. Kriteria air yang digunakan harus memenuhi standar yang telah ditetapkan dalam SK SNI S-04-1989-F.

### **3.1.3 Agregat Halus (Pasir)**

Agregat halus adalah batuan yang berukuran kecil yang mempunyai ukuran butiran 0.15 mm hingga 5 mm (Tjokrodimulyo, 1992). Agregat halus dapat di ambil langsung dari alam ataupun dari mesin pemecah batu (*Stone Crusher*). Agregat halus yang digunakan tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, serta bahan organik lain yang dapat bersifat merusak ikatan mortar. Ukuran butiran agregat yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan nomor 7 atau dapat diganti dengan saringan ukuran 3 mm.

### **3.1.4 Mortar**

Menurut kamus *Mirriam Webster*, mortar adalah bahan bangunan lentur (seperti campuran semen, kapur atau *gypsum* dengan pasir dan air) yang dapat mengeras dan bahan tersebut biasanya digunakan pada pekerjaan batu atau pekerjaan plesteran. Secara umum definisi mortar adalah bahan bangunan yang berupa adukan semen yang biasa digunakan dalam pekerjaan tukang batu, ([www.mortarutama.com](http://www.mortarutama.com)). Fungsi utama mortar adalah sebagai bahan ikat pada penyusunan pasangan bata, sehingga terjadi lekatan antara bata-bata penyusun pasangan.

### 3.1.5 Bahan Serat (Kawat Bendrat)

Menurut Aboe (2004), kawat bendrat termasuk dalam kelompok serat baja (*steel fibers*) yang digunakan untuk mengikat rangkaian baja tulangan, berdiameter  $\pm 1$  mm, terbuat dari campuran besi baja tanpa pelapis aluminium maupun seng. Kawat bendrat dapat diperoleh dengan mudah, memiliki kekuatan dan modulus elastisitas yang tinggi.

### 3.2 Mekanisme Kerusakan Dinding Tipis (Panel)

Dari pengamatan di beberapa wilayah kerusakan gempa di Indonesia, panel (dinding tipis) umumnya rusak karena gaya desak dan lenturan, bukan oleh geseran (CEEDEDS, 1999-2005). Paulay dan Priestley (1992) menyatakan bahwa sifat-sifat khusus struktur atau elemen struktur yang harus diperhatikan dalam proteksi terhadap kerusakan akibat gempa adalah kekakuan, kekuatan, dan daktilitas. Kekakuan mengontrol defleksi atau simpangan.

Kekakuan mengontrol kemampuan menahan beban. Daktilitas membatasi beban yang diderita dan mengontrol kerusakan/keruntuhan karena dapat menerima simpangan setelah terjadi pelelehan, hingga putus (*break*) atau kolep (*collapse*). Daktilitas dapat ditentukan berdasarkan regangan (*strain ductility*), kelengkungan (*curvature ductility*), dan simpangan (*displacement ductility* atau *deflection ductility*). Sarwidi (2006) menyatakan bahwa nilai perbandingan antara kekuatan dibagi dengan berat material yang semakin besar akan menghasilkan material yang lebih tahan terhadap guncangan gempa. Naeim (1991) mengamati, bahwa daktilitas kelengkungan biasanya lebih besar dari daktilitas simpangan.

Morrow (1981) menyatakan bahwa kualitas struktur atau elemen dapat ditentukan berdasarkan energi yang dapat diserapnya, baik yang ditentukan berdasarkan hubungan gaya dan defleksi maupun hubungan tegangan dan regangan.

### **3.3 Beton Fiber, Konsep, Aplikasi dan Permasalahannya**

Menurut Suhendro (2000), penggunaan beton sebagai bahan bangunan teknik sipil telah lama dikenal di Indonesia. Karena memiliki kelebihan dalam mendukung tegangan desak, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, perawatan yang murah dan dapat memanfaatkan bahan-bahan lokal, maka beton sangat populer dipakai, baik untuk struktur-stuktur besar maupun kecil. Meskipun demikian, karena sifatnya yang getas (*brittle*) dan praktis tidak mampu menahan beban tarik secara handal, maka bahan tersebut memiliki keterbatasan dalam penggunaannya. Dalam praktek, kedua sifat kurang baik dari beton tersebut memang dapat diatasi dalam batas-batas tertentu dengan penambahan tulangan baja dengan jumlah yang cukup dan ditempatkan secara benar.

Di negara-negara maju seperti di Amerika Serikat dan Eropa, para peneliti telah berupaya memperbaiki sifat-sifat kurang baik dari beton tersebut dengan cara menambahkan *fiber* (serat) pada adukan beton. Ide dasarnya adalah menulangi beton dengan fiber yang disebarkan secara merata (*uniform*) kedalam adukan beton dengan orientasi yang random, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan mikro dalam beton yang terlalau dini, baik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Dengan tercegahnya retakan-retakan mikro beton



yang terlalu dini, kemampuan bahan untuk mendukung tegangan-tegangan internal (aksial, lentur dan geser) yang terjadi akan jauh lebih besar.

**Tabel 3.1** *Basic properties* berbagai macam fiber

Serat	Berat Jenis (Ksi)	Kuat Tarik (Ksi)	Modulus Young $10^3$ (Ksi)	Volume Fraksi (%)	Diameter serat (in)	Panjang (in)
Baja	7.86	100 – 300	30	0.75 – 9	0.0005 – 0.04	0.5 – 1.5
Kaca	2.7	> 180	11	2 – 8	0.004 – 0.03	0.5 – 1.5
Plastik	0.91	> 100	0.14 – 1.2	1 – 2	> 0.1	0.5 – 1.5
Karbon	1.6	> 100	> 7.2	1 – 5	0.0004 – 0.0008	0.02 – 0.5

(Sumber : Sorousian dan Bayasi, 1987)

Berbagai macam fiber yang dapat diginukan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton antarlain adalah :

- a. Fiber baja (*steel fiber*)
- b. Fiber *poly-propaylene* (sejanis plastik mutu tinggi)
- c. Fiber kaca (*glass fiber*)
- d. Fiber karbon (*carbon fiber*).

Basic properties berbagai macam *fiber* tersebut dicantumkan dalam Tabel 3.1. Untuk keperluan *non-structural fiber* dari bahan alami (*natural fiber*) seperti ijuk, rambut, sabut kelapa, serat goni, dan serat tumbuh-tumbuhan lainnya juga dapat digunakan.

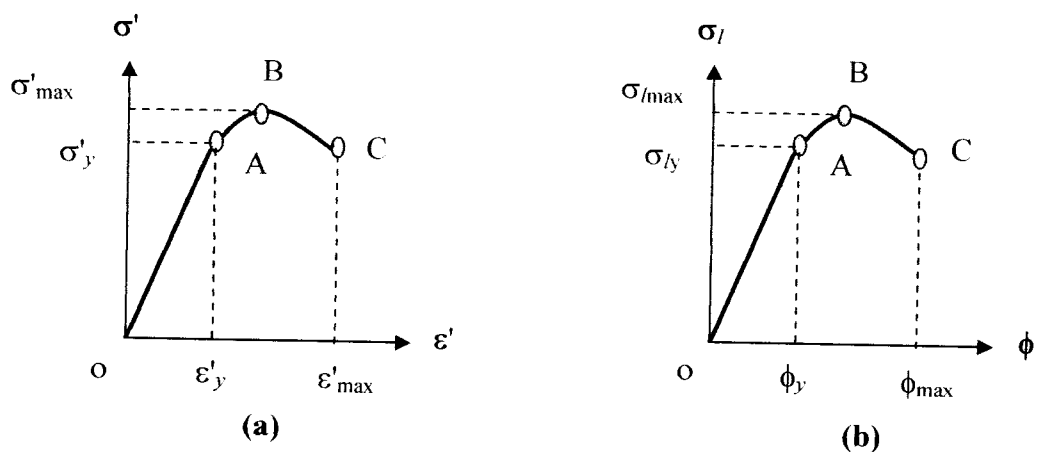
Hasil-hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sifat-sifat mekanik beton yang dapat diperbaiki antara lain adalah :

- a. daktilitas (*ductility*) yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi (*energy absorption*),
- b. ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*),
- c. kemampuan untuk menahan tarik dan momen lentur,

mendatangkannya dari luar negeri. Untuk mengatasi hal itu telah ditemukan solusi alternatif, yaitu dengan menggunakan fiber lokal yang dibuat dari potongan-potongan kawat lokal (berdiameter sekitar 0,80 mm dengan panjang sekitar 60 mm) yang tersedia dipasaran dengan menunggu pabrik fiber baja yang sebenarnya di Indonesia.

### 3.4 Karakteristik dan Perilaku Elemen Struktur

Karakteristik dan perilaku struktur secara keseluruhan maupun elemen struktur dapat diketahui dari hubungan gaya dan simpangan, momen dan kelengkungan, tegangan dan regangan, atau tegangan dan kelengkungan, sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1.** (a) Hasil uji desak: kurva hubungan regangan desak dan tegangan desak. (b) Hasil uji lentur: kurva hubungan antara tegangan lentur dan kelengkungan. (Sumber: Sarwidi)

Hasil pengujian desak sebuah benda uji (*sample/speciment*) yang diekspresikan dalam bentuk kurva hubungan antara gaya (*force*) dan simpangan (*displacement*) dapat dirubah melalui proses yang sederhana menjadi kurva hubungan antara tegangan desak (*compression stress*)  $\sigma'$  (kg/cm) dan regangan desak (*compression strain*)  $\epsilon'$  (tanpa satuan) sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1(a). Sedangkan hasil pengujian lentur sebuah benda uji dapat berupa nilai beberapa gaya (*force*) pada bentangan dan defleksi (*deflection*) di tiga titik bentangan yang dapat dirubah menjadi kurva hubungan momen (*moment*) dan kelengkungan (*curvature*). Selanjutnya, kurva tersebut dapat dirubah melalui proses yang sederhana pula menjadi kurva hubungan tegangan lentur (*flexural stress*)  $\sigma_l$  (kg/cm) dan kelengkungan (*curvature*)  $\phi$  (1/cm) sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1(b).

Dari Gambar 3.1(a) dapat ditentukan karakteristik (*property* atau *characteristic*) material, yang meliputi:  $\sigma'_y$  = tegangan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan tegangan leleh,  $\sigma'_{max}$  = tegangan maksimum,  $\epsilon'_y$  = regangan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan regangan leleh,  $\epsilon'_{max}$  = regangan maksimum.

Dari nilai-nilai karakteristik tersebut dapat ditentukan modulus elastis dengan ekspresi:

$$E = \sigma'_y / \epsilon'_y \dots\dots\dots (3.1)$$

dan nilai daktilitas:

$$\mu = \epsilon'_{max} / \epsilon'_y \dots\dots\dots (3.2)$$

Dari Gambar 3.1(a) dapat ditentukan penyerapan energi elastis (*modulus of resilient*)  $E_e$  dan penyerapan energi total (*modulus of toughness*)  $E_t$ .

$$E_e = \text{luas segitiga O-A-}\epsilon'_y \dots\dots\dots (3.3)$$

$$E_t = \text{luas bidang di bawah kurva O-A-B-C dan diatas O-A-}\epsilon'_{\max} \dots\dots (3.4)$$

Gambaran tentang perilaku daktilitas benda uji juga dapat dilihat dari rasio perbandingan antara penyerapan energi total dengan energi elastis  $\alpha$ .

$$\alpha = E_t / E_e \dots\dots\dots (3.5)$$

Morrow (1991) menyatakan bahwa untuk material baja, tegangan leleh dapat ditentukan dengan menarik garis sejajar OA dari regangan  $\epsilon$  sebesar 0.002 memotong kurva, sedangkan Abeles dkk (1976) dan Ferguson (1984) menentukan  $\epsilon$  sebesar 0.003 sampai 0.0035 untuk material beton. Dengan demikian perilaku elastis material mencakup perilaku material secara linier dan non-linier.

Pengamatan dari data uji laboratorium dalam penelitian ini menunjukkan bahwa batas elastis material sangat dekat atau berimpit dengan batas proporsional atau batas linier. Karena sangat sulit diamati secara akurat perbedaan antara keduanya, maka batas elastis dianggap sama dengan batas proporsional atau titik peralihan antara bagian yang linier dan yang non-linier, yaitu pada titik A dalam Gambar 3.1(a) dan (b).

Dari Gambar 3.1(b) dapat ditentukan karakteristik (*property* atau *characteristic*) material, yang meliputi:  $\sigma_y$  = tegangan lentur sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan tegangan leleh,  $\sigma_{tmax}$  = tegangan lentur maksimum,  $\phi_y$  = kelengkungan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan kelengkungan leleh,  $\phi_{max}$  = kelengkungan maksimum.

material yang dipakai dalam penelitian dapat dilihat pada Lampiran II, kebutuhan material untuk setiap sampel panel, disajikan dalam Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Kebutuhan Material Sampel Panel

No.	Sampel	Material (Kg)				Jumlah Sampel
		Semen	Pasir	Air	Bendrat	
1	D 00 00	14.7	73.3	12.1	0	5
2	L 00 00	15.2	76.2	12.6	0	5
3	D 02 07	14.6	72.9	12.0	2.0	5
4	L 02 07	15.2	75.8	12.5	2.1	5
5	D 04 07	14.6	72.9	12.0	4.0	5
6	L 04 07	15.2	75.8	12.5	4.2	5
8	D 06 07	14.6	72.9	12.0	6.0	5
9	L 06 07	15.2	75.8	12.5	6.3	5
10	D 08 07	14.6	72.9	12.0	8.0	5
11	L 08 07	15.2	75.8	12.5	8.4	5
Kebutuhan Total		<b>149.1</b>	<b>744.3</b>	<b>122.7</b>	<b>41.0</b>	<b>50</b>

### 3.6.3 Pengujian Sampel Benda Uji

Setelah dilakukan pengujian bahan dasar panel dan menentukan perencanaan campuran maka pengujian selanjutnya adalah pengujian sampel setelah berumur 28 hari, yaitu pengukuran berat volume panel dan 2 (dua) jenis pengujian; meliputi uji desak/tekuk dan uji lentur.

#### 3.6.3.1 Pengukuran Berat Volume

Pengujian berat volume panel adalah untuk mengetahui berat volume panel tersebut. Dimana nilai dari berat volume ini dipakai untuk mencari korelasinya dengan nilai kekuatan panel per satu satuan volume. Perhitungan berat volume panel dapat dihitung dengan persamaan :

$$BV = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan :  $BV$  = berat volume dinding partisi ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ ),

$m$  = berat dinding partisi (kg), dan

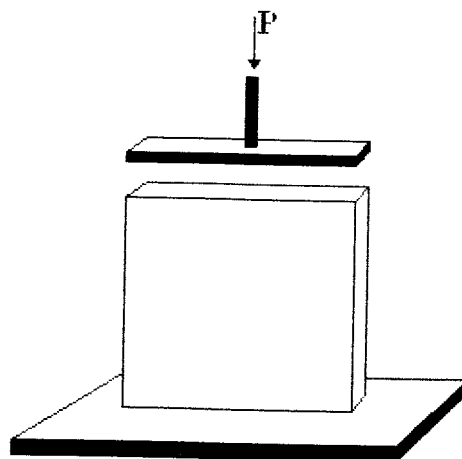
$v$  = volume dinding partisi ( $\text{cm}^3$ ).

### 3.6.3.2 Pengujian Kuat Desak

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan dan perilaku benda uji dalam menahan gaya desak yang sejajar dengan bidang panel (Gambar 3.1). Dari pengujian tersebut, nilai gaya desak yang diderita oleh benda uji  $P$  dan perpendekannya  $\Delta$  dapat diketahui. Benda uji mempunyai panjang  $l = 50$  cm, lebar  $w = 52$  cm, dan tebal  $t = 3$  cm. Dengan membagi gaya desak dengan luas tampang (panjang dikalikan tebal) dan perpendekan dengan tinggi awal panel  $t$ , maka grafik tersebut berubah menjadi hubungan antara tegangan  $\sigma'$  dan regangan  $\varepsilon'$ , sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.3, yaitu:

$$\sigma' = P / (w.t) \dots\dots\dots(3.13)$$

$$\varepsilon' = \Delta / l \dots\dots\dots(3.14)$$



**Gambar 3.3** Pengujian Kuat Desak

### 3.6.3.3 Modulus Elastis (E)

Modulus elastis adalah perbandingan antara tegangan dan regangan mampu balik (Djaprie S, 1995). Hubungan antara tegangan dan regangan adalah sebanding atau linear, mengikuti hukum Hooke (Tjokrodimulyo, 1992).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(3.15)$$

Keterangan :  $E$  = Modulus Elastis ( $\text{kg/cm}^2$ ),

$\sigma$  = tegangan ( $\text{kg/cm}^2$ ), dan

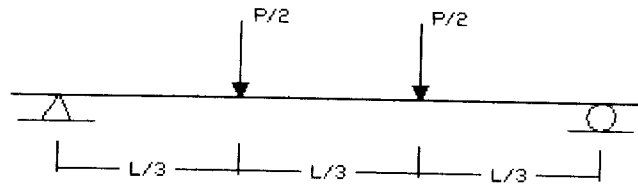
$\varepsilon$  = regangan (cm).

### 3.6.3.4 Pengujian Kuat Lentur

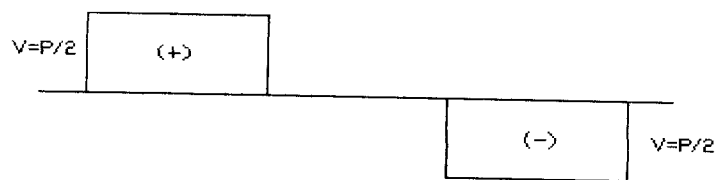
Pengujian kuat lentur ini dilakukan untuk mengukur kekuatan dan perilaku panel dalam menahan gaya yang tegak lurus dengan bidang panel. Pada potongan penampang melintang, secara mekanika, panel dianggap sebagai balok atau gelagar sederhana.

Bila suatu gelagar balok terletak diantara dua tumpuan sederhana menerima beban yang menimbulkan momen lentur, maka akan terjadi *deformasi* (tegangan) lentur di dalam balok tersebut. Pada kejadian momen lentur positif, regangan tekan terjadi pada bagian atas balok, dan pada bagian bawah tampang balok terjadi tegangan tarik. Regangan–regangan ini menimbulkan tegangan tekan di sebelah atas dan tegangan tarik di bagian bawah, yang harus ditahan balok. Agar stabilitas terjamin, balok sebagai bagian dari sistem harus mampu menahan tegangan tekan dan tarik tersebut.

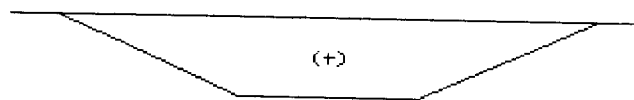
Beban maksimum yang terjadi digunakan sebagai dasar perhitungan kuat lentur. Untuk perhitungannya digunakan formula *Method of Flexure Strength* (*British Standard Institution*, 1983). Mekanisme lentur dapat dilihat pada Gambar 3.4.



3.4a Panel dengan dua buah gaya simetris ( $P/2$ )



3.4b Diagram gaya lintang/geser



3.4c Diagram Momen

**Gambar 3.4** Mekanisme Lentur

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

$$M = \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{3} \dots\dots\dots(3.16)$$

Karena itu daerah pusat dari panel ini berada dalam keadaan lentur murni. Daerah - daerah yang panjangnya  $L/3$  berada dalam keadaan lentur tak merata karena momen  $M$  tidaklah konstan dan terdapat gaya-gaya lintang.



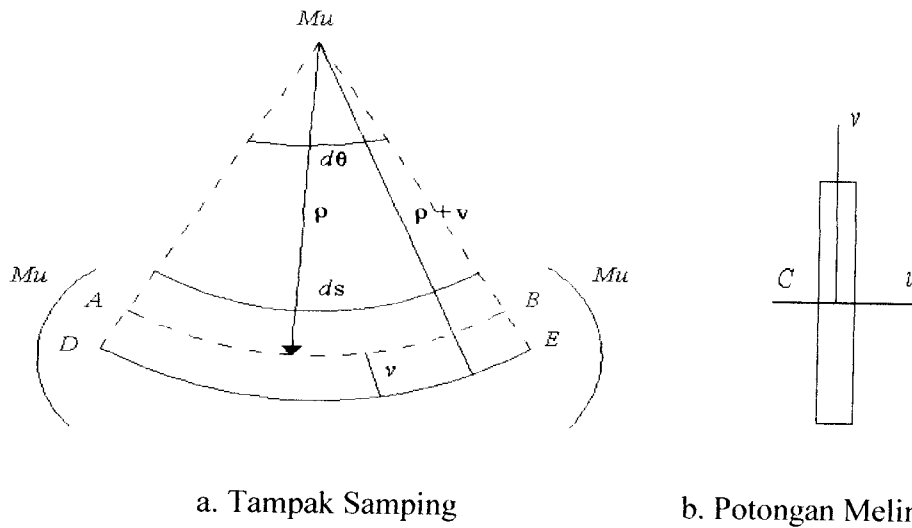
$$\sigma_{lt} = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2} \dots\dots\dots(3.20)$$

- dimana ,
- $\sigma_{lt}$  = besar kuat lentur dinding (kg/cm<sup>2</sup>),
  - $P$  = beban maksimum pengujian (kg),
  - $L$  = jarak antara tumpuan (cm),
  - $b$  = lebar dinding (cm), dan
  - $h$  = tebal dinding (cm).

### 3.7 Hubungan Momen-Kelengkungan

Perilaku struktur yang mengalami lentur dapat diketahui dari hubungan momen-kelengkungan yang menggambarkan perilaku balok pada berbagai kondisi, yaitu saat kondisi elastis, leleh, elastis-plastis dan plastis. Gambar 3.9 adalah sebuah penampang sederhana dengan penampang  $I$  yang menerima beban terpusat  $P$ .

Teori defleksi balok dipengaruhi oleh geometri atau kinematika dari sebuah elemen balok. Kinematika dasar yang menghipotesa bahwa irisan-irisan yang berbentuk bidang datar akan tetap merupakan bidang datar selama berdeformasi.



a. Tampak Samping

b. Potongan Melintang

**Gambar 3.6** Deformasi segmen balok dalam lenturan

Elemen differensial balok untuk lentur murni ditunjukkan pada Gambar 3.6a. Sumbu u dan v pada potongan melintang, adalah sumbu utama yang ditunjukkan pada Gambar 3.6b. AB adalah garis netral, pada garis netral ini garis tidak memendek ataupun memanjang. Regangan pada garis netral didapatkan dari persamaan :

$$\epsilon_x = \frac{\text{panjang akhir} - \text{panjang awal}}{\text{panjang awal}} \dots\dots\dots(3.21)$$

dengan substitusi didapat :

$$\epsilon_x = \frac{(\rho + v)d\theta - \rho \cdot d\theta}{\rho \cdot d\theta} = \frac{v}{\rho} \dots\dots\dots(3.22)$$

hubungan dasar antara kurva elastis dengan regangan linier, didapat :

$$\Phi = \frac{l}{\rho} = k = \frac{\epsilon_x}{v} \dots\dots\dots(3.23)$$

karena sifat beban tidak diperhitungkan maka hubungan ini digunakan untuk masalah-masalah elastis maupun tidak.

$$\sigma_x = E \cdot \epsilon_x \dots\dots\dots(3.24)$$

sehingga :

$$\epsilon_x = \frac{Muy}{EIu} \dots\dots\dots(3.25)$$

substitusi persamaan 3.23 ke persamaan 3.25 akan diperoleh :

$$\Phi = \frac{l}{\rho} = k = \frac{Mu}{EIu} \dots\dots\dots(3.26)$$

dalam koordinat kartesian kurva kelengkungan didefinisikan :

$$\Phi = \frac{l}{\rho} = k = \frac{\pm d^2v/dx^2}{[1 + (dv/dx)^2]^{3/2}} \dots\dots\dots(3.27)$$

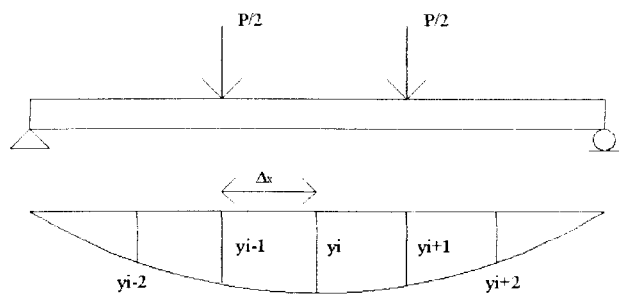
karena kemiringan  $dv/dx$  dari kurva elastis adalah sangat kecil, maka :

$$(dv/dx)^2 \approx 0 \dots\dots\dots(3.28)$$

persamaan 3.28 disubstitusi dengan persamaan 3.26 menjadi :

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{M}{EI_u} \dots\dots\dots(3.29)$$

$$EI_u = \frac{M}{(d^2v/dx^2)} \dots\dots\dots(3.30)$$



**Gambar 3.7** Kelengkungan

Dalam penelitian ini metoda yang dipakai dalam pembahasan adalah mencari nilai  $M_y$  dari data uji lentur panel, yang dalam hal ini akan diperoleh dari pembacaan beban ( $P$ ) dan lendutan ( $\Delta$ ), yang kemudian dilakukan perhitungan besarnya momen ( $M$ ) dan kelengkungan ( $\Phi$ ) sehingga diperoleh kurva hubungan momen-kelengkungan seperti Gambar 3.6 dari data  $M-\Phi$  dapat diperoleh nilai faktor kekakuan ( $EI$ ) dan nilai kelengkungan daktilitas.

$$\frac{\Phi_u}{\Phi_y} = \text{daktilitas kelengkungan} \dots\dots\dots(3.38)$$

### 3.8 Pengamatan Penelitian

Pengamatan penelitian dilakukan pada saat pengujian dilaksanakan, dan kemudian dilakukan pencatatan. Hasil – hasil pencatatan tersebut dijadikan sebagai data pengujian untuk kemudian dilakukan analisis, untuk dapat ditarik kesimpulan.

Dari kesimpulan tersebut dapat diketahui sifat panel dengan variasi kawat bendrat. Sifat dan perilaku dinamika panel ini meliputi :

1. kuat desak dan kuat lentur;
2. perilaku panel meliputi grafik hubungan tegangan-regangan dan tegangan lentur-kelengkungan; dan
3. berat volume panel.

### 3.9 Teori Pengolahan Data

Hasil penelitian diambil dari data hasil pengujian yang telah didapatkan, kemudian diolah menggunakan *MS Excel*, sedemikian rupa sehingga didapatkan nilai rerata dan simpangan baku, untuk kemudian dicari korelasinya.

#### 3.9.1 Nilai Rerata (*Mean*)

Menurut Hadi (2000), nilai rerata adalah jumlah nilai-nilai dibagi dengan jumlah individu. Nilai rerata dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

$$X_{rerata} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(3.39)$$

Keterangan:  $X_{rerata}$  = nilai rerata,

$\sum Xi$  = jumlah data, dan

$n$  = banyaknya sampel.

#### 3.9.2 Regresi Linier dan Korelasi

Menurut Supramono (1993), perbedaan antara regresi dan korelasi adalah regresi menunjukkan bentuk hubungan antara variabel yang mempengaruhi variabel yang lain (variabel bebas) dengan variabel yang dipengaruhi (variabel terikat). Sedangkan korelasi menjelaskan besarnya derajat atau tingkat keeratan hubungan antara variabel yang satu dengan variabel yang lain.

Analisis regresi sederhana merupakan suatu alat analisis yang digunakan untuk mengestimasi atau memprediksi nilai suatu variabel berdasarkan nilai variabel lain yang diketahui (Supramono, 1993).

4. Koefisien korelasi hanya mencerminkan keeratan hubungan linier dari dua variabel yang terlibat.
5. Koefisien korelasi bersifat simetris  $r_{XY} = r_{YX} = r$ .
6. Variabel yang terlibat tidak harus variabel terikat dan variabel bebas.

Tingkat keeratan korelasi dapat ditentukan berdasarkan nilai koefisien determinasinya ( $R^2$ ) seperti dijelaskan dalam Tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Hubungan Nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) dan Korelasi ( $r$ )

Nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ )	Korelasi
$R^2 = 1$	Sempurna
$0,80 < R^2 < 0,99$	Sangat Kuat
$0,50 < R^2 < 0,79$	Kuat
$0,30 < R^2 < 0,49$	Kurang Kuat
$R^2 < 0,30$	Lemah
$R^2 = 0$	Tidak Ada

### 3.10 Hipotesis

Sebelum dilakukan penelitian, maka dapat ditarik hipotesis penelitian panel ini, yang merupakan kesimpulan awal dengan melihat hasil – hasil penelitian sebelumnya. Hipotesis ini meliputi 3 bagian, pada hipotesis pertama adalah mengenai *workability* panel, hipotesis kedua mengenai kuat desak dan hipotesis yang ketiga mengenai kuat lentur.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai metode penelitian yang akan dipergunakan dalam penelitian, metode penelitian ini akan dijadikan acuan dalam melaksanakan tahapan penelitian.

#### **4.1 Bahan dan Alat**

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

##### **1. Semen**

Penelitian ini menggunakan semen portland (semen jenis I) dengan merek Semen Gresik 40 kg.

##### **2. Pasir**

Pasir yang digunakan berasal dari Kabupaten Sleman, Jogjakarta.

##### **3. Air**

Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII, Jogjakarta.

##### **4. Kawat bendrat**

Kawat bendrat yang digunakan dalam campuran berdiameter 1 mm, panjang 7 cm dengan persentase variasi 2 %, 4%, 6% dan 8% berat campuran mortar.

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 adalah sebagai berikut.

1. Bak air

Bak air digunakan untuk tempat perawatan benda uji. Perendaman benda uji dilakukan selama 28 hari.

2. Pengaduk mortar (mesin molen)

Mesin molen digunakan untuk mencampur bahan penyusun sampel dinding panel (semen, pasir, air dan kawat bendrat). Mesin molen yang digunakan memiliki kapasitas 3 m<sup>3</sup>.

3. Mistar/meteran

Mistar/meteran dari logam digunakan untuk mengukur dimensi sampel.

4. Neraca/timbangan merek O'house

Neraca/timbangan digunakan untuk menimbang pasir ketika melakukan pengujian kadar lumpur. Neraca/timbangan O'house memiliki ketelitian 0,05 gr.

5. Bekisting sampel desak dan lentur.

Bekisting digunakan untuk mencetak sampel desak dan lentur. Bekisting terbuat dari besi siku yang bisa dibuka dengan skrup pada kedua ujungnya, dengan tujuan untuk mempermudah pelepasan bekisting dari sampel. Untuk bekisting desak berukuran 50 x 50 x 3 cm dan untuk lentur berukuran 52 x 50 x 3 cm.



6. Tang potong, betel dan palu.

Tang potong, betel dan palu dipergunakan secara terpadu, untuk memotong kawat bendrat menjadi ukuran – ukuran yang telah ditentukan.

7. *Oven*

*Oven* digunakan untuk menghilangkan air pada sampel pasir, pada pengujian kandungan lumpur.

8. Mesin uji kuat desak dan lentur

Mesin uji kuat desak dan lentur digunakan untuk mengetahui besarnya tegangan maksimal sampel dinding, baik untuk kuat lentur maupun desak. Dalam pengujian ini digunakan *Universal Testing Material (UTM)* merk SIMATZU type UMH 39 dengan kapasitas 30 ton.

9. *Dial gauge*

*Dial gauge* digunakan untuk mengukur besarnya regangan yang terjadi pada sampel. Dalam pengujian kuat desak dipakai 2 buah *dial gauge*, sedangkan untuk pengujian kuat lentur dipakai 3 buah *dial gauge*.

#### **4.2 Metoda Pencampuran Material**

Metode pencampuran material dinding panel kawat bendrat didasarkan pada pencampuran beton serat menurut ACI, beton yang terbuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan serat dengan jumlah tertentu. Ide ini pada dasarnya adalah untuk memberi tulangan pada beton serat yang disebarkan secara merata kedalam adukan beton dengan orientasi yang random. Dalam

pembuatan suatu adukan beton serat sebaiknya diusahakan menggunakan *mixer* (mesin molen) agar hasil dari adukan beton tersebut benar – benar homogen.

#### **4.3 Prosedur Percobaan/ Kajian**

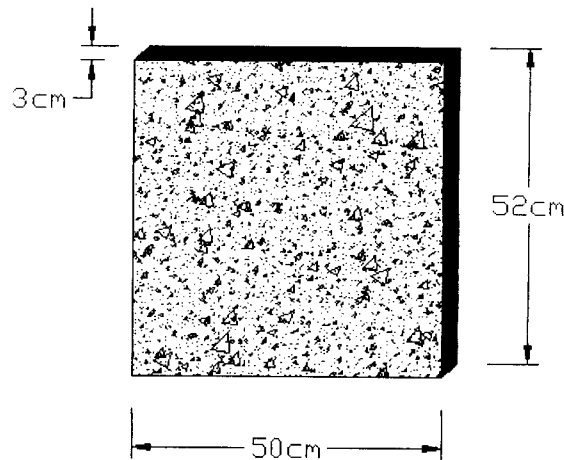
Prosedur percobaan/kajian adalah, menjelaskan metode yang akan dipergunakan dalam penelitian. Prosedur percobaan/kajian ini secara garis besarnya terdiri dari 2 (dua) macam yaitu : pengujian bahan dan sampel.

##### **4.3.1 Pengujian Bahan**

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

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

1. keringkan pasir yang akan diujikan,
2. timbang wadah (piring) yang akan digunakan sebagai wadah pasir,
3. timbang pasir sebanyak 100 gram lalu masukan dalam gelas ukur 250 cc,
4. masukkan air pada gelas ukur yang telah diisi pasir, hingga ketinggian air mencapai 12 cm dari permukaan pasir,
5. kocok gelas ukur  $\pm$  15 kali, lalu diamkan selama 1 menit, kemudian buang air keruh perlahan – lahan agar pasir tidak ikut terbang,

4.

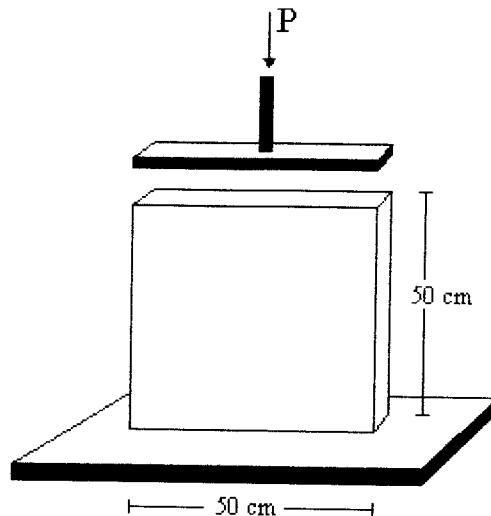
**Gambar 4.2** Ukuran Sampel Panel Uji Lentur

#### 4.3.2.1 Pemberian Label Nama Sampel

Pemberian nama sampel bertujuan agar sampel panel tersebut nantinya dapat dikelompokkan pada tiap – tiap variasinya masing - masing dan mencegah sampel tertukar dengan sampel yang lain. Adapun pemberian label nama dibagi menjadi 4 buah bagian yaitu : jenis sampel, persentase kawat bendrat, panjang kawat bendrat dan nomor sampel, misalnya D 02 07 01 berarti.

- a. D adalah Jenis Sampel yaitu Desak, jika L berarti sampel tersebut termasuk dalam sampel lentur.
- b. 02 adalah persentase kawat bendrat terhadap berat campuran, berarti sampel tersebut memiliki persentase kawat bendrat adalah 2% terhadap berat campuran mortar.
- c. 07 adalah panjang kawat yang dipergunakan dalam panel kawat bendrat tersebut adalah 7 cm.
- d. 01 adalah nomer urut sampel dalam kelompoknya.

Acuan yang dipakai pada pengujian ini menggunakan metoda telah dijelaskan dalam sub bab 3.6.3.2 tentang pengujian kuat desak/tekuk. Pengujian kuat desak panel kawat bendrat dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Pengujian Kuat Desak Panel

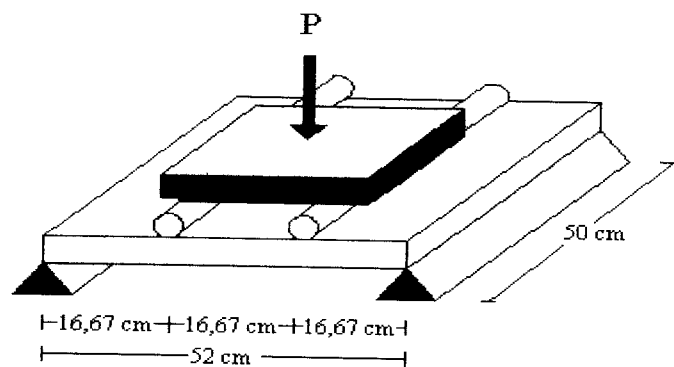
#### **4.3.2.3 Pengujian Kuat Lentur Panel Kawat Bendrat**

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kekuatan lentur yang mewakili gempu tegak lurus bidang panel kawat bendrat akibat pembebanan maksimum yang terjadi. Pada pengujian ini digunakan 5 buah benda uji dengan campuran mortar 1 : 5, sampel yang digunakan adalah panel kawat bendrat dengan ketebalan 3 cm, pengujian dilakukan pada umur benda uji 28 hari.

Benda uji yang dipakai adalah panel kawat bendrat berdimensi 52 x 50 x 3 (cm). Sampel diletakkan diatas dua tumpuan berjarak 52 cm, setelah sampel diletakkan diatas tumpuan kemudian diatas sampel tersebut diletakkan dua beban

setempat sehingga seolah-olah sampel terbagi 3 bagian yang sama panjang sepanjang 16,67 cm.

Kemudian dipasang 3 buah dial dibawah sampel, guna mengetahui besarnya regangan lentur yang diakibatkan oleh beban maksimum. Beban diberikan berangsur-angsur sebesar 25 kg, sampai beban maksimum yang dapat ditahan oleh sampel. Pengujian kuat lentur panel kawat bendrat dapat dilihat pada Gambar 4.4.



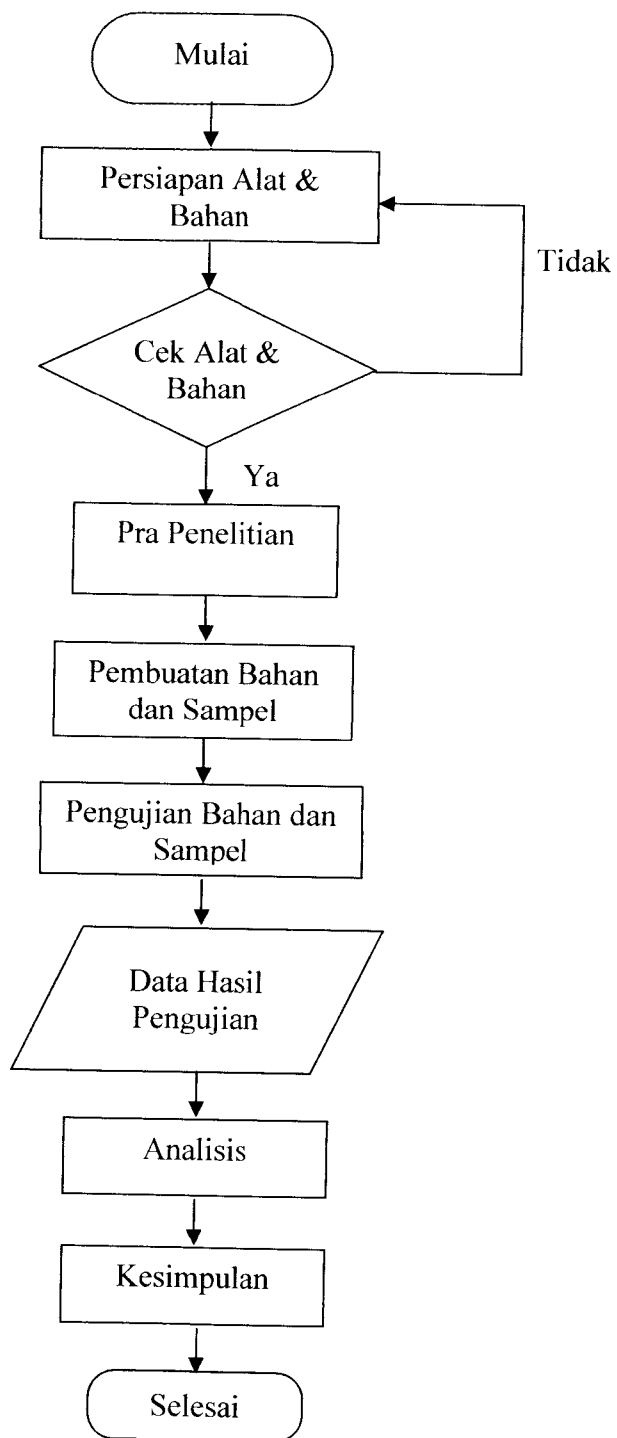
**Gambar 4.4** Pengujian Kuat Lentur Panel

#### 4.4 Tahapan Penelitian

Untuk mendapatkan hasil yang baik maka penelitian yang dilakukan harus memenuhi kaidah-kaidah metoda ilmiah berikut ini :

1. persiapan alat dan bahan,
2. pengujian bahan dan sampel,
3. analisis data pengujian, dan
4. pengambilan kesimpulan.

Secara sistematis kaidah-kaidah tersebut dapat dilihat Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** *Flow Chart* Tahapan Penelitian

## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan menyajikan hasil penelitian, pembahasan dan analisis data hasil penelitian berdasarkan teori yang mendukung analisis dari penelitian.

#### **5.1 Hasil Penelitian**

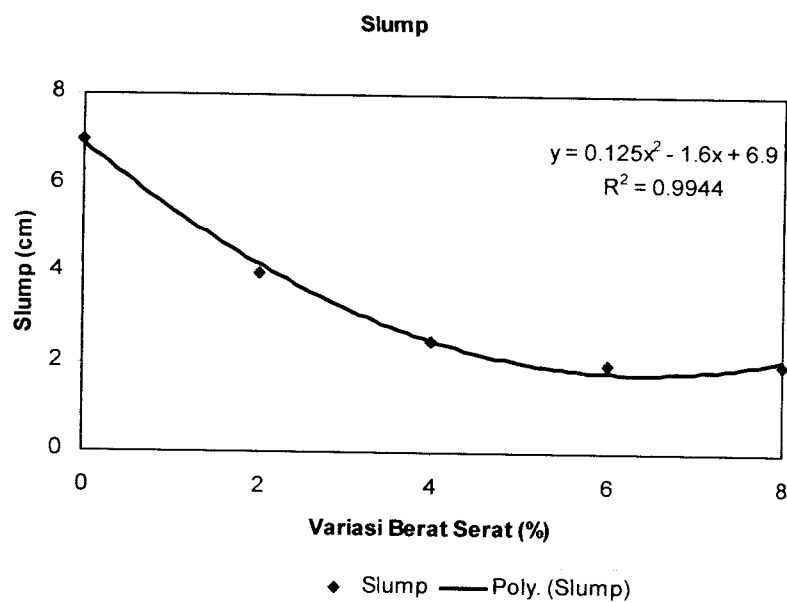
Setelah semua pelaksanaan penelitian di laboratorium selesai, sebagai hasilnya didapatkan kadar lumpur dan data mengenai dimensi benda uji, beban yang mampu ditahan sampel, defleksi pada tiap interval pembebanan, dan akhirnya didapat besarnya tegangan dinding panel ( $\sigma$ ) tiap-tiap variasi sampel benda uji.

#### **5.2 Kadar Lumpur**

Pasir yang digunakan berupa agregat halus berasal dari Gunung Merapi, Sleman, Jogjakarta. Pengujian kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar, dimana parameter kelayakan kadar lumpur yang terdapat pada pasir adalah tidak boleh melebihi 5 % terhadap berat keringnya. Hasil pengujian kadar lumpur ini dapat dilihat pada Tabel 5.1.

bendrat, setiap variasi memiliki 5 buah benda uji. Perawatan sampel dilakukan dengan cara merendam didalam bak air dan pengujian dilakukan setelah sampel berumur 28 hari.

Pengujian dilakukan dengan memberi beban merata diatas sampel yaitu pembebanan statik dengan interval sebesar 500 kg. Nilai karakteristik dinding panel yang berhasil diolah kemudian dirangkum dan ditampilkan dengan grafik sebagaimana yang terlihat pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.4.



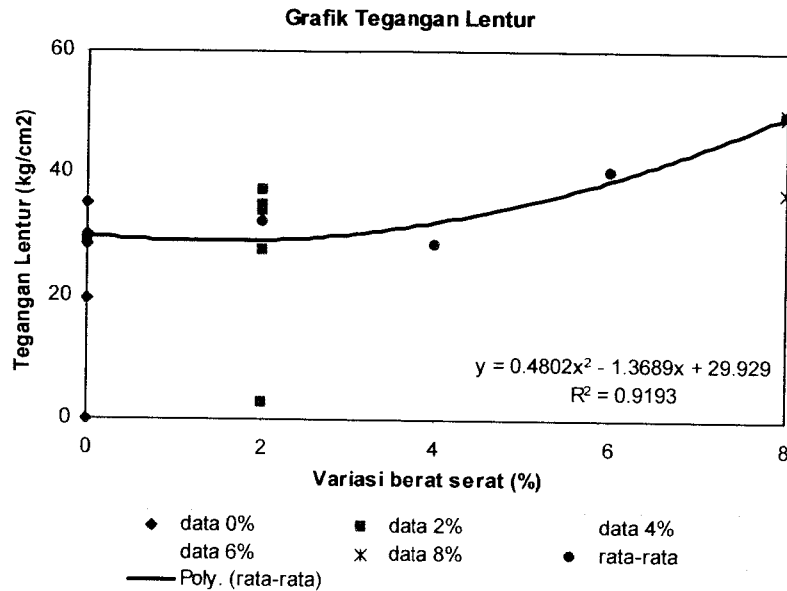
**Gambar 5.1** Data sebaran hubungan antara variasi berat serat dengan nilai slump.





### 5.5 Hasil Uji Lentur Dinding Panel

Hasil uji lentur berupa data gaya tegak lurus bidang dinding panel dan defleksi pada tiga titik terpilih untuk semua benda uji lentur.



Gambar 5.4 Data sebaran hubungan antara variasi berat serat dengan tegangan lentur

### 5.6 Pembahasan

Hasil penelitian dengan menggunakan kawat bendrat sebagai serat dengan panjang serat 7cm dengan variasi berat serat 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% didapat bahwa terjadi peningkatan tegangan desak dan tegangan lentur dinding panel sesuai dengan peningkatan volume serat bendrat. Sedangkan *workability* menurun sejalan peningkatan volume serat bendrat.

*Workability* yang diukur berdasarkan nilai slump seperti ditunjukkan Tabel 5.2, dipengaruhi oleh volume serat pada mortar. Penambahan volume serat menurunkan nilai slump, persentase penurunan nilai slump mortar bendrat dengan volume serat 8% lebih besar dari variasi lain untuk panjang serat yang sama. Hal ini disebabkan sebagian kecil serat mulai menggumpal yang berakibat adukan mortar sulit dikerjakan. Sehingga kami melakukan pengadukan secara manual untuk mengurangi *balling effect*.

**Tabel 5.2** Nilai slump

No	Volume	Serat Bendrat 7 cm	
	Serat	Nilai Slump	
	%	Sampel	
		cm	% Perubahan
1	0	7	-
2	2	4	42,86
3	4	2,5	64,29
4	6	2	71,43
5	8	2	71,43

Akibat adanya serat bendrat pada mortar menyebabkan mortar terkekang, sehingga tegangan desak akan meningkat. Hal ini dapat dilihat pada kurva polynomial rata-rata yang menunjukkan hubungan yang kuat terhadap peningkatan besar tegangan desak maupun lentur. Penambahan persentase serat cenderung meningkatkan tegangan desak dan lentur maksimum yang mampu ditahan oleh panel. Penambahan porsi serat pada panel kemungkinan menyebabkan bertambah sinerginya serat dan spesi yang berakibat pada peningkatan kapasitas tegangan desak dan lentur maksimum. Pada pengujian dengan volume serat 4% terjadi penurunan kekuatan dikarenakan profil benda uji yang rusak. Peningkatan tegangan dipengaruhi oleh besarnya pengekangan yang diakibatkan oleh volume serat, serat yang lebih banyak memberikan pengekangan sedikit lebih baik seperti pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3** Tegangan panel bendrat

No	Volume	Serat Bendrat 7 cm		Serat Bendrat 7 cm	
	Serat	Tegangan Desak		Tegangan Lentur	
	%	Sampel Desak		Sampel Lentur	
		kg/cm <sup>2</sup>	% Perubahan	kg/cm <sup>2</sup>	% Perubahan
1	0	75,618	-	28,93	-
2	2	108,246	43,15	32,29	11,61
3	4	94,756	25,31	28,6	-1,14
4	6	108,532	43,53	40,54	40,13
5	8	286,23	278,52	49,53	71,21

Saat pelaksanaan pengujian, pada dinding panel tanpa serat setelah terjadi retak pertama, maka dinding panel langsung runtuh. Pada beton serat dengan volume serat maksimum, setelah terjadi retak pertama beton serat masih dapat menerima beban yang lebih besar dari beban sebelumnya walaupun jumlah retak bertambah. Hal ini karena tersedianya serat yang cukup banyak. Sedang pada dinding panel dengan campuran berat serat 2%, 4%, 6% dan 8% tidak mengalami keruntuhan karena lekatan serat dengan campuran mortar sangat baik.

**Tabel 5.4** Berat volume

No	Volume	Serat Bendrat 7 cm		Serat Bendrat 7 cm	
	Serat	Berat Volume		Berat Volume	
	%	Sampel Desak		Sampel Lentur	
		ton/m <sup>3</sup>	% Perubahan	ton/m <sup>3</sup>	% Perubahan
1	0	2,2	-	2,19	-
2	2	2,19	-0,45	2,1	-4,11
3	4	2,27	3,18	2,119	-3,24
4	6	2,33	5,91	2,194	0,18
5	8	2,33	5,91	2,235	2,05

Penambahan berat serat bendrat tidak diikuti oleh peningkatan berat volume sampel desak maupun lentur. Karena berat volume dinding panel tidak sama, pada Tabel 5.4 diatas menunjukkan perubahan dikarenakan ketebalan dinding panel yang tidak sama yang merupakan akibat dari pembuatan sampel yang kurang teliti.

Sifat kombinasi desak dan lentur panel secara umum menyimpulkan bahwa peningkatan serat bendrat dapat menghasilkan panel yang berkinerja baik adalah 2% dengan panjang 7 cm. Hal ini disebabkan *workability* yang tinggi, sehingga pengerjaan yang relatif mudah.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan akhir dari penelitian dan pengolahan data yang dilakukan sebagaimana telah dibahas dalam Bab V. Disamping itu, bab ini berisi saran-saran yang terkait dengan penelitian.

#### 6.1. Kesimpulan

Pada pembahasan mengenai hasil penelitian yang telah diuraikan pada Bab V, maka dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab tujuan-tujuan penelitian sebagai berikut ini.

1. Peningkatan persentase berat serat bendrat akan meningkatkan berat volume panel desak.
2. Peningkatan persentase berat serat bendrat akan menurunkan *workability* panel. *Workability* sangat dipengaruhi oleh nilai slump. Persentase peningkatan perubahan nilai slump dengan volume serat 8% dan 6% lebih besar dari volume serat 2% dan 4%.
3. Sifat desak panel secara umum menunjukkan bahwa peningkatan persentase berat serat akan menambah tegangan desak maksimum rata-rata yang terjadi pada variasi 8 %.
4. Sifat lentur panel mengindikasikan bahwa peningkatan persentase berat bendrat akan meningkatkan tegangan lentur panel dengan nilai maksimum rata-rata sebesar 49,53 kg/cm<sup>2</sup>.
5. Sifat kombinasi desak dan lentur panel secara umum menyimpulkan bahwa peningkatan persentase berat serat dapat menghasilkan panel yang berkinerja baik adalah 2% dengan panjang 7 cm.
6. Peningkatan persentase berat serat akan menyebabkan penggumpalan (*balling effect*).

## 6.2. Saran - saran

Saran-saran berikut ini adalah hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan.

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dicarikan alat uji yang dapat memudahkan perletakan sampel dikarenakan kesulitan peletakan untuk mempertemukan as sampel dengan as alat uji, sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama untuk men-*setting* sampel dan perlu adanya alat.
2. Pemotongan bendrat yang lebih baik untuk dapat memotong kawat menjadi ukuran yang diinginkan .
3. Mesin molen yang dipakai dalam penelitian harus dibersihkan, karena terdapat sisa – sisa campuran beton yang telah mengeras di dalam molen sehingga campuran banyak yang tertinggal di dalam molen. Hal ini dapat diatasi dengan penambahan SF ( *Safety Factor* ).
4. Terjadi peristiwa *balling effect* untuk sampel dengan ukuran panjang serat bendrat  $\geq 7$  cm, apabila pengadukan di lakukan di dalam molen. Sehingga, untuk mengatasinya pencampuran serat bendrat bisa dilakukan di luar molen.
5. Alat uji kuat desak harus dipasang secara teliti agar sentris dengan sampel, mungkin tidak bisa sentris terhadap mesin uji. Bila tidak sentris maka dukungan juga bergeser. Sampel harus bisa berdiri tegak sebelum dilakukan pengujian desak.

6. Sebelum penelitian ini dilanjutkan perlu dicarikan solusi untuk segala jenis permasalahan yang peneliti temukan selama melakukan penelitian.
7. Perlu diadakan penelitian lanjutan yaitu pengujian geser.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aboe, A. Kadir, (2004), **Pengaruh Kawat Bindrat Lurus Terhadap Kuat Tarik, Kuat Lentur dan Kuat Tekan Beton Serat**, Jurnal Teknisia Volume IX Nomor 2 Agustus 2004, Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, Jakarta.
- Adenan, A. (2000), **Teknologi Tepat Guna untuk Dinding Tahan Gempa**, Seminar Nasional Gempa Banggai dan Pelajaran yang Diperoleh, FTSP dan LP UII Yogyakarta, Mei 2000.
- ASTM . (1992), **Manual Book of ASTM Standars**, Section Contruction, Volume 04.05, Philadelphia, USA.
- CEEDEDS (2004), **Sosialisasi Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa (Manual BRTSTG)**, Proyek Kerjasama CEEDEDS UII dan Pemerintah Jepang.
- CEEDEDS (1999-2005), **“Important Document”**, Buku-buku arsip hasil Rekonaisans (Investigasi Langsung ke Lapangan) ke wilayah-wilayah kerusakan gempa dan diskusinya yang dikumpulkan oleh CEEDEDS, LP, dan FTSP UII
- Dipohusudo. I, (1994), **Struktur Beton Bertulang**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1989), **SPEKIFIKASI BAHAN BANGUNAN BAGIAN A (Bahan Bangunan Bukan Logam)**, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

# **L a m p i r a n**

**1**



### KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	AMRIH TRI UTAMI	01 511 112	Teknik Sipil
2.	SHERLY MARTHA YANTI	01 511 258	Teknik Sipil

#### JUDUL TUGAS AKHIR

Karakteristik Dinding Partisi Menggunakan Variasi Persentasi Berat Dengan Panjang Kawat 7 Cm

PERIODE KE : I ( Sep 05 - Peb 06 )

TAHUN : 2005 - 2006

Sampai akhir Pebruari 2006

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

Dosen Pembimbing I : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D

Dosen Pembimbing II : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D



Jogjakarta , 6-Oct-05.  
 a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

#### Catatan :

Seminar : 5 Des 2005

Sidang : 10 & 12 Mei 2006

Pendadaran : 26 Juni 2006



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI**  
**TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE : I ( Sep 05 - Feb 06 )

TAHUN : 2005 - 2006

**Sampai akhir Pebruari 2006**

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	AMRIH TRI UTAMI	01 511 112	Teknik Sipil
2.	SHERLY MARTHA YANTI	01 511 258	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Karakteristik Dinding Partisi Menggunakan Variasi Persentasi Berat Dengan Panjang Kawat 7 Cm

Dosen Pembimbing I : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D

Dosen Pembimbing II : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D



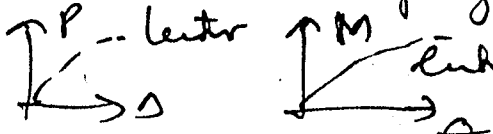

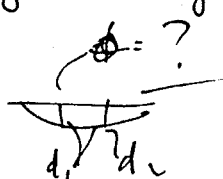



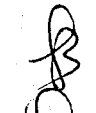



Jogjakarta ,6-Oct-05  
a.n. Dekan

Mr.H.Munadhir, MS

**Catatan** :

Seminar : 5 Des 2005  
Sidang : 10 dan 12 Mei 2006  
Pendadaran : 26 Juni 2006

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
	13/10/2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• membeli ppt petunjuk. Perbaiki agar disempulakan; Temi: baru supaya disempulakan</li> </ul> 	
	21/11/2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaikan dibantu mahasiswa, agar selengkap dpt diunduh untuk laptop.</li> <li>• membeli ppt petunjuk, warna: <math>d_1, d_2</math></li> </ul> 	
	29/11/2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagram berisikan proposal</li> </ul>	
	05/12/2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Referensi Terkait harus ditambah</li> <li>• Lanjutkan ke Lab (masuk Lab)</li> </ul>	
	20/03/2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tambahkan lampiran dan perbaiki tabel</li> <li>• Lampiran diberi nomor dan diacu.</li> </ul>	
	03/04/2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gambar diperbaiki dan diunduh</li> </ul>	
	19/05/2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rumusan masalah, tujuan, dan kesimpulan belum sinkron.</li> <li>• Kata kunci</li> </ul>	
	23/05/2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suplemen pedadara</li> </ul>	

# **L a m p i r a n**

## **II**



### HASIL UJI KADAR LUMPUR DALAM PASIR

Tanggal Pengujian : 15-10-2005

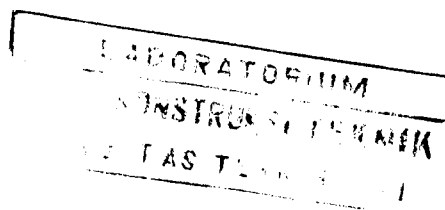
No		Sampel I	Sampel II	Sampel III
1.	Berat Pasir (gram)	100	100	100
2.	Berat Cawan (gram)	159	102,5	162,5
3.	Berat Pasir + Cawan (sebelum dioven) = Bo (gram)	259	202,5	262,5
4.	Berat Pasir + Cawan (setelah dioven) = B (gram)	248,5	195,5	253
5.	Kadar Lumpur  $= \frac{Bo - B}{Bo} \times 100$ %	$= \frac{259 - 248,5}{259} \times 100\%$ = 4,05 %	$= \frac{202,5 - 195,5}{202,5} \times 100\%$ = 3,46 %	$= \frac{262,5 - 253}{262,5} \times 100\%$ = 3,62 %

**KETERANGAN**

.....  
 .....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal



# KEBUTUHAN MATERIAL DINDING PARTISI DENGAN SERAT BENDRAT

"Research Grand"

Desak 0% (5 sampel)			
> Semen	=	14.7	Kg
> Pasir	=	73.3	Kg
> Air	=	12.1	Kg
> Bendrat	=	0.0	Kg

Lentur 0% (5 sampel)			
> Semen	=	15.2	Kg
> Pasir	=	76.2	Kg
> Air	=	12.6	Kg
> Bendrat	=	0.0	Kg

Desak 2% (5 sampel)*			
> Semen	=	14.6	Kg
> Pasir	=	72.9	Kg
> Air	=	12.0	Kg
> Bendrat	=	2.0	Kg

Lentur 2% (5 sampel)*			
> Semen	=	15.2	Kg
> Pasir	=	75.8	Kg
> Air	=	12.5	Kg
> Bendrat	=	2.1	Kg

Desak 4% (5 sampel)*			
> Semen	=	14.6	Kg
> Pasir	=	72.9	Kg
> Air	=	12.0	Kg
> Bendrat	=	4.0	Kg

Lentur 4% (5 sampel)*			
> Semen	=	15.2	Kg
> Pasir	=	75.8	Kg
> Air	=	12.5	Kg
> Bendrat	=	4.2	Kg

Desak 6% (5 sampel)*			
> Semen	=	14.6	Kg
> Pasir	=	72.9	Kg
> Air	=	12.0	Kg
> Bendrat	=	6.0	Kg

Lentur 6% (5 sampel)*			
> Semen	=	15.2	Kg
> Pasir	=	75.8	Kg
> Air	=	12.5	Kg
> Bendrat	=	6.3	Kg

Desak 8% (5 sampel)*			
> Semen	=	14.6	Kg
> Pasir	=	72.9	Kg
> Air	=	12.0	Kg
> Bendrat	=	8.0	Kg

Desak 8% (5 sampel)*			
> Semen	=	15.2	Kg
> Pasir	=	75.8	Kg
> Air	=	12.5	Kg
> Bendrat	=	8.4	Kg

Ket. : \* Berlaku untuk semua panjang bendrat (1cm, 4cm, 7cm, 10cm)  
dan sudah termasuk Safety Faktor (SF = 20%)

LABORATORIUM  
RESEARCH & INNOVATION  
TEKNIK  
KONSTRUKSI TEKNIK  
SIPIL DAN TEKNIK  
SIPIL

by msr





**DIMENSI BENDA UJI LENTUR**


No.	Nama Sample	$p$ (cm)	$l$ (cm)	$t$ (cm)	vol (cm <sup>3</sup> )	berat (kg)	BV (ton/m <sup>3</sup> )
1	L 00 00 01	52	50	3.1425	8170.5	18	2.20
2	L 00 00 02	52	50	3.156	8205.6	17.5	2.13
3	L 00 00 03	52	50	3.18	8268	19	2.30
4	L 00 00 04	52	50	3.09	8034	17.4	2.17
5	L 00 00 05	52	50	3.155	8203	17.8	2.17
	<b>Rerata =</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.1447</b>	<b>8176.22</b>	<b>17.940</b>	<b>2.19</b>
6	L 02 07 01	52	50	3.15	8190	17.1	2.09
7	L 02 07 02	52	50	3.30	8567	18	2.10
8	L 02 07 03	52	50	3.28	8534.5	19.9	2.33
9	L 02 07 04	52	50	3.43	8908.64	20	2.25
10	L 02 07 05	52	50	3.23	8388.25	18.5	2.21
	<b>Rerata =</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.27603</b>	<b>8517.678</b>	<b>18.700</b>	<b>2.19</b>
11	L 04 07 01	52	50	3.585	9321	19.5	2.09
12	L 04 07 02	52	50	3.4	8840	19.1	2.16
13	L 04 07 03	52	50	3.315	8619	17.4	2.02
14	L 04 07 04	52	50	3.28	8528	18.3	2.15
15	L 04 07 05	52	50	3.53	9178	20	2.18
	<b>Rerata =</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.422</b>	<b>8897.2</b>	<b>18.860</b>	<b>2.12</b>
16	L 06 07 01	52	50	3.1575	8209.5	18.1	2.20
17	L 06 07 02	52	50	3.175	8255	18.2	2.20
18	L 06 07 03	52	50	3.2075	8339.5	18.5	2.22
19	L 06 07 04	52	50	3.2425	8430.5	18.5	2.19
20	L 06 07 05	52	50	3.26	8476	18.2	2.15
	<b>Rerata =</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.2085</b>	<b>8342.1</b>	<b>18.300</b>	<b>2.19</b>
21	L 08 07 01	52	50	3.21875	8368.75	18.8	2.25
22	L 08 07 02	52	50	3.24	8424	19.4	2.30
23	L 08 07 03	52	50	3.3	8580	18	2.10
24	L 08 07 04	52	50	3.34	8684	20.6	2.37
25	L 08 07 05	52	50	3.16	8216	17.7	2.15
	<b>Rerata =</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.25175</b>	<b>8454.55</b>	<b>18.900</b>	<b>2.23</b>



**KETERANGAN**

.....  
.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



**PENGUJIAN DESAK**


Tanggal Pembuatan : 21 - 11 - 2005

D 00 00 01		D 00 00 02		D 00 00 03		D 00 00 04		D 00 00 05	
Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	35	500	115	500	5	500	-1	500	717
1000	50	1000	210	1000	9	1000	15	1000	718
1500	58	1500	250	1500	13	1500	25	1500	720
2000	63	2000	365	2000	19	2000	20	2000	723
2500	68	2500	430	2500	17	2500	35	2500	725
3000	75	3000	520	3000	18	3000	35	3000	728
3500	80	3500	545	3500	18	3500	35	3500	730
4000	82	4000	595	4000	18	4000	33	4000	736
4500	84	4500	620	4500	14	4500	31	4500	738
5000	85	5000	649	5000	11	5000	30	5000	756
5500	86	5500	650	5500	11	5500	29	5500	760
6000	87	6000	695	6000	10	6000	28	6000	770
6500	88	6500	730	6500	7	6500	27	6500	780
7000	91	7000	760	7000	5	7000	25	7000	895
7500	93	7500	776	7500	3	7500	24	7500	910
8000	94	8000	776	8000	0	8000	123	8000	930
8500	95	8500	776	8500	3	8500	123	8500	952
9000	96	9650	776	9000	5	9000	123	9000	1105
9500	98			9500	8	9500	123		
10000	100			10000	10	10000	125		
10500	101			10500	14	10500	125		
11000	103			11000	20	11000	159		
11500	106			11500	30	11500	159		
12000	110					12000	172		
12500	115					12500	185		
13000	118					13000	280		
13500	122					13200	296		
14000	128								
14500	132								
15100	142								

**KETERANGAN**

.....  
 .....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**



**PENGUJIAN DESAK**

Tanggal Pembuatan : 24 - 11 - 2005

D 02 07 01		D 02 07 02		D 02 07 03		D 02 07 04		D 02 07 05	
Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	0	500	202	500	69	500	34	500	12
1000	5	1000	221	1000	87	1000	39	1000	21
1500	16.5	1500	239	1500	102	1500	42	1500	22
2000	24	2000	250	2000	107	2000	45	2000	23
2500	30	2500	258	2500	111	2500	47	2500	26
3000	35.5	3000	265	3000	116	3000	51	3000	31
3500	42	3500	271	3500	121	3500	55	3500	34
4000	50	4000	274	4000	124	4000	56	4000	38
4500	54	4500	279	4500	127.5	4500	60	4500	41
5000	61	5000	283	5000	131	5000	64	5000	44
5500	68	5500	287	5500	135	5500	68	5500	47
6000	72	6000	291	6000	138.5	6000	71	6000	50
6500	75	6500	293	6500	141	6500	72	6500	52
7000	83	7000	297	7000	145	7000	77	7000	56
7500	85	7500	302	7500	149	7500	80	7500	59
8000	89	8000	305.5	8000	156	8000	84	8000	63
8500	93	8500	309	8500	162	8500	87	8500	65
9000	96	9000	313	9000	167	9000	90	9000	67.5
9500	99	9500	317	9500	172	9500	93	9500	71
10000	103	10000	321	10000	176.5	10000	96	10000	74
10500	105	10500	325	10500	181	10500	99	10500	76
11000	109	11000	329	11000	186	11000	104	11000	78
11500	111.5	11500	333	11500	191	11500	107	11500	81.5
12000	115.5	12000	337	12000	196.5	12000	111.5	12000	85
12500	118	12500	341	12500	200.5	12500	115	12500	87
13000	124	13000	345	13000	206	13000	118	13000	90
13500	125.5	13500	349	13500	214	13500	123	13500	92.5
14000	130.5	14000	355	14000	221	14000	127	14000	95
14500	134	14500	361	14500	230	14500	131.5	14500	99.5
15000	137	15000	367	15000	235.5	15000	136	15000	102
15500	142	15500	372	15500	242	15500	142	15500	104
15900	148	16000	380	16000	250	16000	150	16000	108.5
		16500	385	16500	258	16500	159	16500	111.5
		17000	392	17000	262	17000	162	17000	115
		17500	398	17500	268.5	17000	198	17500	118.5
		18000	405.5	18000	276			18000	124.5
		18500	416	18200	292			18500	127.5
		19000	432	17500	319			19000	132
		19050	451	17000	325			19500	142
		19050	508	16500	334			19550	156

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

L.II.7



**PENGUJIAN DESAK**

Tanggal Pembuatan : 23-11-2005

D 04 07 01		D 04 07 02		D 04 07 03		D 04 07 04		D 04 07 05	
Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	40	500	0	500	45	500	88	500	27
1000	70	1000	1	1000	57	1000	110	1000	65
1500	90	1500	9	1500	66	1500	128	1500	95
2000	105	2000	16	2000	71	2000	138	2000	124
2500	130	2500	22	2500	77	2500	148	2500	141
3000	135	3000	28	3000	81	3000	158	3000	154
3500	148	3500	34	3500	84	3500	168	3500	167
4000	155	4000	39	4000	87	4000	175	4000	181
4500	162	4500	47	4500	90	4500	184	4500	193
5000	167	5000	55	5000	92	5000	190	5000	203
5500	176	5500	65	5500	95	5500	198	5500	210
6000	184	6000	71	6000	99	6000	205	6000	217
6500	191	6500	78	6500	102	6500	214	6500	225
7000	200	7000	83	7000	106	7000	225	7000	231
7500	208	7500	86	7500	110	7500	239	7500	240
8000	216	8000	90	8000	112	8000	260	8000	250
8500	228	8500	98	8500	114	8500	276	8500	259
9000	237	9000	102	9000	115	9000	288	9000	268
9500	244	9500	106	9500	118	9500	295	9500	278
10000	250	10000	110	10000	120	10000	301	10000	295
10500	257	10500	115	10500	122	10500	307	10150	338
11000	263	11000	121	11000	125	11000	324	10000	350
11500	271	11500	126	11500	128	11500	330	9500	389
12000	280	12000	134	12000	130	12000	340	9000	402
12500	290	12500	141	12500	135	12500	350	9000	473
13000	305	13000	148	13000	138	13000	360	9500	505
13150	327	13500	156	13500	140	13500	384		
13000	338	14000	164	14000	141	13200	420		
13000	440	14500	178	14500	146	13000	447		
		15000	218	15000	149	12500	490		
		15050	266	15500	152	12000	532		
		15500	286	16000	156	11500	573		
		16000	301	16500	160	11000	608		
		16500	341	16800	166	10500	636		
		16500	381	17000	170	10000	656		
		16200	408	17400	174				
		16200	478	17500	176				
		16000	552	17600	177				
		15500	585	18000	180				
		15000	607	18500	183				
		14500	630	19000	187				
		14000	666	19500	194				
		13800	680	19650	196				



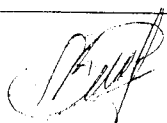
20000	201
20500	204
21000	207
21500	211
21700	215
21500	219
22000	225
22500	235

o

KETERANGAN

.....  
.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UTI



**PENGUJIAN DESAK**

Tanggal Pembuatan : 25-11-2005

D 06 07 01		D 06 07 02		D 06 07 03		D 06 07 04		D 06 07 05	
Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	68	500	82	500	5	500	40	500	176
1000	96	1000	104	1000	7	1000	64	1000	226
1500	108	1500	117	1500	11	1500	75	1500	241
2000	116	2000	127	2000	14.5	2000	82	2000	247
2500	126	2500	136	2500	17	2500	89	2500	249
3000	136	3000	146	3000	19	3000	96	3000	252
3500	140	3500	156	3500	22	3500	104	3500	254.5
4000	144	4000	165.5	4000	25	4000	111	4000	256
4500	152	4500	174	4500	27.5	4500	118	4500	257
5000	161	5000	181	5000	29	5000	125	5000	258
5500	167	5500	188	5500	31	5500	132	5500	258.5
6000	172	6000	196	6000	35	6000	138	6000	260
6500	177	6500	205	6500	37	6500	144	6500	261
7000	183	7000	215	7000	40	7000	147	7000	263
7500	188	7500	224	7500	43	7500	152	7500	265
8000	193	8000	232	8000	46	8000	155.5	8000	267
8500	199	8500	243	8500	49	8500	161	8500	269
9000	205	9000	252	9000	52	9000	167	9000	271
9500	212	9500	262	9500	54	9500	174	9500	273
10000	218	10000	272	10000	58	10000	182	10000	275.5
10500	224	10500	284	10500	61	10500	189	10500	278
11000	229	11000	295	11000	63	11000	196	11000	290
11500	236	11500	304	11500	66	11500	205	11500	283
12000	239.5	12000	313	12000	69.5	12000	218	12000	285.5
12500	244	12500	321	12500	72	12500	227	12500	287
13000	248	13000	328	13000	75	13000	244	13000	290
13500	253	13500	335	13500	78	13500	262	13500	292
14000	261	14000	344	14000	81	14000	288	14000	294
14400	274	14500	353	14500	84	14500	301	14500	297
		15000	364	15000	86.5	15000	312	15000	300
		15200	378	15500	89.5	15500	324	15500	303
		14500	382	16000	93	16000	338	16000	306
				16500	97	16500	355	16500	309.5
				17000	100	16500	389	17000	312.5
				17500	102.5			17500	315.5
				18000	106			18000	319
				18500	110			18500	323
				19000	114			19000	327
				19500	117.5			19500	332
								20000	336
								20500	340



### PENGUJIAN DESAK

Tanggal Pembuatan : 23-11-2005.

D 08 07 01		D 08 07 02		D 08 07 03		D 08 07 04		D 08 07 05	
Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)	Beban	Dial x 10 <sup>-3</sup> (cm)
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
500	2	500	98	500	94	500	42	500	38
1000	5	1000	120	1000	105	1000	53	1000	63
1500	10	1500	129	1500	111	1500	62	1500	77
2000	15	2000	135	2000	115	2000	67	2000	86
2500	17	2500	140	2500	118	2500	70	2500	93
3000	22	3000	160	3000	121	3000	74	3000	101
3500	25	3500	168	3500	122	3500	77	3500	106
4000	30	4000	170	4000	123	4000	79.5	4000	111
4500	33	4500	178	4500	126.5	4500	83.5	4500	115
5000	37	5000	183	5000	128	5000	87	5000	119
5500	42	5500	188	5500	131.5	5500	91	5500	121.5
6000	45	6000	192	6000	134	6000	95.5	6000	123.5
6500	50	6500	195	6500	137	6500	99	6500	125.5
7000	55	7000	200	7000	140	7000	104	7000	127
7500	58	7500	202	7500	142.5	7500	108	7500	129.5
8000	62	8000	206	8000	146	8000	112.5	8000	133.5
8500	65	8500	210	8500	148	8500	116	8500	135
9000	70	9000	212	9000	151	9000	121	9000	137.5
9500	74	9500	214	9500	153.5	9500	125.5	9500	139
10000	77	10000	216	10000	156	10000	130	10000	141
10500	80	10500	218	10500	159	10500	134	10500	144
11000	81	11000	221	11000	162	11000	137.5	11000	146
11500	85	11500	225	11500	166	11500	142	11500	148
12000	91	12000	229	12000	169.5	12000	148	12000	153
12500	95	12500	232.5	12500	173	12500	152	12500	156.5
13000	98	13000	235	13000	176	13000	159	13000	160
13500	104	13500	235	13500	178.5	13500	163	13500	164
14000	107	14000	237.5	14000	184.5	14000	169.5	14000	168.5
14500	111.5	14500	239	14500	187	14500	175	14500	177
15000	117	15000	240	15000	191.5	15000	182	14600	179
15500	121	15500	240	15500	193	15500	205	15000	181.5
16000	133	16000	244	16000	197	16000	217	15500	184
16500	136	16500	245	16500	202.5	16500	253	16000	186
17000	148	17000	246	17000	204.5	17000	273	16500	190
17350	210	17500	248	17500	209	17500	286	17000	204
		18000	253	18000	213.5	18000	298	17100	238
		18500	254.5	18500	216	18500	305		
		19000	254.5	19000	218	19000	342		
		19500	255	19500	222	18800	408		
		20000	257	20000	226				
		20500	258.5	20500	231				
		21000	258.5	21000	244				





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
Jalan Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) – 895042, 895707 Yogyakarta

21500	285.5	21500	253.5
22000	285.5	22000	262.5
22500	285.5	22500	269
23000	285.5	23000	272
23500	260	23250	284
24000	262		
24500	268		
24950	290		

KETERANGAN

.....  
.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
PERENCANAAN DAN  
KONSTRUKSI BANGUNAN



**PENGUJIAN LENTUR**

Tanggal Pembuatan: 21-11-2005

Nama Sampel: L 00 00 01

Beban	Pembacaan		
	Dial 1 (cm) x $10^{-3}$	Dial 2 (cm) x $10^{-3}$	Dial 3 (cm) x $10^{-3}$
0	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
50	2	0.00	1.00
75	11	0.00	8.00
100	20	0.00	16.00
125	27	0.00	20.00
150	32	0.00	27.00
175	36	0.00	35.00
200	40	0.00	40.00
225	46	0.00	46.00
250	54	0.00	50.00
275	59	0.00	56.00
300	64	0.00	60.00
347.5	71	0.00	66.00

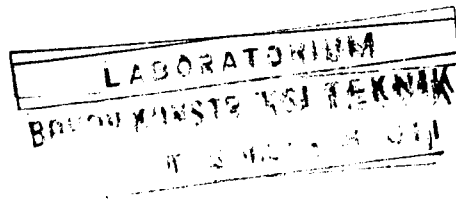
Nama Sampel: L 00 00 02

Beban	Pembacaan		
	Dial 1 (cm) x $10^{-3}$	Dial 2 (cm) x $10^{-3}$	Dial 3 (cm) x $10^{-3}$
0	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
50	2	0.00	1.00
75	9	5.00	7.00
100	16	13.00	14.00
125	23	19.00	20.00
150	28	26.00	28.00
175	37	34.00	35.00
200	44	42.00	44.00
225	52	49.00	49.00
250	59	57.00	49.00
262.5	67	65.00	58.00

**KETERANGAN**

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal





**PENGUJIAN LENTUR**

Tanggal Pembuatan: 21-11-2005

Nama Sampel: L 00 00 03

Beban	Pembacaan		
	Dial 1 (cm) x $10^3$	Dial 2 (cm) x $10^3$	Dial 3 (cm) x $10^3$
0	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
50	5	3.00	3.00
75	12	10.00	9.00
100	22	29.00	15.00
125	32	41.00	23.00
150	43	54.00	31.00
175	53	63.00	35.00
197.5	54	67.00	39.00

Nama Sampel: L 00 00 04


Beban	Pembacaan		
	Dial 1 (cm) x $10^3$	Dial 2 (cm) x $10^3$	Dial 3 (cm) x $10^3$
0	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
50	0	1.00	5.00
75	0	1.00	8.00
100	0	1.00	13.00
125	0	1.00	19.00
150	0	1.00	24.00
175	5	1.00	30.00
200	12	15.00	37.00
225	20	20.00	43.00
250	26	27.00	48.00
275	35	34.00	55.00
300	45	44.00	65.00

Nama Sampel: L 00 00 05

Beban	Pembacaan		
	Dial 1 (cm) x $10^3$	Dial 2 (cm) x $10^3$	Dial 3 (cm) x $10^3$
0	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
50	2	1.00	2.00
75	9	7.00	4.00
100	12	14.00	12.00
125	19	20.00	18.00
150	24	28.00	25.00
175	31	34.00	32.00
200	37	40.00	39.00
225	44	49.00	45.00
250	51	56.00	53.00
275	62	64.00	59.00
300	73	74.00	69.00

KETERANGAN

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		

**LABORATORIUM**  
**BAHAN KONSTRUKSI**  
**FAKULTAS TEKNIK**

L.II.15



**PENGUJIAN LENTUR**

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 02 07 01

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	6	0	7
75	18	0	21
100	28	8	30
125	38	18	40
150	49	31	55
178	57	41	66
200	66	50	77
225	77	64	92
250	88	75	104
272.5	311	266	242
267.5	513	409	343
267.5	743	570	448
267.5	896	679	524
267.5	1130	852	639
267.5	1438	1069	785
260	1521	1155	
252.5	1643	1234	
252.5	1870	1386	
250	1970	1482	

Nama Sampel: L 02 07 02

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	5	6	0
75	13	15	10
100	21	25	21
125	26	33	30
150	35	45	44
175	42	54	54
200	50	62	63
225	62	70	72
250	68	78	80
275	77	87	89
300	88	97	99
302.5	109	107	108
300	118	112	114
275	235	173	123
250	368	228	194
235	554	340	277
225	678	500	389
222.5	786	633	467
222.5	897	718	530
222.5	1085	808	596
222.5	1272	943	705
222.5	1426	1147	811
222.5	1518	1285	902
222.5	1715	1463	1013
210	1822	1582	1071

**KETERANGAN**

.....  
.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

**LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII**



**PENGUJIAN LENTUR**

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 02 07 03

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	0	6
75	10	4	20
100	18	9	30
125	22	12	36
150	27	21	41
175	31	26	49
200	36	33	55
225	42	36	62
250	47	42	69
275	50	52	73
300	56	58	79
325	60	64	84
350	66	70	90
375	74	79	99
375	110	94	134
155	213	155	218
155	370	260	354
155	548	501	498
155	728	656	648
155	933	797	830
155	1101	925	974
155	1183	1039	1037
155		1172	
155		1222	

Nama Sampel: L 02 07 04

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	0	0	4
75	5	4	8
100	9	9	14
125	14	12	19
150	20	21	24
175	24	26	28
200	30	33	33
225	35	36	38
250	40	42	44
275	45	52	47
300	48	58	54
325	53	64	58
350	58	70	63
375	68	79	68
400	120	94	88
210	205	155	123
207.5	384	260	202
200	484	501	282
190	728	656	381
185	906	797	460
175	1115	925	552
172.5	1258	1039	623
167.5		1172	718
167.5		1222	749

**KETERANGAN**

.....  
.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

**LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII**



**PENGUJIAN LENTUR**

Tanggal Pembuatan:

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 02 07 05

Nama Sampel: L 04 07 01

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	1	0	0
75	8	0	2
100	12	0	8
125	18	7	14
150	23	14	18
175	27	17	22
200	32	21	27
225	37	26	33
250	43	31	37
275	47	37	41
300	52	43	46
325	56	47	50
350	60	50	56
375	65	52	60
387.5	75	59	74
325	100	70	90
300	110	98	97
275	138	107	118
262.5	207	207	173
262.5	318	329	258
262.5	425	469	349
250	498	542	395
205	693	698	505
205	930	910	649
205	1057	1030	733
202.5	1205	1168	822
200	1240	1174	
197.5	1308	1237	

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	1	1	1
75	3	3	5
100	6	3	8
125	10	10	12
150	14	18	17
175	18	23	20
200	21	27	24
225	24	31	33
250	29	36	38
275	32	40	42
300	35	49	46
325	38	53	52
350	42	59	58
380	48	69	70
350	54	95	109
325	75	229	238
310	168	638	508
300	463	791	641
297.5	549	917	770
297.5	637	1175	
290	796	1462	
290	1015	1608	
290	1202		

KETERANGAN

.....  
.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN



### PENGUJIAN LENTUR

Tanggal Pembuatan:

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 04 07 02

Nama Sampel: L 04 07 03

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	1	0	1
75	4	0	7
100	10	0	13
125	13	9	18
150	19	14	28
175	24	20	33
200	32	28	43
225	41	38	53
250	52	46	61
275	66	62	78
290	95	95	123
275	115	125	160
250	119	131	178
242.5	206	235	315
235	303	393	553
235	372	540	723
235	441	650	897
235	516	696	951
230	633	827	
225	697	964	
222.5	810	1162	
220	912	1229	

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	10	0	1
75	20	1	7
100	29	10	14
125	38	17	21
150	48	26	28
175	55	32	34
200	62	39	40
225	69	46	47
250	81	58	55
270	102	78	75
250	166	138	111
235	376	320	232
235	585	505	360
235	808	695	503
235	1031	895	638
235	1338	1182	824
235	1502	1322	915
235	1635	1445	998
235	1678	1462	1012

**KETERANGAN**

.....  
.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

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



### PENGUJIAN LENTUR

Tanggal Pembuatan:

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 04 07 04

Nama Sampel: L 04 07 05

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	0	2
75	7	2	8
100	14	6	15
125	21	12	20
150	27	19	27
175	33	28	34
200	40	33	41
225	46	44	48
250	54	53	55
275	63	61	61
300	72	70	70
315	95	88	84
300	120	96	96
250	191	158	141
237.5	455	368	278
237.5	640	424	369
237	818	562	467
225	927	650	540
220	1133	860	680
212.5	1346	1021	786
202.5	1472	1048	860
200	1508	1075	
195	1595	1138	

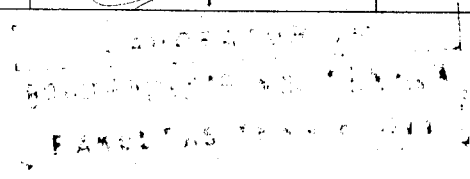
BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	4	0	2
75	13	0	6
100	24	0	12
125	34	0	19
150	43	6	25
175	53	12	30
200	60	19	36
225	68	26	41
250	76	33	47
275	86	41	54
300	94	50	60
325	104	60	67
350	120	76	80
375	158	115	112
400	324	292	253
425	446	427	366
430	522	521	446
425	617	657	561
422.5	690	760	645
415	905	1045	892
407	1038	1200	1015
407	1149	1372	
407	1241	1480	

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal







**PENGUJIAN LENTUR**

Tanggal Pembuatan:

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 06 07 01

Nama Sampel: L 06 07 02

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	0	2	3
75	0	12	10
100	0	23	23
125	0	36	35
150	6	49	50
175	18	59	58
200	24	68	68
225	40	79	80
250	52	95	97
275	116	186	200
300	210	321	390
325	239	353	438
350	268	391	482
375	344	485	588
380	376	526	638
377.5	433	603	748
377.5	486	664	835
377.5	521	712	908
375	530	736	
365	568	817	
365	634	904	
365	708	996	
365	837	1170	
350	897	1258	
347.5	1005	1428	
335	1070	1504	
325	1128	1589	
315	1208	1689	
305	1230	1719	
300	1326		
290	1214		

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	6	8	5
75	16	15	16
100	26	23	24
125	38	31	30
150	50	40	46
175	59	48	54
200	66	54	61
225	76	63	72
250	84	69	79
275	93	77	88
300	103	87	99
325	114	98	111
350	139	125	142
375	204	197	215
400	252	263	267
425	420	475	445
427.5	559	654	589
425	932	1110	927
420	1065	1411	
402.5	1205	1616	
402.5	1325	1768	
400	1558		
387.5	1656		

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

**LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII**

L.II.21



**PENGUJIAN LENTUR**

Tanggal Pembuatan:

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 06 07 03

Nama Sampel: L 06 07 04

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	0	4	4
75	8	8	12
100	16	14	19
125	20	19	24
150	26	26	31
175	32	32	37
200	38	37	42
225	42	42	48
250	46	47	54
275	52	54	61
300	58	60	67
325	68	69	77
350	83	80	89
375	111	104	112
392.5	259	250	203
400	490	440	345
407.5	682	605	460
407.5	904	810	579
407.5	1058	943	682
405	1309	1114	
400	1354	1149	
400	1458	1215	
385	1640	1376	
385	1830	1540	
375	1890	1582	
365	1922	1620	
350		1724	

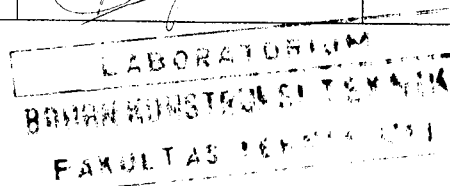
BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	6	0	2
75	10	2	7
100	15	8	12
125	20	13	18
150	26	21	24
175	31	28	28
200	36	33	33
225	43	39	38
250	47	43	42
275	54	50	47
300	61	56	54
325	69	64	62
350	82	76	74
375	107	99	100
400	136	125	127
425	184	176	185
435	262	309	314
435	339	404	452
435	467	585	678
435	518	646	766
435	629	804	
435	760	1007	
450	875	1158	
457.5	1016	1360	
457.5	1177	1600	
450	1213	1658	
445	1256	1730	
437.5	1448		
437.5	1525		

**KETERANGAN**

.....  
 .....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal





**PENGUJIAN LENTUR**

Tanggal Pembuatan:

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 06 07 05

Nama Sampel: L 08 07 01


BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	11	8	4
75	24	17	12
100	38	26	21
125	50	35	30
150	63	45	41
175	75	54	49
200	86	62	57
225	100	71	68
250	114	89	79
275	128	100	90
300	144	120	104
325	158	135	117
350	176	151	132
375	211	181	161
400	336	290	249
415	475	431	373
400	541	523	474
400	632	657	610
400	765	867	807
400	829	933	895
390	1015	1190	
387.5	1155	1420	
385	1295	1615	
385	1440	1826	
385	1510	1914	
375	1598		
365	1700		

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	0	0
75	8	2	2
100	14	6	6
125	20	11	11
150	27	17	17
175	35	26	26
200	44	33	33
225	54	42	42
250	63	51	51
275	72	60	60
300	80	67	67
325	93	76	76
350	106	89	89
375	120	98	98
400	140	114	114
425	161	132	132
450	192	154	154
475	238	194	194
500	314	257	257
517.5	540	507	507
500	799	831	831
495	913	1012	1012
475	1170	1520	1520
465	1248	1614	1614
460	1388	1819	1819

**KETERANGAN**

.....  
.....

.....  
Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK



### PENGUJIAN LENTUR

Tanggal Pembuatan:

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 08 07 02

Nama Sampel: L 08 07 03

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	14	1
75	12	25	12
100	24	38	29
125	33	48	38
150	44	60	44
175	53	71	58
200	60	82	71
225	69	92	86
250	80	103	102
275	89	112	113
300	98	125	125
325	109	140	137
350	123	155	152
375	136	169	169
400	154	191	189
425	169	207	207
450	189	225	226
475	222	255	254
500	278	320	300
517.5	480	522	456
517.5	655	715	592
515	855	935	753
502.5	1085	1185	920
502.5	1364	1517	
502.5	1535	1703	

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	5	6	3
75	8	11	6
100	12	26	10
125	18	34	17
150	24	40	22
175	28	45	28
200	33	49	32
225	38	53	36
250	44	57	42
275	48	61	48
300	59	71	61
325	77	84	76
350	113	119	109
375	154	177	154
400	246	316	258
405	468	618	502
405	560	764	616
400	606	822	670
395	730	980	815
387.5	805	1018	865
382.5	910	1239	
375	945	1415	
350	1065	1672	
345	1160	1776	
335	1225		
327.5	1550		
327.5	1575		

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

**LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII**

### PENGUJIAN LENTUR

Tanggal Pembuatan:

Tanggal Pembuatan:

Nama Sampel: L 08 07 04

Nama Sampel: L 08 07 05

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-3</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	6	0	2
75	12	5	6
100	18	10	11
125	25	14	15
150	30	18	19
175	34	22	22
200	39	25	26
225	43	30	31
250	50	35	36
275	54	38	40
300	60	42	47
325	65	45	52
350	70	50	55
375	75	53	60
400	83	58	67
425	90	63	72
450	98	70	79
475	109	80	88
500	118	88	97
525	132	97	107
550	146	110	119
575	164	123	123
600	180	138	147
625	211	175	172
650	262	227	220
675	329	307	304
685	460	495	508
682.5	698	660	782
672.5	730	662	848
660	851	750	
650	898	910	
640	939	985	
625	1051	1133	
617.5	1164	1172	
615	1246	1370	
610	1300	1500	
602.5	1330	1588	

BEBAN	Pembacaan		
	DIAL 1 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 2 x10 <sup>-3</sup> cm	DIAL 3 x10 <sup>-2</sup> cm
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	4	2
75	10	12	10
100	27	27	23
125	36	36	31
150	47	49	41
175	53	56	48
200	62	66	57
225	70	76	64
250	79	84	71
275	88	93	80
300	100	106	90
325	111	118	103
350	125	129	114
375	144	147	130
400	167	167	155
425	189	186	178
450	222	218	210
475	274	269	266
497.5	361	364	363
500	448	506	
500	578	679	
490	721	909	
485	915	1206	
485	1163	1529	
485	1270	1689	




UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
Jalan Kaliurang Km 14,4 telp. (0274) – 895042, 895707 Yogyakarta

585	1394	1540	
575	1485		

KETERANGAN

.....  
.....

.....  
Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII

Data -- Data Pengukuran Sampel Desak

No	Kode Sampel	Slump		P (cm)	L (cm)	T (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Vol ( cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	BV x 10 <sup>-3</sup> (kg/cm <sup>3</sup> )
		Tanpa Serat (cm)	Dengan serat (cm)							
1	D 00 00 01	7.00	-	50	50	3.0925	154.63	7731.25	17.7	2.29
2	D 00 00 02	7.00	-	50	50	3.1060	155.3	7765	16.8	2.16
3	D 00 00 03	7.00	-	50	50	3.13	156.5	7825	16	2.04
4	D 00 00 04	7.00	-	50	50	3.04	152	7600	17.8	2.34
5	D 00 00 05	7.00	-	50	50	3.11	155.25	7762.5	16.6	2.14
	<b>Rerata</b>			<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3.0947</b>	<b>154.74</b>	<b>7736.75</b>	<b>16.980</b>	<b>2.20</b>
1	D 02 07 01	7.00	4.00	50	50	3.26	163	8150	17.5	2.15
2	D 02 07 02	7.00	4.00	50	50	3.29	164.5	8225	18.3	2.22
3	D 02 07 03	7.00	4.00	50	50	3.45	172.5	8625	18.3	2.12
4	D 02 07 04	7.00	4.00	50	50	3.24	162	8100	18	2.22
5	D 02 07 05	7.00	4.00	50	50	3.33	166.5	8325	18.8	2.26
	<b>Rerata</b>			<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3.314</b>	<b>165.7</b>	<b>8285</b>	<b>18.180</b>	<b>2.19</b>
1	D 04 07 01	7.00	2.50	50	50	3.13	156.67	7833.25	17.50	2.23
2	D 04 07 02	7.00	2.50	50	50	3.14	157	7850	17.10	2.18
3	D 04 07 03	7.00	2.50	50	50	3.28	164	8200	19.10	2.33
4	D 04 07 04	7.00	2.50	50	50	3.19	159.67	7983.25	18.70	2.34
5	D 04 07 05	7.00	2.50	50	50	3.22	161.13	8056.25	18.20	2.26
	<b>Rerata</b>			<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3.1938</b>	<b>159.69</b>	<b>7984.55</b>	<b>18.120</b>	<b>2.27</b>
1	D 06 07 01	7.00	2.00	50	50	3.0925	154.63	7731.25	17.7	2.29
2	D 06 07 02	7.00	2.00	50	50	3.2425	162.13	8106.25	19.3	2.38
3	D 06 07 03	7.00	2.00	50	50	3.245	162.25	8112.5	19.1	2.35
4	D 06 07 04	7.00	2.00	50	50	3.233	161.65	8082.5	18.8	2.33
5	D 06 07 05	7.00	2.00	50	50	3.325	166.25	8312.5	19.3	2.32
	<b>Rerata</b>			<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3.2276</b>	<b>161.38</b>	<b>8069</b>	<b>18.840</b>	<b>2.33</b>
1	D 08 07 01	7.00	2.00	50	50	3.1675	158.38	7918.75	18.6	2.35
2	D 08 07 02	7.00	2.00	50	50	3.18	159	7950	18.8	2.36
3	D 08 07 03	7.00	2.00	50	50	3.2225	161.13	8056.25	18.5	2.30
4	D 08 07 04	7.00	2.00	50	50	3.22	161	8050	19	2.36
5	D 08 07 05	7.00	2.00	50	50	3.315	165.75	8287.5	18.8	2.27
	<b>Rerata</b>			<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3.221</b>	<b>161.05</b>	<b>8052.5</b>	<b>18.740</b>	<b>2.33</b>

Diketahui :

$$\sigma_{\max} = 96,95 \text{ kg/cm}^2$$

$$0,4 \cdot \sigma_{\max} = \sigma_e = 38,78 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varepsilon_e = 0,822725 \times 10^{-3}$$

Penyelesaian :

$$E = \frac{\sigma_e}{\varepsilon_e} = \frac{38,78}{0,822725 \times 10^{-3}} = 47,13602 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$$

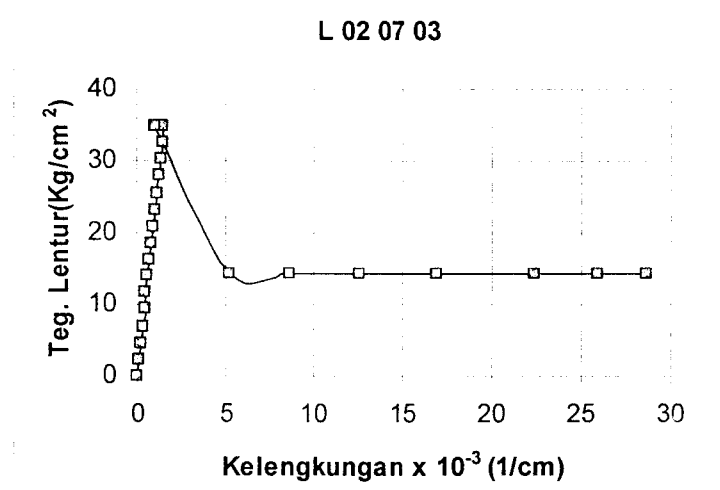
Besarnya energi total yang diserap adalah :

$$At_2 = \frac{(\sigma_2 + \sigma_1)}{2} \times (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) + A_1$$

$$At_2 = \frac{(96,95 + 94,51)}{2} \times (2,41 - 2,29) + 108,5506$$

$$= 120,03 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$$

- **Perhitungan Uji Lentur Panel**



Grafik Hubungan Tegangan-Kelengkungan





Diketahui :

$$P_{\max} = 375 \text{ kg}$$

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$h = 3.280 \text{ cm}$$

$$\Delta x \text{ (jarak antar dial)} = (1/3) \times (1/2) \times 50 \text{ cm} = 8.333 \text{ cm}$$

pembacaan dial saat maksimum :

$$\text{Dial 1} = y_1 = 155,35 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\text{Dial 2} = y_2 = 94,24 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\text{Dial 3} = y_3 = 125,53 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

penyelesaian :

#### a. Momen

$$M = 1/6 \cdot P L$$

$$M = 1/6 \times 375 \text{ kg} \times 50 \text{ cm} = 3125 \text{ kg.cm}$$

#### b. Tegangan

$$I_x = (1/12) \cdot b \cdot h^3$$

$$= (1/12) \times 50 \times 3,28^3 = 147,3679 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{lt} = \frac{M \cdot h/2}{I_x} = \frac{3125 \times 3,28/2}{147,3679} = 34,856 \text{ kg/cm}^2$$

#### c. Kelengkungan

$$\phi = \frac{(2 \cdot y_2 - (y_1 + y_3)/2)}{\Delta x^2}$$

$$= \frac{(2 \cdot 94,24 - (155,35 + 125,53)/2)}{8,333^2} = 0,980 \times 10^{-3} \cdot 1/\text{cm}$$

### Hasil Pengolahan Data Kuat Desak Panel

No	Sampel	Pmax (kg)	E x 10 <sup>3</sup> (kg/cm2)	At x 10 <sup>-3</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	σ (kg/cm2)
1	D 00 00 01	15100	41.846	129.74	97.66
2	D 00 00 02	8650	6.798	286.43	62.14
3	D 00 00 03	11150	37.974	71.35	73.48
4	D 00 00 04	13200	1.9552	456.52	86.84
5	D 00 00 05	8900	8.0692	355.62	57.97
	<b>Rata -rata</b>	<b>11400</b>	<b>19.328</b>	<b>259.93</b>	<b>75.618</b>
1	D 02 07 01	15900	41.507	119.84	97.55
2	D 02 07 02	19050	23.302	504.90	115.81
3	D 02 07 03	18200	21.238	373.29	105.51
4	D 02 07 04	17000	104.7792	259.35	104.94
5	D 02 07 05	19550	40.043267	220.24	117.42
	<b>Rata -rata</b>	<b>17940</b>	<b>46.174</b>	<b>295.52</b>	<b>108.246</b>
1	D 04 07 01	13150	21.531	405.44	83.94
2	D 04 07 02	16500	32.125	582.51	105.1
3	D 04 07 03	22500	45.805	286.85	137.2
4	D 04 07 04	13500	14.434633	655.03	84.55
5	D 04 07 05	10150	17.567967	380.79	62.99
	<b>Rata -rata</b>	<b>15160</b>	<b>26.293</b>	<b>462.13</b>	<b>94.756</b>
1	D 06 07 01	14400	34.428	150.06	93.13
2	D 06 07 02	15200	17.99	271.41	93.75
3	D 06 07 03	19500	52.499	148.03	120.18
4	D 06 07 04	16500	12.541733	496.69	102.07
5	D 06 07 05	22200	41.351867	364.96	133.53
	<b>Rata -rata</b>	<b>17560</b>	<b>31.762</b>	<b>286.23</b>	<b>108.532</b>
1	D 08 07 01	17350	42.078	330.61	109.55
2	D 08 07 02	24950	79.618	189.11	156.92
3	D 08 07 03	23250	50.185	330.93	144.3
4	D 08 07 04	19000	28.247333	652.61	118.01
5	D 08 07 05	17100	39.347	343.26	103.17
	<b>Rata -rata</b>	<b>20330</b>	<b>47.895</b>	<b>369.30</b>	<b>126.39</b>

Data – Data Pengukuran Sampel

No	Kode Sampel	Slump		P (cm)	L (cm)	T (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Vol (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	BV x 10 <sup>-3</sup> (kg/cm <sup>3</sup> )
		Tanpa Serat (cm)	Dengan Serat (cm)							
1	L 00 00 01	7.5	-	52	50	3.1425	157.125	8170.5	18	2.2
2	L 00 00 02	7.5	-	52	50	3.156	157.8	8205.6	17.5	2.13
3	L 00 00 03	7.5	-	52	50	3.18	159	8268	19	2.3
4	L 00 00 04	7.5	-	52	50	3.09	154.5	8034	17.4	2.17
5	L 00 00 05	7.5	-	52	50	3.155	157.75	8203	17.8	2.17
	<b>Rerata =</b>			<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.1447</b>	<b>157.235</b>	<b>8176.22</b>	<b>17.94</b>	<b>2.19</b>
6	L 02 07 01	7	5	52	50	3.15	157.5	8190	17.1	2.09
7	L 02 07 02	7	5	52	50	3.3	164.75	8567	18	2.1
8	L 02 07 03	7	5	52	50	3.28	164.125	8534.5	19.9	2.33
9	L 02 07 04	7	5	52	50	3.43	171.32	8908.64	20	2.25
10	L 02 07 05	7	5	52	50	3.23	161.3125	8388.25	18.5	2.21
	<b>Rerata =</b>			<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.27603</b>	<b>163.8015</b>	<b>8517.678</b>	<b>18.7</b>	<b>2.19</b>
11	L 04 07 01	7	2.5	52	50	3.585	179.25	9321	19.5	2.09
12	L 04 07 02	7	2.5	52	50	3.4	170	8840	19.1	2.16
13	L 04 07 03	7	2.5	52	50	3.315	165.75	8619	17.4	2.02
14	L 04 07 04	7	2.5	52	50	3.28	164	8528	18.3	2.145872
15	L 04 07 05	7	2.5	52	50	3.53	176.5	9178	20	2.179124
	<b>Rerata =</b>			<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.422</b>	<b>171.1</b>	<b>8897.2</b>	<b>18.86</b>	<b>2.119295</b>
16	L 06 07 01	7	2.5	52	50	3.1575	157.875	8209.5	18.1	2.204763
17	L 06 07 02	7	2.5	52	50	3.175	158.75	8255	18.2	2.204724
18	L 06 07 03	7	2.5	52	50	3.2075	160.375	8339.5	18.5	2.218358
19	L 06 07 04	7	2.5	52	50	3.2425	162.125	8430.5	18.5	2.194413
20	L 06 07 05	7	2.5	52	50	3.26	163	8476	18.2	2.147239
	<b>Rerata =</b>			<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.2085</b>	<b>160.425</b>	<b>8342.1</b>	<b>18.3</b>	<b>2.1939</b>
21	L 08 07 01	7	2	52	50	3.21875	160.9375	8368.75	18.8	2.246453
22	L 08 07 02	7	2	52	50	3.24	162	8424	19.4	2.302944
23	L 08 07 03	7	2	52	50	3.3	165	8580	18	2.097902
24	L 08 07 04	7	2	52	50	3.34	167	8684	20.6	2.372179
25	L 08 07 05	7	2	52	50	3.16	158	8216	17.7	2.154333
	<b>Rerata =</b>			<b>52</b>	<b>50</b>	<b>3.25175</b>	<b>162.5875</b>	<b>8454.55</b>	<b>18.9</b>	<b>2.234762</b>

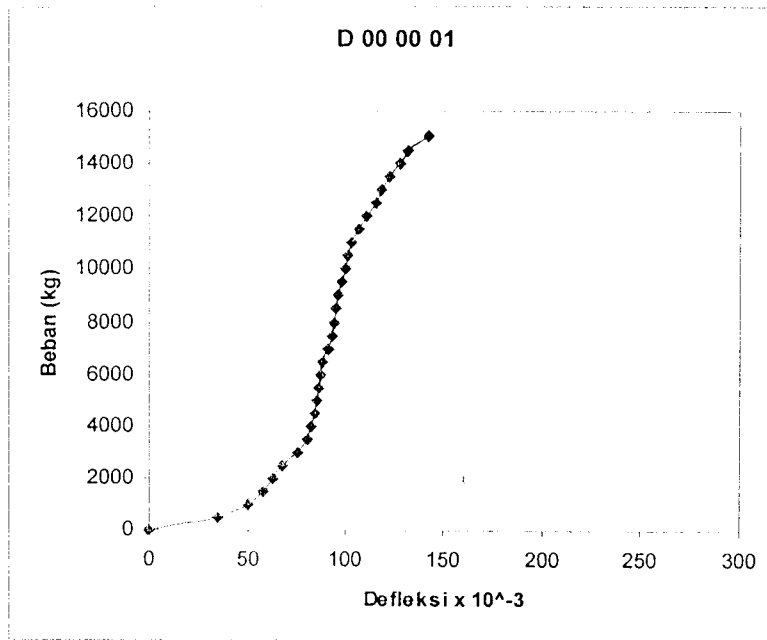
### Hasil Pengolahan Kuat Lentur Dinding Panel

No	Kode	Pmax	M max	Ix	$\sigma_{lt}$	Et	Ey	Rasio
	Sampel	(kg)	(1/6).P.L (kg.cm)	cm <sup>4</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	Et/Ey
1	L 00 00 01	347,5	2,895,833	1,293,048	35,19	0,011	0,011	1,000
2	L 00 00 02	282,5	2,354,167	1,309,784	28,36	0,013	0,013	1,000
3	L 00 00 03	197,5	1,645,833	1,339,893	19,53	0,018	0,018	1,000
4	L 00 00 04	300	2,500,000	1,229,318	31,42	0,021	0,021	1,000
5	L 00 00 05	300	2,500,000	1,308,540	30,14	0,025	0,025	1,000
	<b>Rerata</b>	<b>286</b>	<b>2,379,167</b>	<b>19,61</b>	<b>28,93</b>	<b>0,018</b>	<b>0,018</b>	<b>1,000</b>
1	L 02 07 01	272,5	2,270,833	1,302,328	27,46	0,2013	0,017	11,272
2	L 02 07 02	302,5	2,520,833	1,490,579	27,86	0,1726	0,018	9,443
3	L 02 07 03	375	3,125,000	1,473,679	34,80	0,1583	0,023	6,868
4	L 02 07 04	400	3,333,333	1,676,112	34,07	0,1506	0,027	5,411
5	L 02 07 05	387,5	3,229,167	1,399,210	37,23	0,2079	0,018	11,558
	<b>Rerata</b>	<b>348</b>	<b>2,895,833</b>	<b>16,84</b>	<b>32,29</b>	<b>0,1781</b>	<b>0,021</b>	<b>8,910</b>
1	L 04 07 01	380	3,166,667	1,919,801	29,57	0,1764	0,026	6,578
2	L 04 07 02	290	2,416,667	1,637,667	25,09	0,1660	0,028	5,878
3	L 04 07 03	270	2,250,000	1,517,887	24,57	0,1754	0,014	12,536
4	L 04 07 04	315	2,625,000	1,470,315	29,28	0,1761	0,033	5,287
5	L 04 07 05	430	3,583,333	1,832,791	34,51	0,1242	0,024	9,773
	<b>Rerata</b>	<b>337</b>	<b>2,808,333</b>	<b>167,57</b>	<b>28,60</b>	<b>0,1872</b>	<b>0,025</b>	<b>8,010</b>
1	L 06 07 01	380	3,166,667	1,311,653	38,12	0,1592	0,080	1,981
2	L 06 07 02	427,5	3,562,500	1,333,583	42,41	0,3346	0,0005	20,611
3	L 06 07 03	407,5	3,395,833	1,374,956	39,61	0,3105	0,0074	41,624
4	L 06 07 04	457,5	3,812,500	1,420,459	43,51	0,1682	0,1251	1,344
5	L 06 07 05	415	3,458,333	1,443,582	39,05	0,2521	0,0655	3,845
	<b>Rerata</b>	<b>418</b>	<b>3,479,167</b>	<b>137,68</b>	<b>40,54</b>	<b>0,2450</b>	<b>0,056</b>	<b>13,881</b>
1	L 08 07 01	517,5	4,312,500	1,389,474	49,95	0,3305	0,068	4,833
2	L 08 07 02	517,5	4,312,500	1,417,176	49,30	0,2944	0,1104	2,666
3	L 08 07 03	405	3,375,000	1,497,375	37,19	0,2807	0,0151	18,504
4	L 08 07 04	685	5,708,333	1,552,488	61,40	0,4647	0,0141	32,764
5	L 08 07 05	497,5	4,145,833	1,314,771	49,82	0,2015	0,052	3,871
	<b>Rerata</b>	<b>525</b>	<b>4,370,833</b>	<b>143,43</b>	<b>49,53</b>	<b>0,3144</b>	<b>0,052</b>	<b>12,528</b>

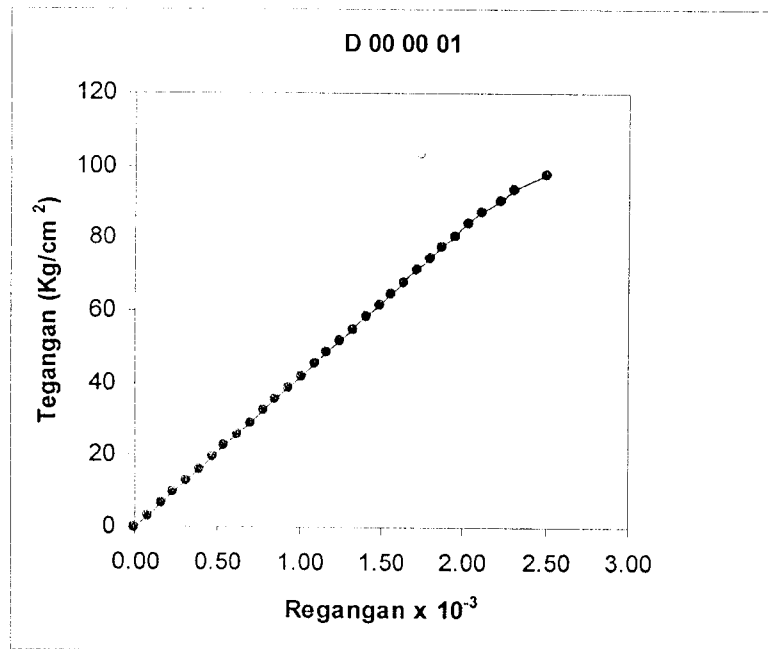
Tabel Kuat Desak D 00 00 01

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	35	3.90	3.23	0.08	0.1262
1000	50	7.80	6.47	0.16	0.5047
1500	58	11.71	9.70	0.23	1.1356
2000	63	15.61	12.93	0.31	2.0188
2500	68	19.51	16.17	0.39	3.1544
3000	75	23.41	19.40	0.47	4.5423
3500	80	27.31	22.64	0.55	6.1826
4000	82	31.22	25.87	0.62	8.0752
4500	84	35.12	29.10	0.70	10.2202
5000	85	39.02	32.34	0.78	12.6176
5500	86	42.92	35.57	0.86	15.2673
6000	87	46.82	38.80	0.94	18.1693
6500	88	50.73	42.04	1.01	21.3237
7000	91	54.63	45.27	1.09	24.7304
7500	93	58.53	48.50	1.17	28.3895
8000	94	62.43	51.74	1.25	32.3010
8500	95	66.33	54.97	1.33	36.4648
9000	96	70.24	58.21	1.40	40.8809
9500	98	74.14	61.44	1.48	45.5494
10000	100	78.04	64.67	1.56	50.4703
10500	101	81.94	67.91	1.64	55.6435
11000	103	85.84	71.14	1.72	61.0690
11500	106	89.75	74.37	1.79	66.7469
12000	110	93.65	77.61	1.87	72.6772
12500	115	97.55	80.84	1.95	78.8598
13000	118	101.45	84.07	2.03	85.2947
13500	122	105.35	87.31	2.11	91.9821
14000	128	111.26	90.54	2.23	102.4945
14500	132	115.26	93.78	2.31	109.8672
15100	142	125.26	97.66	2.51	109.8863

↑ dari mana



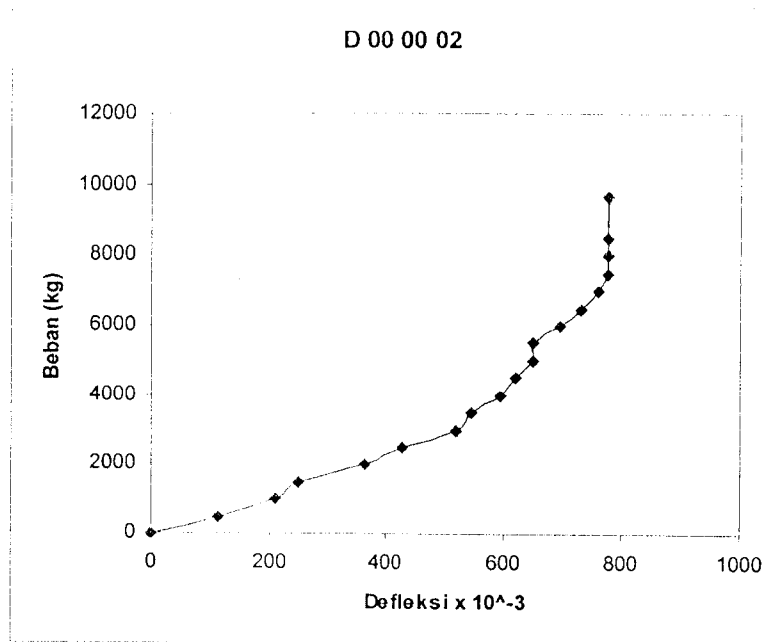
Gambar.1 Grafik Beban – Defleksi



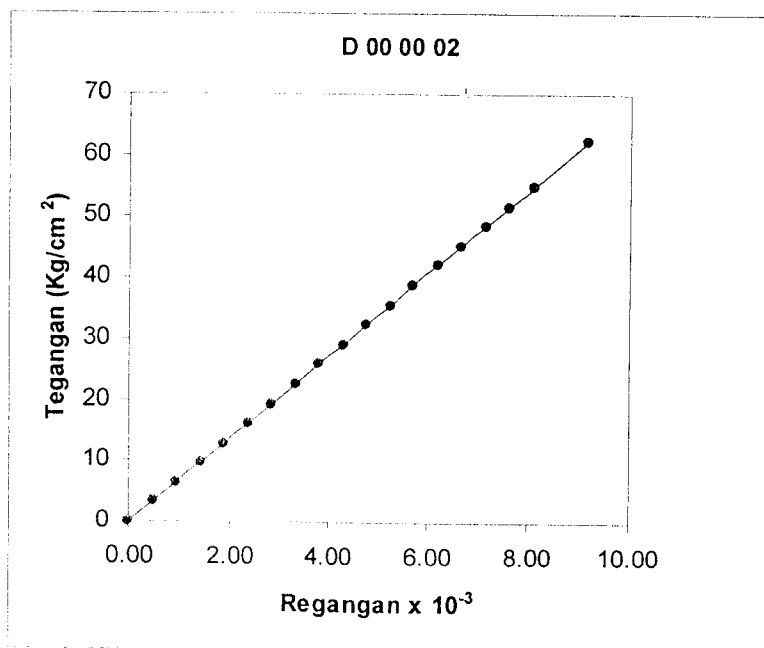
Gambar.2 Grafik Tegangan – Regangan

Tabel Kuat Desak D 00 00 02

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	115	23.78	3.23	0.48	0.7691
1000	210	47.57	6.47	0.95	3.0764
1500	250	71.35	9.70	1.43	6.9220
2000	365	95.14	12.93	1.90	12.3057
2500	430	118.92	16.17	2.38	19.2277
3000	520	142.71	19.40	2.85	27.6878
3500	545	166.49	22.64	3.33	37.6862
4000	595	190.28	25.87	3.81	49.2228
4500	620	214.06	29.10	4.28	62.2976
5000	649	237.85	32.34	4.76	76.9106
5500	650	261.63	35.57	5.23	93.0618
6000	695	285.42	38.80	5.71	110.7513
6500	730	309.20	42.04	6.18	129.9789
7000	760	332.98	45.27	6.66	150.7448
7500	776	356.77	48.50	7.14	173.0489
8000	776	380.55	51.74	7.61	196.8912
8500	776	404.34	54.97	8.09	222.2717
9650	776	459.04	62.41	9.18	286.4843



**Gambar.3 Grafik Beban – Defleksi**

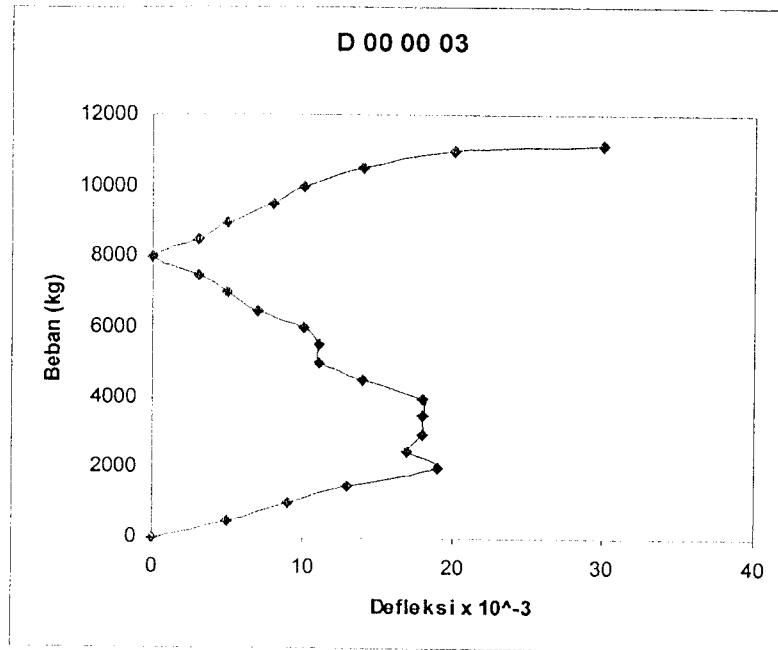


**Gambar.4 Grafik Tegangan – Regangan**

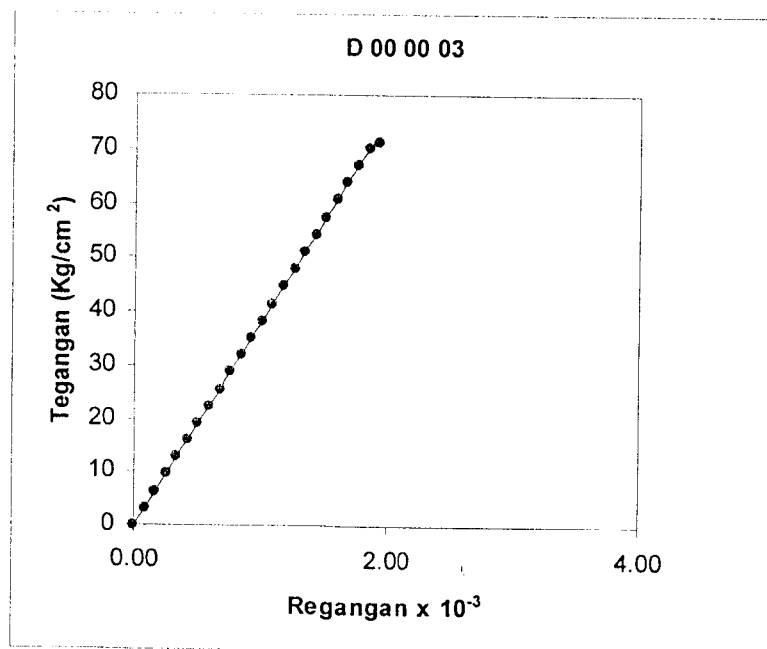


Tabel Kuat Desak D 00 00 03

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	5	4.21	3.19	0.08	0.1344
1000	9	8.41	6.39	0.17	0.5376
1500	13	12.62	9.58	0.25	1.2096
2000	19	16.83	12.78	0.34	2.1504
2500	17	21.03	15.97	0.42	3.3599
3000	18	25.24	19.17	0.50	4.8383
3500	18	29.45	22.36	0.59	6.5855
4000	18	33.65	25.56	0.67	8.6014
4500	14	37.86	28.75	0.76	10.8862
5000	11	42.07	31.95	0.84	13.4397
5500	11	46.27	35.14	0.93	16.2621
6000	10	50.48	38.34	1.01	19.3532
6500	7	54.69	41.53	1.09	22.7131
7000	5	58.89	44.73	1.18	26.3418
7500	3	63.10	47.92	1.26	30.2394
8000	0	67.31	51.12	1.35	34.4057
8500	3	71.51	54.31	1.43	38.8408
9000	5	75.72	57.51	1.51	43.5447
9500	8	79.93	60.70	1.60	48.5174
10000	10	84.13	63.90	1.68	53.7588
10500	14	88.34	67.09	1.77	59.2691
11000	20	92.55	70.29	1.85	65.0482
11150	30	96.75	71.25	1.94	71.0020



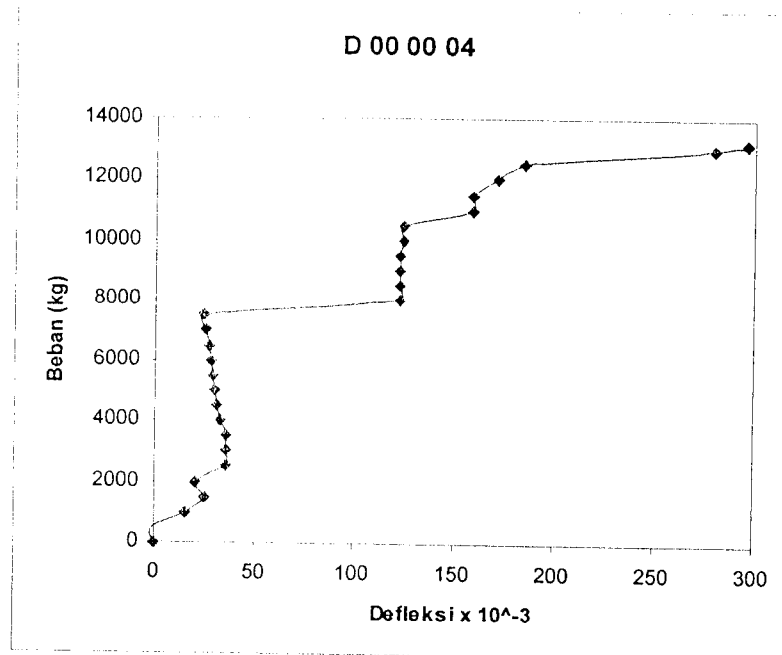
**Gambar.5 Grafik Beban – Defleksi**



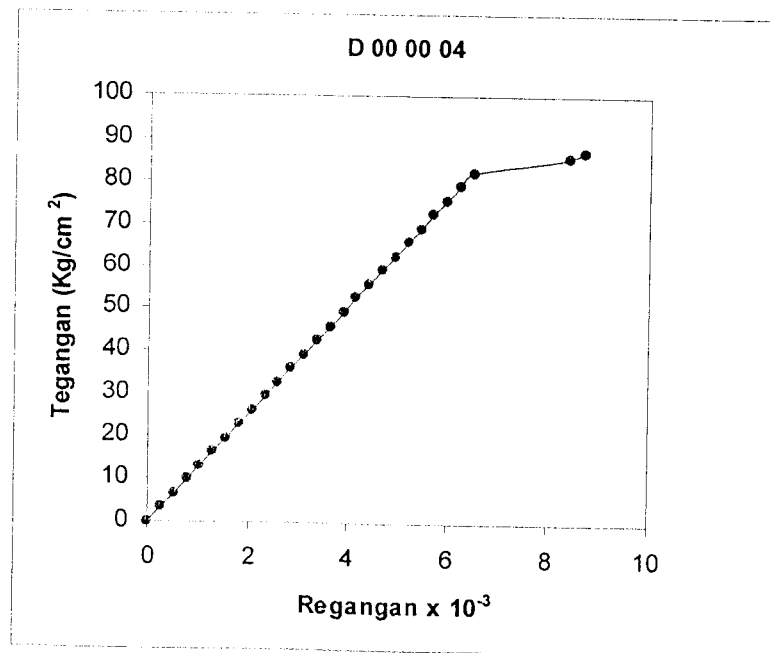
**Gambar.6 Grafik Tegangan – Regangan**

Tabel Kuat Desak D 00 00 04

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	-1	13.00	3.29	0.26	0.4276
1000	15	26.00	6.58	0.52	1.7105
1500	25	39.00	9.87	0.78	3.8486
2000	20	52.00	13.16	1.04	6.8420
2500	35	65.00	16.45	1.30	10.6907
3000	35	78.00	19.74	1.56	15.3946
3500	35	91.00	23.03	1.82	20.9537
4000	33	104.00	26.32	2.08	27.3681
4500	31	117.00	29.61	2.34	34.6377
5000	30	130.00	32.89	2.60	42.7626
5500	29	143.00	36.18	2.86	51.7428
6000	28	156.00	39.47	3.12	61.5782
6500	27	169.00	42.76	3.38	72.2689
7000	25	182.00	46.05	3.64	83.8148
7500	24	195.00	49.34	3.90	96.2160
8000	123	208.00	52.63	4.16	109.4724
8500	123	221.00	55.92	4.42	123.5840
9000	123	234.00	59.21	4.68	138.5510
9500	123	247.00	62.50	4.94	154.3731
10000	125	260.00	65.79	5.20	171.0506
10500	125	273.00	69.08	5.46	188.5833
11000	159	286.00	72.37	5.72	206.9712
11500	159	299.00	75.66	5.98	226.2144
12000	172	312.00	78.95	6.24	246.3128
12500	185	325.00	82.24	6.50	267.2665
13000	280	420.00	85.53	8.40	426.6446
13200	296	436.00	86.84	8.72	454.2235



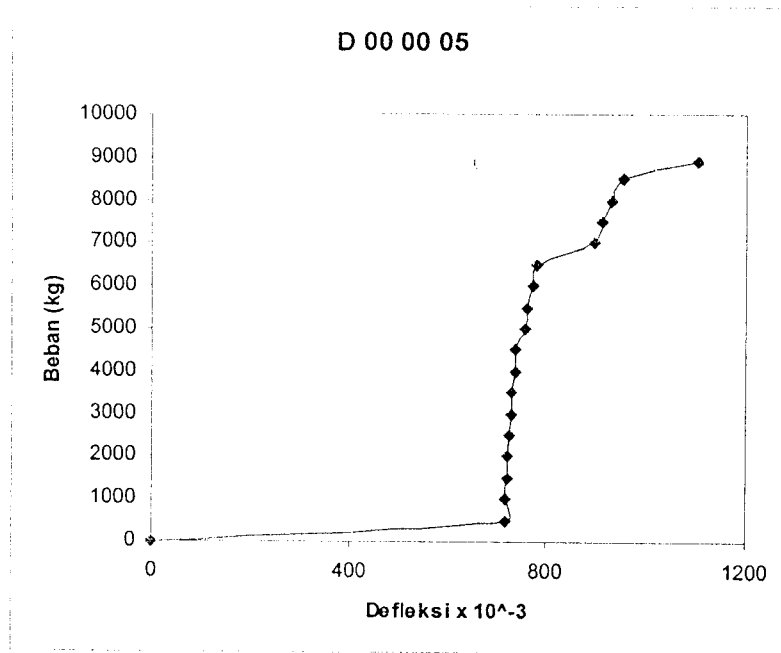
**Gambar.7 Grafik Beban – Defleksi**



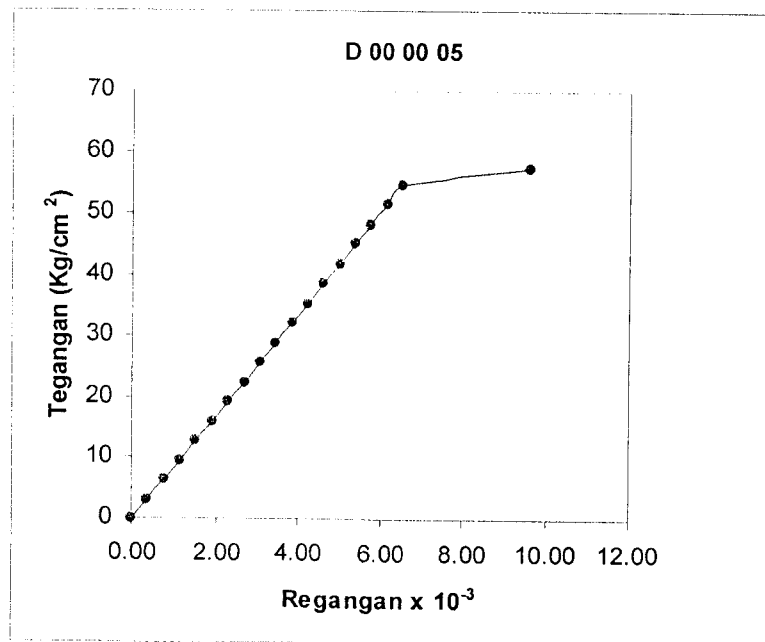
**Gambar.8 Grafik Tegangan – Regangan**

Tabel Kuat Desak D 00 00 05

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	717	19.23	3.22	0.38	0.6194
1000	718	38.47	6.44	0.77	2.4777
1500	720	57.70	9.66	1.15	5.5748
2000	723	76.93	12.88	1.54	9.9107
2500	725	96.16	16.10	1.92	15.4855
3000	728	115.40	19.32	2.31	22.2991
3500	730	134.63	22.54	2.69	30.3516
4000	736	153.86	25.76	3.08	39.6429
4500	738	173.10	28.99	3.46	50.1730
5000	756	192.33	32.21	3.85	61.9420
5500	760	211.56	35.43	4.23	74.9498
6000	770	230.80	38.65	4.62	89.1965
6500	780	250.03	41.87	5.00	104.6820
7000	895	269.26	45.09	5.39	121.4063
7500	910	288.49	48.31	5.77	139.3695
8000	930	307.73	51.53	6.15	158.5715
8500	952	326.96	54.75	6.54	179.0124
8900	1105	481.35	57.33	9.63	352.0488



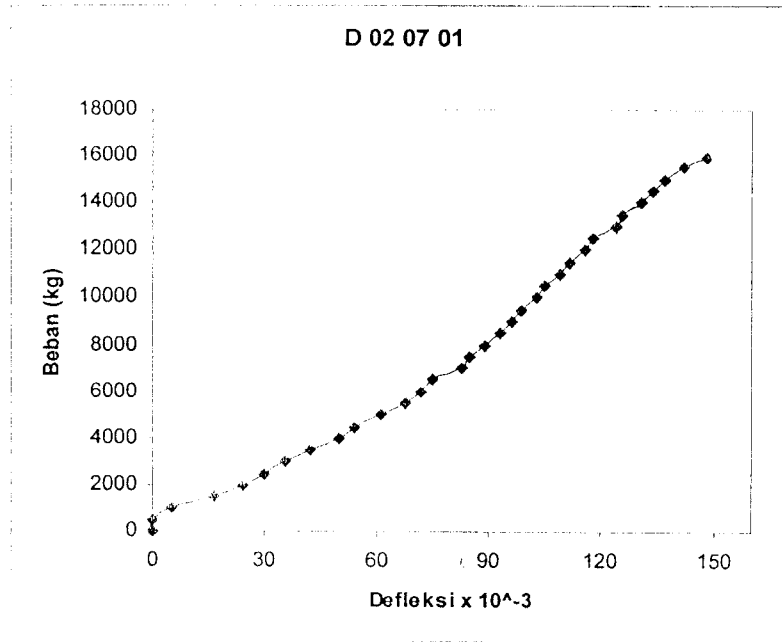
Gambar.9 Grafik Beban – Defleksi



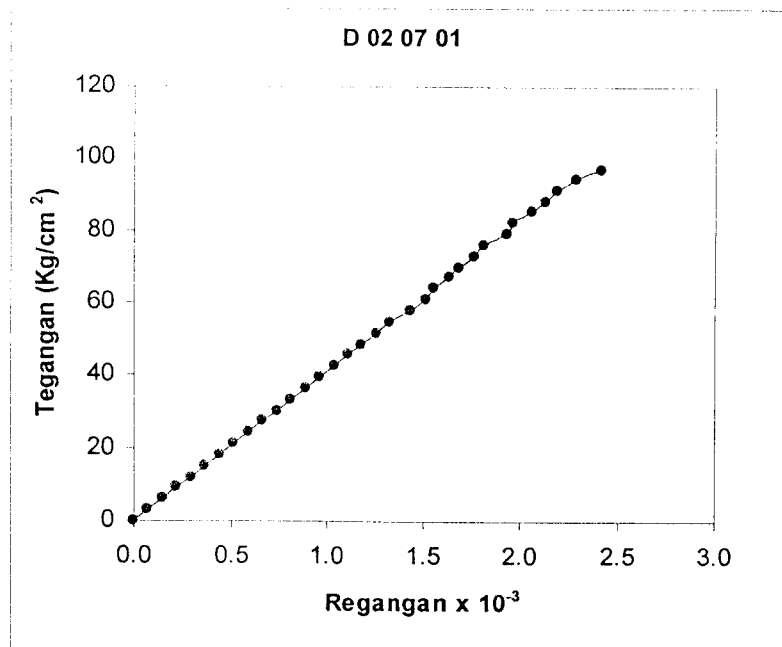
Gambar.10 Grafik Tegangan – Regangan

Tabel Kuat Desak D 02 07 01

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	0	3.70	3.05	0.07	0.1127
1000	5	7.39	6.10	0.15	0.4506
1500	16.5	11.09	9.15	0.22	1.0139
2000	24	14.78	12.20	0.30	1.8025
2500	30	18.48	15.24	0.37	2.8165
3000	35.5	22.17	18.29	0.44	4.0557
3500	42	25.87	21.34	0.52	5.5203
4000	50	29.56	24.39	0.59	7.2102
4500	54	33.26	27.44	0.67	9.1254
5000	61	36.95	30.49	0.74	11.2659
5500	68	40.65	33.54	0.81	13.6318
6000	72	44.34	36.59	0.89	16.2229
6500	75	48.04	39.63	0.96	19.0394
7000	83	51.73	42.68	1.03	22.0812
7500	85	55.43	45.73	1.11	25.3483
8000	89	59.12	48.78	1.18	28.8407
8500	93	62.82	51.83	1.26	32.5585
9000	96	66.51	54.88	1.33	36.5015
9500	99	71.60	57.93	1.43	42.2397
10000	103	75.60	60.98	1.51	46.9958
10500	105	77.60	64.02	1.55	49.4958
11000	109	81.60	67.07	1.63	54.7397
11500	111.5	84.10	70.12	1.68	58.1695
12000	115.5	88.10	73.17	1.76	63.9013
12500	118	90.60	76.22	1.81	67.6360
13000	124	96.60	79.27	1.93	76.9653
13500	125.5	98.10	82.32	1.96	79.3891
14000	130.5	103.10	85.37	2.06	87.7732
14500	134	106.60	88.41	2.13	93.8555
15000	137	109.6	91.46	2.19	99.2519
15500	142	114.60069	94.51	2.29	108.5506
15900	148	120.60069	96.95	2.41	120.0384



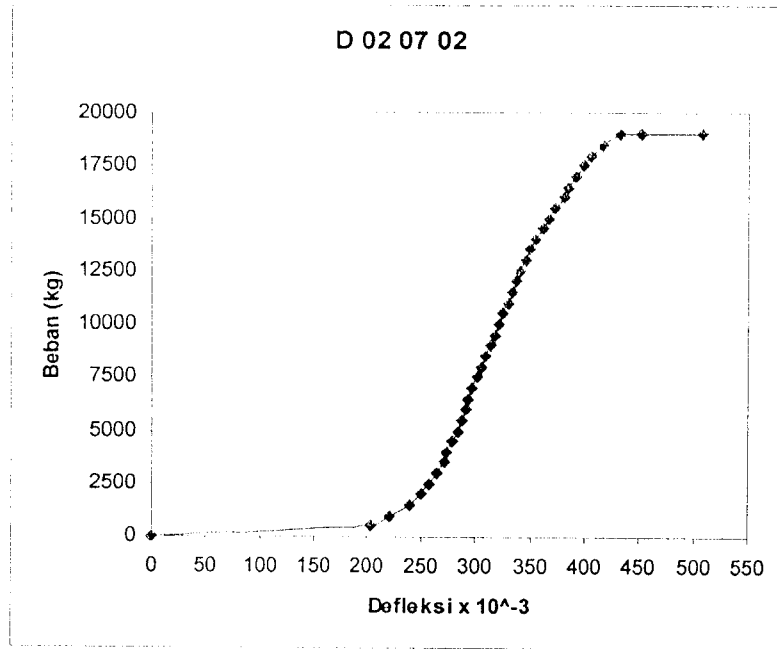
Gambar.11 Grafik Beban – Defleksi



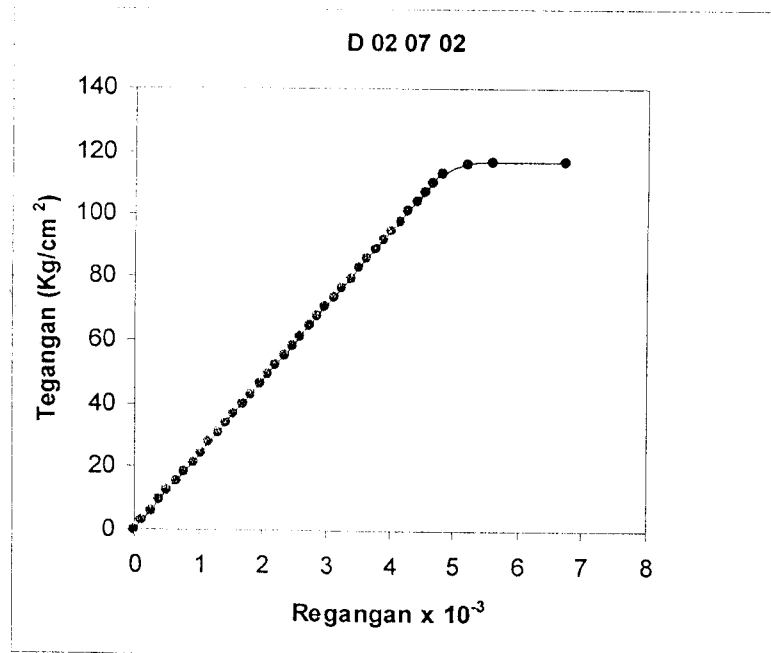
Gambar.12 Grafik Tegangan – Regangan



17000	392	220.89	104.29	4.42	230.3772
17500	398	227.39	107.36	4.55	244.1281
18000	405.5	233.88	110.43	4.68	258.2776
18500	416	240.38	113.50	4.81	272.8256
19000	432	259.847871	116.56	5.20	317.6102
19050	451	278.847871	116.87	5.58	361.9630
19050	508	335.847871	116.87	6.72	495.1961



Gambar.13 Grafik Beban – Defleksi

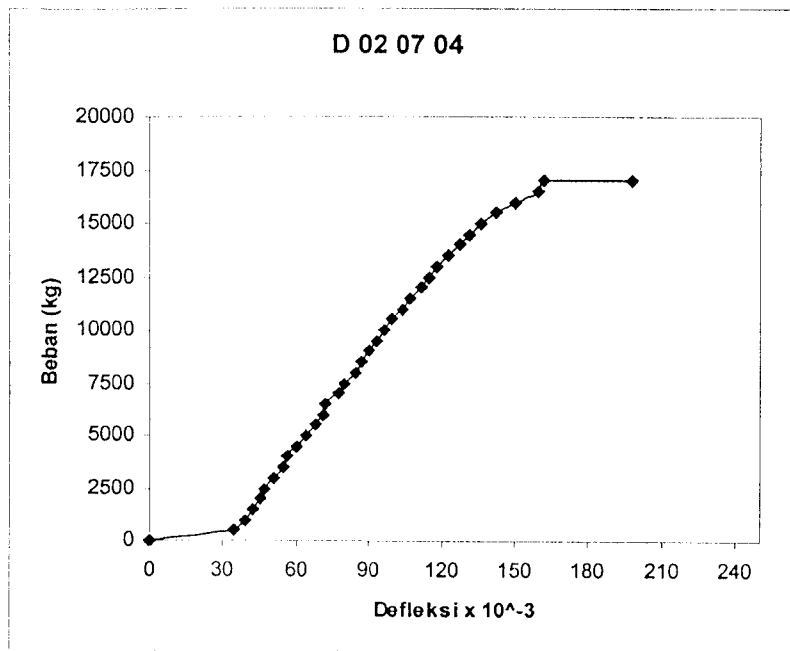


Gambar.14 Grafik Tegangan – Regangan

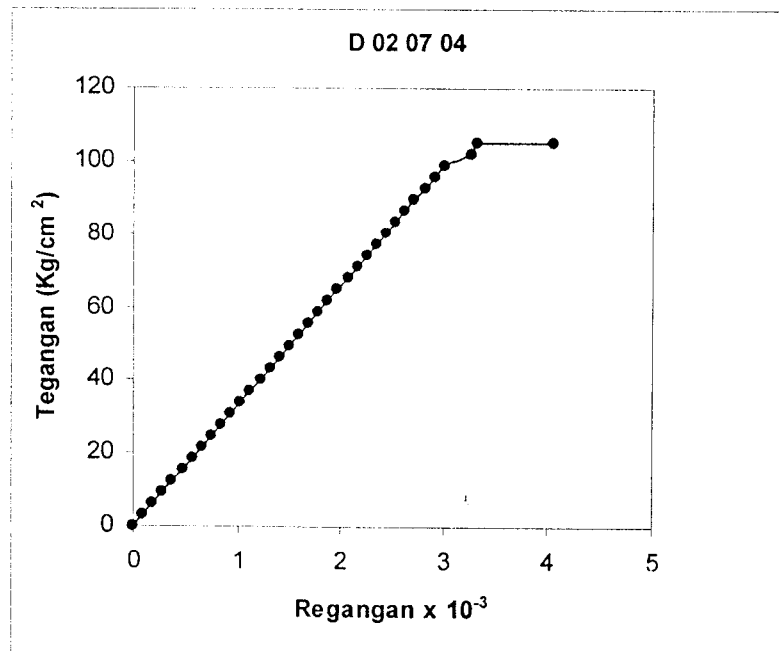
Tabel Kuat Desak D 02 07 03

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0	0.00	0.00	0
500	69	6.8	2.90	0.14	0.1961
1000	87	13.5	5.80	0.27	0.7842
1500	102	20.3	8.70	0.41	1.7645
2000	107	27.1	11.59	0.54	3.1370
2500	111	33.8	14.49	0.68	4.9015
3000	116	40.6	17.39	0.81	7.0582
3500	121	47.3	20.29	0.95	9.6069
4000	124	54.1	23.19	1.08	12.5478
4500	127.5	60.9	26.09	1.22	15.8809
5000	131	67.6	28.99	1.35	19.6060
5500	135	74.4	31.88	1.49	23.7233
6000	138.5	81.2	34.78	1.62	28.2326
6500	141	87.9	37.68	1.76	33.1341
7000	145	94.7	40.58	1.89	38.4278
7500	149	101.5	43.48	2.03	44.1135
8000	156	108.2	46.38	2.16	50.1914
8500	162	115.0	49.28	2.30	56.6613
9000	167	121.8	52.17	2.44	63.5234
9500	172	128.5	55.07	2.57	70.7777
10000	176.5	135.3	57.97	2.71	78.4240
10500	181	142.0	60.87	2.84	86.4625
11000	186	148.8	63.77	2.98	94.8930
11500	191	155.6	66.67	3.11	103.7157
12000	196.5	162.3	69.57	3.25	112.9305
12500	200.5	169.1	72.46	3.38	122.5375
13000	206	175.9	75.36	3.52	132.5365
13500	214	182.6	78.26	3.65	142.9277
14000	221	189.4	81.16	3.79	153.7110
14500	230	196.2	84.06	3.92	164.8864
15000	235.5	202.9	86.96	4.06	176.4540
15500	242	209.7	89.86	4.19	188.4136
16000	250	216.5	92.75	4.33	200.7654
16500	258	223.2	95.65	4.46	213.5093

17000	162	166.012093	104.94	3.32	180.4611
17000	198	202.012093	104.94	4.04	256.0167



**Gambar.18 Grafik Beban – Defleksi**

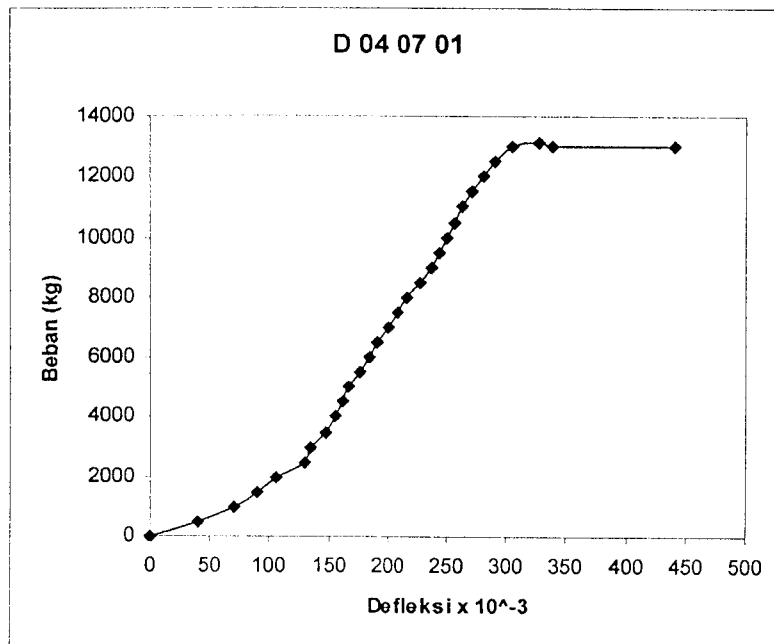


**Gambar.19 Grafik Tegangan – Regangan**

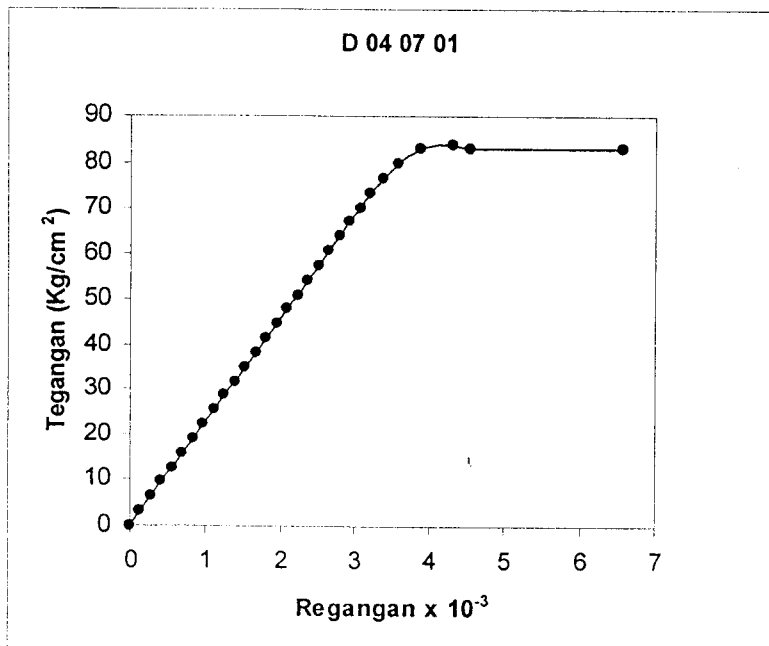
Tabel Kuat Desak D 02 07 05

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0
500	12	3.72	3.00	0.07	0.1116
1000	21	7.43	6.01	0.15	0.4463
1500	22	11.15	9.01	0.22	1.0041
2000	23	14.86	12.01	0.30	1.7851
2500	26	18.58	15.02	0.37	2.7892
3000	31	22.29	18.02	0.45	4.0165
3500	34	26.01	21.02	0.52	5.4669
4000	38	29.72	24.02	0.59	7.1404
4500	41	33.44	27.03	0.67	9.0371
5000	44	37.15	30.03	0.74	11.1569
5500	47	40.87	33.03	0.82	13.4999
6000	50	44.58	36.04	0.89	16.0660
6500	52	48.30	39.04	0.97	18.8552
7000	56	52.01	42.04	1.04	21.8676
7500	59	55.73	45.05	1.11	25.1031
8000	63	59.44	48.05	1.19	28.5618
8500	65	63.16	51.05	1.26	32.2436
9000	67.5	66.87	54.05	1.34	36.1485
9500	71	70.59	57.06	1.41	40.2766
10000	74	74.31	60.06	1.49	44.6278
10500	76	78.02	63.06	1.56	49.2021
11000	78	81.74	66.07	1.63	53.9996
11500	81.5	85.45	69.07	1.71	59.0202
12000	85	89.17	72.07	1.78	64.2640
12500	87	92.88	75.08	1.86	69.7309
13000	90	96.60	78.08	1.93	75.4209
13500	92.5	100.31	81.08	2.01	81.3341
14000	95	104.03	84.08	2.08	87.4704
14500	99.5	107.74	87.09	2.15	93.8299
15000	102	111.46	90.09	2.23	100.4125
15500	104	115.173131	93.09	2.30	107.2182
16000	108.5	118.888394	96.10	2.38	114.2471

16500	111.5	122.603656	99.10	2.45	121.4991
17000	115	126.318918	102.10	2.53	128.9743
17500	118.5	130.03418	105.11	2.60	136.6726
18000	124.5	133.749443	108.11	2.67	144.5940
18500	127.5	137.464705	111.11	2.75	152.7386
19000	132	141.179967	114.11	2.82	161.1063
19500	142	152.163472	117.12	3.04	186.5036
19550	156	166.163472	117.42	3.32	219.3384



**Gambar.22 Grafik Beban – Defleksi**



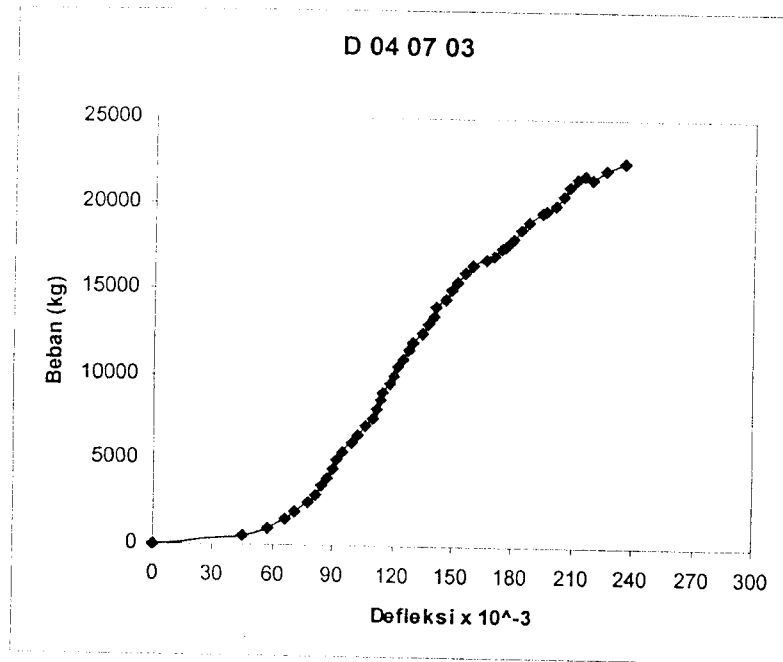
**Gambar.23 Grafik Tegangan – Regangan**



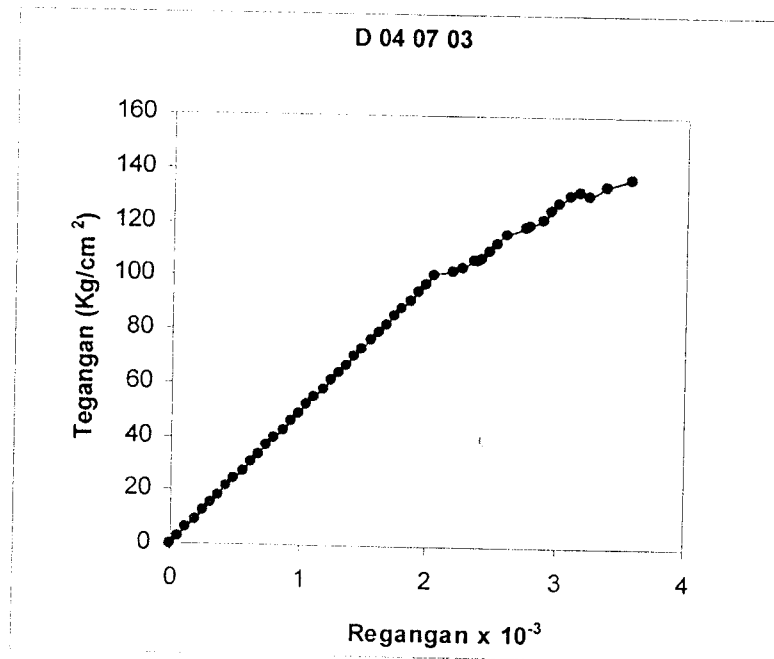
Tabel Kuat Desak D 04 07 02

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	0	4.87	3.18	0.10	0.0002
1000	1	9.74	6.37	0.19	0.0006
1500	9	14.61	9.55	0.29	0.0014
2000	16	19.48	12.74	0.39	0.0025
2500	22	24.35	15.92	0.49	0.0039
3000	28	29.22	19.11	0.58	0.0056
3500	34	34.09	22.29	0.68	0.0076
4000	39	38.96	25.48	0.78	0.0099
4500	47	43.83	28.66	0.88	0.0126
5000	55	48.70	31.85	0.97	0.0155
5500	65	53.57	35.03	1.07	0.0188
6000	71	58.44	38.22	1.17	0.0223
6500	78	63.31	41.40	1.27	0.0262
7000	83	68.18	44.59	1.36	0.0304
7500	86	73.05	47.77	1.46	0.0349
8000	90	77.92	50.96	1.56	0.0397
8500	98	82.79	54.14	1.66	0.0448
9000	102	87.66	57.32	1.75	0.0503
9500	106	92.53	60.51	1.85	0.0560
10000	110	97.40	63.69	1.95	0.0620
10500	115	102.27	66.88	2.05	0.0684
11000	121	107.14	70.06	2.14	0.0751
11500	126	112.01	73.25	2.24	0.0820
12000	134	120.39	76.43	2.41	0.0946
12500	141	127.39	79.62	2.55	0.1055
13000	148	134.39	82.80	2.69	0.1169
13500	156	142.39	85.99	2.85	0.1304
14000	164	150.39	89.17	3.01	0.1444
14500	178	164.39	92.36	3.29	0.1698
15000	218	204.39	95.54	4.09	0.2450
15050	266	252.39	95.86	5.05	0.3368
15500	286	272.39	98.73	5.45	0.3758
16000	301	287.39	101.91	5.75	0.4059

16500	341	327.39	105.10	6.55	0.4887
16500	381	367.39	105.10	7.35	0.5727



Gambar.26 Grafik Beban – Defleksi



Gambar.27 Grafik Tegangan – Regangan

Tabel Kuat Desak D 04 07 04

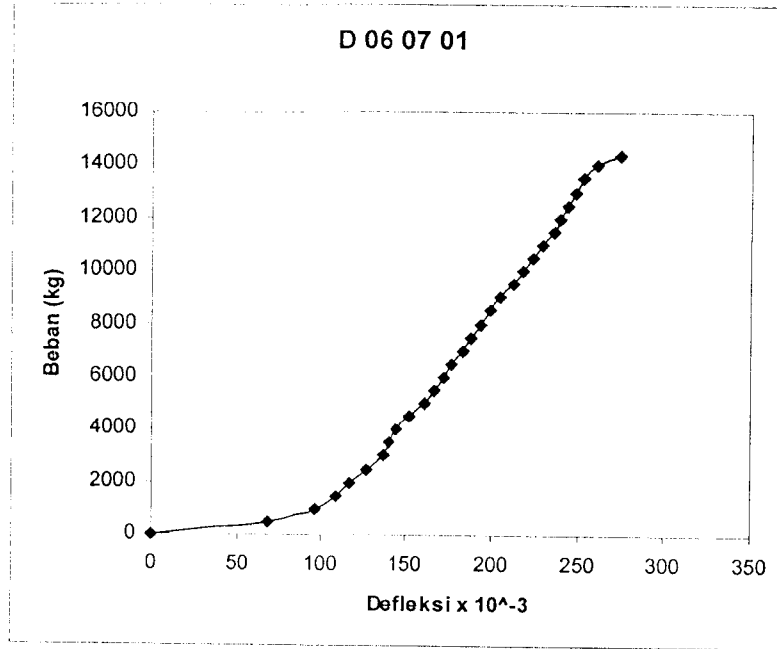
Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	88	9.27	3.13	0.19	0.0003
1000	110	18.54	6.26	0.37	0.0012
1500	128	27.81	9.39	0.56	0.0026
2000	138	37.08	12.53	0.74	0.0046
2500	148	46.35	15.66	0.93	0.0073
3000	158	55.62	18.79	1.11	0.0105
3500	168	64.89	21.92	1.30	0.0142
4000	175	74.16	25.05	1.48	0.0186
4500	184	83.43	28.18	1.67	0.0235
5000	190	92.70	31.32	1.85	0.0290
5500	198	101.97	34.45	2.04	0.0351
6000	205	111.23	37.58	2.22	0.0418
6500	214	120.50	40.71	2.41	0.0491
7000	225	129.77	43.84	2.60	0.0569
7500	239	139.04	46.97	2.78	0.0653
8000	260	148.31	50.10	2.97	0.0743
8500	276	157.58	53.24	3.15	0.0839
9000	288	166.85	56.37	3.34	0.0941
9500	295	176.12	59.50	3.52	0.1048
10000	301	185.39	62.63	3.71	0.1161
10500	307	194.66	65.76	3.89	0.1280
11000	324	203.93	68.89	4.08	0.1405
11500	330	213.20	72.03	4.26	0.1536
12000	340	222.47	75.16	4.45	0.1672
12500	350	231.74	78.29	4.63	0.1814
13000	360	241.01	81.42	4.82	0.1962
13500	384	265.67	84.55	5.31	0.2372
13200	420	301.7	82.67	6.03	0.2974
13000	447	328.7	81.42	6.57	0.3417
12500	490	371.7	78.29	7.43	0.4103
12000	532	413.670374	75.16	8.27	0.4748
11500	573	454.670374	72.03	9.09	0.5351
11000	608	489.670374	68.89	9.79	0.5845

Tabel Kuat Desak D 04 07 05

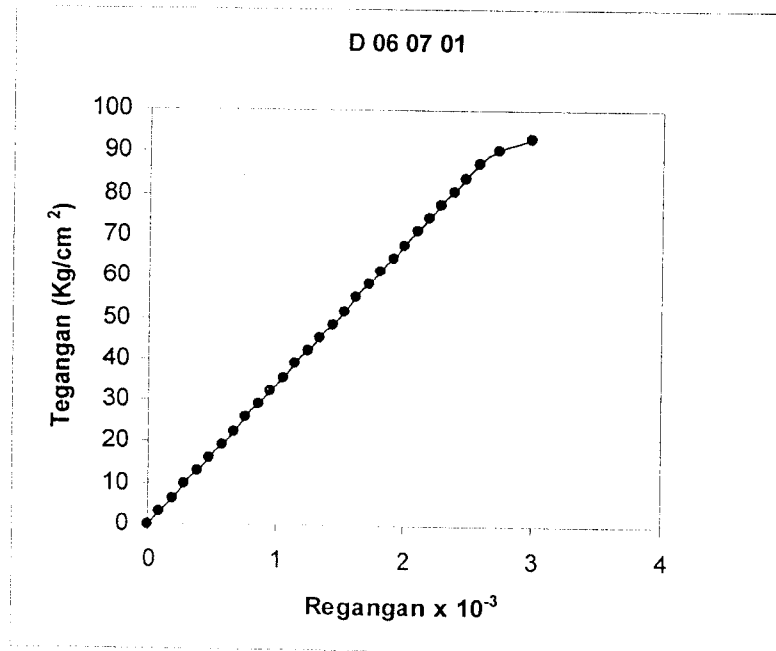
Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	27	9.37	3.10	0.19	0.0003
1000	65	18.75	6.21	0.37	0.0012
1500	95	28.12	9.31	0.56	0.0026
2000	124	37.50	12.41	0.75	0.0047
2500	141	46.87	15.52	0.94	0.0073
3000	154	56.24	18.62	1.12	0.0105
3500	167	65.62	21.72	1.31	0.0143
4000	181	74.99	24.83	1.50	0.0186
4500	193	84.37	27.93	1.69	0.0236
5000	203	93.74	31.03	1.87	0.0291
5500	210	103.11	34.13	2.06	0.0352
6000	217	112.49	37.24	2.25	0.0419
6500	225	121.86	40.34	2.44	0.0492
7000	231	131.24	43.44	2.62	0.0570
7500	240	140.61	46.55	2.81	0.0655
8000	250	149.98	49.65	3.00	0.0745
8500	259	159.36	52.75	3.19	0.0841
9000	268	168.73	55.86	3.37	0.0942
9500	278	178.11	58.96	3.56	0.1050
10000	295	195.34	62.06	3.91	0.1259
10150	338	238.34	62.99	4.77	0.1796
10000	350	250.34	62.06	5.01	0.1946
9500	389	289.34	58.96	5.79	0.2418
9000	402	302.34	55.86	6.05	0.2568
9000	473	373.34	55.86	7.47	0.3361
9500	505	405.34	58.96	8.11	0.3728

Tabel Kuat Desak D 06 07 01

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\varepsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	68	4.78	3.23	0.10	0.0002
1000	96	9.57	6.47	0.19	0.0006
1500	108	14.35	9.70	0.29	0.0014
2000	116	19.14	12.93	0.38	0.0025
2500	126	23.92	16.17	0.48	0.0039
3000	136	28.70	19.40	0.57	0.0056
3500	140	33.49	22.64	0.67	0.0076
4000	144	38.27	25.87	0.77	0.0099
4500	152	43.05	29.10	0.86	0.0125
5000	161	47.84	32.34	0.96	0.0155
5500	167	52.62	35.57	1.05	0.0187
6000	172	57.41	38.80	1.15	0.0223
6500	177	62.19	42.04	1.24	0.0261
7000	183	66.97	45.27	1.34	0.0303
7500	188	71.76	48.50	1.44	0.0348
8000	193	76.54	51.74	1.53	0.0396
8500	199	81.32	54.97	1.63	0.0447
9000	205	86.11	58.21	1.72	0.0501
9500	212	90.89	61.44	1.82	0.0558
10000	218	95.68	64.67	1.91	0.0619
10500	224	100.46	67.91	2.01	0.0682
11000	229	105.24	71.14	2.10	0.0749
11500	236	110.03	74.37	2.20	0.0818
12000	239.5	114.81	77.61	2.30	0.0891
12500	244	119.59	80.84	2.39	0.0967
13000	248	124.38	84.07	2.49	0.1046
13500	253	129.16	87.31	2.58	0.1128
14000	261	136.73	90.54	2.73	0.1262
14400	274	149.73	93.13	2.99	0.1501



Gambar.32 Grafik Beban – Defleksi

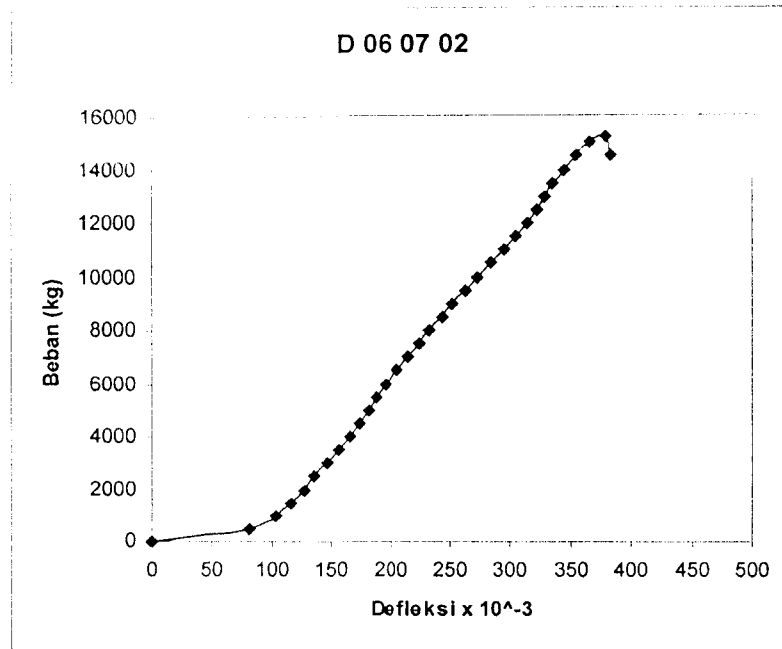


Gambar.33 Grafik Tegangan – Regangan

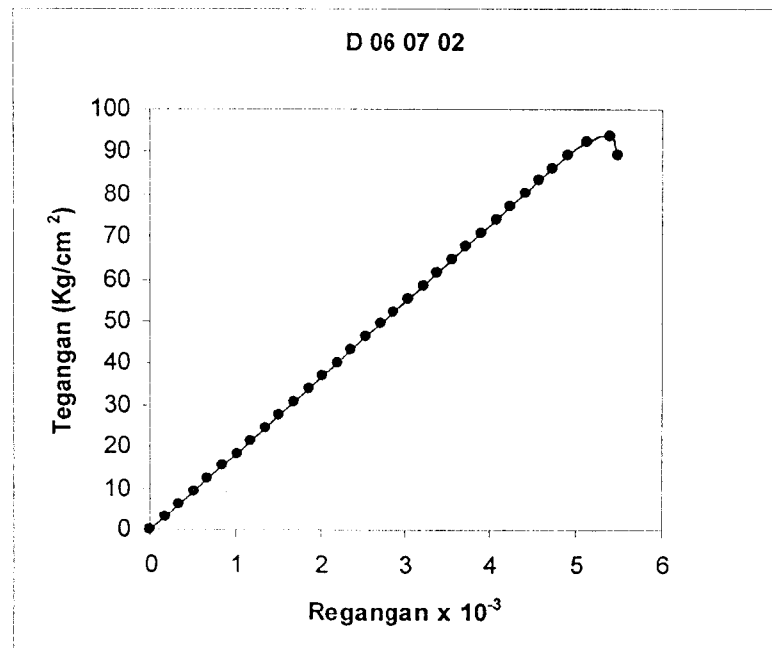
Tabel Kuat Desak D 06 07 02

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	82	8.48	3.08	0.17	0.0003
1000	104	16.96	6.17	0.34	0.0010
1500	117	25.45	9.25	0.51	0.0024
2000	127	33.93	12.34	0.68	0.0042
2500	136	42.41	15.42	0.85	0.0065
3000	146	50.89	18.50	1.02	0.0094
3500	156	59.37	21.59	1.19	0.0128
4000	165.5	67.86	24.67	1.36	0.0167
4500	174	76.34	27.76	1.53	0.0212
5000	181	84.82	30.84	1.70	0.0262
5500	188	93.30	33.92	1.87	0.0317
6000	196	101.78	37.01	2.04	0.0377
6500	205	110.26	40.09	2.21	0.0442
7000	215	118.75	43.18	2.37	0.0513
7500	224	127.23	46.26	2.54	0.0589
8000	232	135.71	49.34	2.71	0.0670
8500	243	144.19	52.43	2.88	0.0756
9000	252	152.67	55.51	3.05	0.0848
9500	262	161.16	58.60	3.22	0.0944
10000	272	169.64	61.68	3.39	0.1046
10500	284	178.12	64.76	3.56	0.1154
11000	295	186.60	67.85	3.73	0.1266
11500	304	195.08	70.93	3.90	0.1384
12000	313	203.57	74.02	4.07	0.1507
12500	321	212.05	77.10	4.24	0.1635
13000	328	220.53	80.19	4.41	0.1768
13500	335	229.01	83.27	4.58	0.1907
14000	344	236.14	86.35	4.72	0.2028
14500	353	245.14	89.44	4.90	0.2186
15000	364	256.14	92.52	5.12	0.2386
15200	378	270.14	93.75	5.40	0.2647
14500	382	274.14	89.44	5.48	0.2720

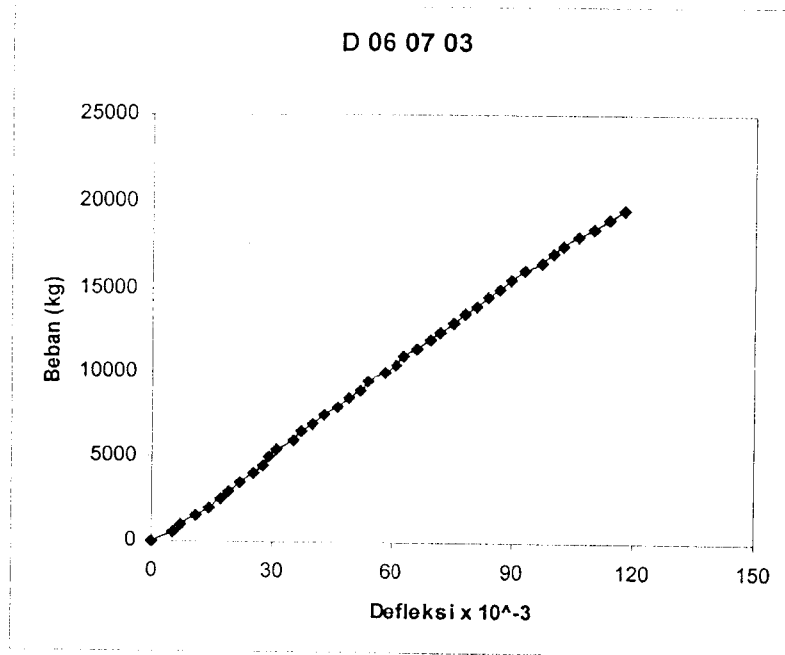




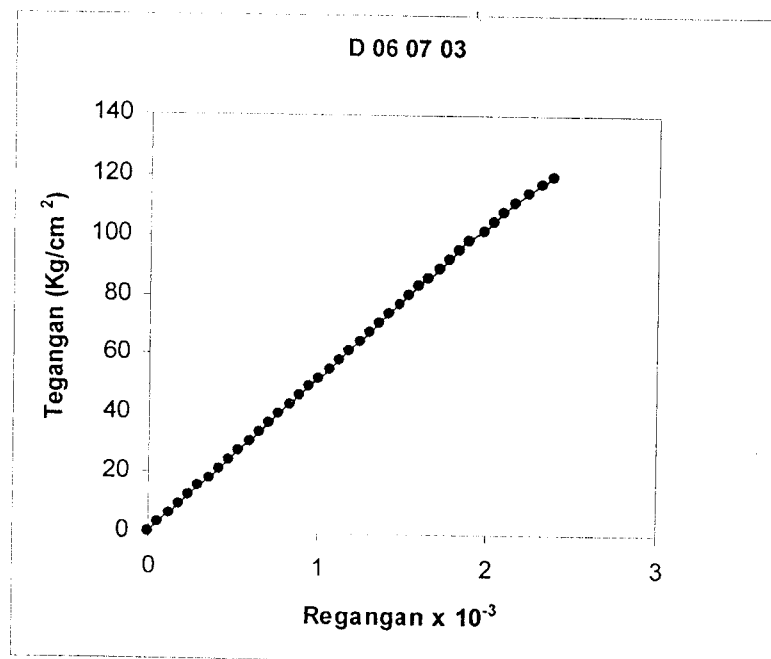
Gambar.34 Grafik Beban – Defleksi



Gambar.35 Grafik Tegangan – Regangan



Gambar.36 Grafik Beban – Defleksi



Gambar.37 Grafik Tegangan – Regangan

Tabel Kuat Desak D 06 07 03

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	5	2.96	3.08	0.06	0.0001
1000	7	5.91	6.16	0.12	0.0004
1500	11	8.87	9.24	0.18	0.0008
2000	14.5	11.82	12.33	0.24	0.0015
2500	17	14.78	15.41	0.30	0.0023
3000	19	17.74	18.49	0.35	0.0033
3500	22	20.69	21.57	0.41	0.0045
4000	25	23.65	24.65	0.47	0.0058
4500	27.5	26.61	27.73	0.53	0.0074
5000	29	29.56	30.82	0.59	0.0091
5500	31	32.52	33.90	0.65	0.0110
6000	35	35.47	36.98	0.71	0.0131
6500	37	38.43	40.06	0.77	0.0154
7000	40	41.39	43.14	0.83	0.0179
7500	43	44.34	46.22	0.89	0.0205
8000	46	47.30	49.31	0.95	0.0233
8500	49	50.25	52.39	1.01	0.0263
9000	52	53.21	55.47	1.06	0.0295
9500	54	56.17	58.55	1.12	0.0329
10000	58	59.12	61.63	1.18	0.0364
10500	61	62.08	64.71	1.24	0.0402
11000	63	65.03	67.80	1.30	0.0441
11500	66	67.99	70.88	1.36	0.0482
12000	69.5	70.95	73.96	1.42	0.0525
12500	72	73.90	77.04	1.48	0.0569
13000	75	76.86	80.12	1.54	0.0616
13500	78	79.82	83.20	1.60	0.0664
14000	81	82.77	86.29	1.66	0.0714
14500	84	85.73	89.37	1.71	0.0766
15000	86.5	88.68	92.45	1.77	0.0820
15500	89.5	91.64	95.53	1.83	0.0875
16000	93	94.60	98.61	1.89	0.0933
16500	97	98.86	101.69	1.98	0.1018

17000	100	101.86	104.78	2.04	0.1080
17500	102.5	104.36	107.86	2.09	0.1133
18000	106	107.86	110.94	2.16	0.1210
18500	110	111.86	114.02	2.24	0.1300
19000	114	115.86	117.10	2.32	0.1392
19500	117.5	119.36	120.18	2.39	0.1475

Tabel Kuat Desak D 06 07 04

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	40	12.32	3.09	0.25	0.0004
1000	64	24.64	6.19	0.49	0.0015
1500	75	36.96	9.28	0.74	0.0034
2000	82	49.27	12.37	0.99	0.0061
2500	89	61.59	15.47	1.23	0.0095
3000	96	73.91	18.56	1.48	0.0137
3500	104	86.23	21.65	1.72	0.0187
4000	111	98.55	24.74	1.97	0.0244
4500	118	110.87	27.84	2.22	0.0309
5000	125	123.19	30.93	2.46	0.0381
5500	132	135.50	34.02	2.71	0.0461
6000	138	147.82	37.12	2.96	0.0549
6500	144	160.14	40.21	3.20	0.0644
7000	147	172.46	43.30	3.45	0.0747
7500	152	184.78	46.40	3.70	0.0857
8000	155.5	197.10	49.49	3.94	0.0975
8500	161	209.42	52.58	4.19	0.1101
9000	167	221.73	55.68	4.43	0.1235
9500	174	234.05	58.77	4.68	0.1376
10000	182	246.37	61.86	4.93	0.1524
10500	189	258.69	64.96	5.17	0.1680
11000	196	271.01	68.05	5.42	0.1844
11500	205	283.33	71.14	5.67	0.2016
12000	218	295.65	74.23	5.91	0.2195
12500	227	307.97	77.33	6.16	0.2381
13000	244	320.28	80.42	6.41	0.2576
13500	262	332.60	83.51	6.65	0.2776
14000	288	344.92	86.61	6.90	0.2987
14500	301	357.24	89.70	7.14	0.3204
15000	312	369.56	92.79	7.39	0.3429
15500	324	381.88	95.89	7.64	0.3662
16000	338	394.20	98.98	7.88	0.3902
16500	355	411.96	102.07	8.24	0.4259

Tabel Kuat Desak D 06 07 05

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	176	3.56	3.01	0.07	0.0001
1000	226	7.13	6.02	0.14	0.0004
1500	241	10.69	9.02	0.21	0.0010
2000	247	14.26	12.03	0.29	0.0017
2500	249	17.82	15.04	0.36	0.0027
3000	252	21.39	18.05	0.43	0.0039
3500	254.5	24.95	21.05	0.50	0.0053
4000	256	28.51	24.06	0.57	0.0069
4500	257	32.08	27.07	0.64	0.0087
5000	258	35.64	30.08	0.71	0.0107
5500	258.5	39.21	33.08	0.78	0.0130
6000	260	42.77	36.09	0.86	0.0154
6500	261	46.34	39.10	0.93	0.0181
7000	263	49.90	42.11	1.00	0.0210
7500	265	53.46	45.11	1.07	0.0241
8000	267	57.03	48.12	1.14	0.0274
8500	269	60.59	51.13	1.21	0.0310
9000	271	64.16	54.14	1.28	0.0347
9500	273	67.72	57.14	1.35	0.0387
10000	275.5	71.29	60.15	1.43	0.0429
10500	278	74.85	63.16	1.50	0.0473
11000	280	78.41	66.17	1.57	0.0519
11500	283	81.98	69.17	1.64	0.0567
12000	285.5	85.54	72.18	1.71	0.0617
12500	287	89.11	75.19	1.78	0.0670
13000	290	92.67	78.20	1.85	0.0725
13500	292	96.24	81.20	1.92	0.0781
14000	294	99.80	84.21	2.00	0.0840
14500	297	103.36	87.22	2.07	0.0902
15000	300	106.93	90.23	2.14	0.0965
15500	303	110.49	93.23	2.21	0.1030
16000	306	114.06	96.24	2.28	0.1098
16500	309.5	117.62	99.25	2.35	0.1167

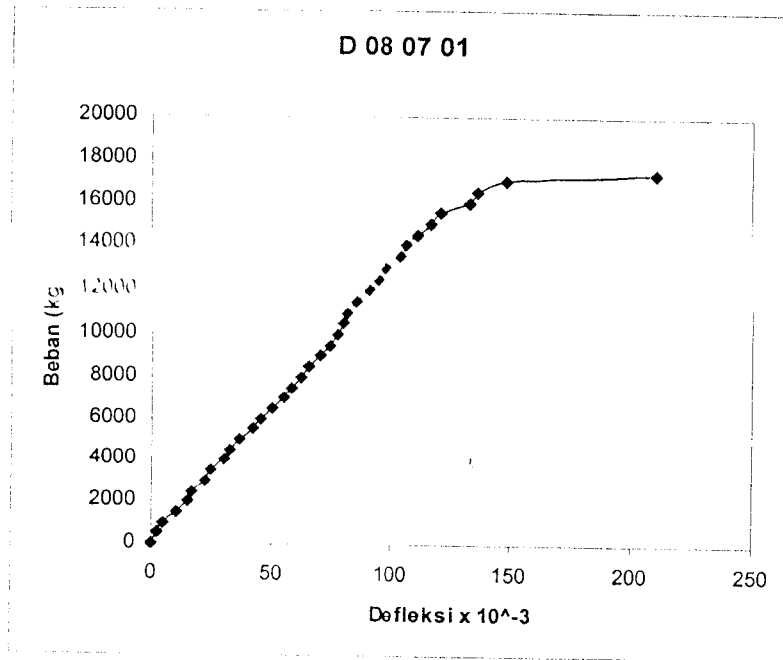
17000	312.5	121.19	102.26	2.42	0.1239
17500	315.5	124.75	105.26	2.50	0.1313
18000	319	128.31	108.27	2.57	0.1389
18500	323	131.88	111.28	2.64	0.1468
19000	327	135.44	114.29	2.71	0.1548
19500	332	139.01	117.29	2.78	0.1630
20000	336	144.35	120.30	2.89	0.1758
20500	340	148.354719	123.31	2.97	0.1855
21000	347	155.354719	126.32	3.11	0.2030
21500	357	165.354719	129.32	3.31	0.2285
22000	370	178.354719	132.33	3.57	0.2625
22200	406	214.354719	133.53	4.29	0.3583

Tabel Kuat Desak D 08 07 01

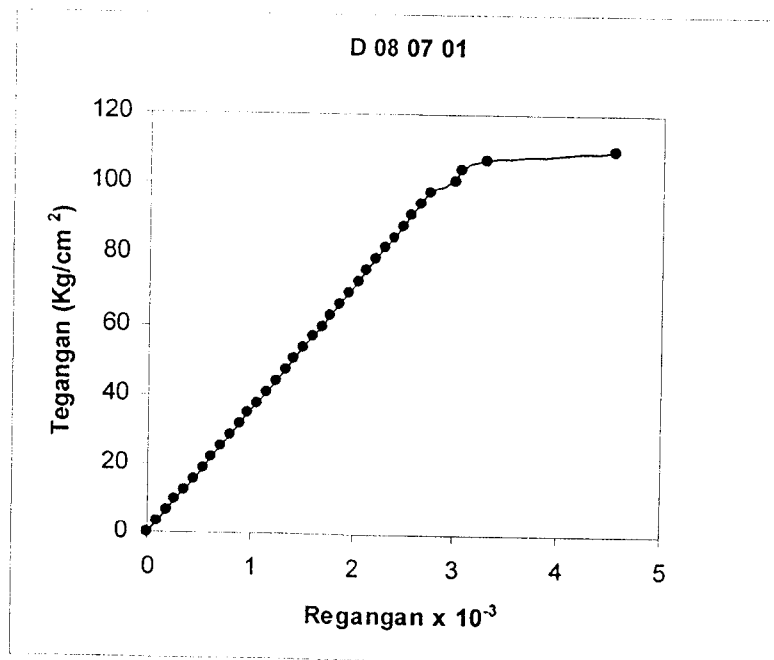
Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\varepsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	2	4.43	3.16	0.09	0.0001
1000	5	8.86	6.31	0.18	0.0006
1500	10	13.30	9.47	0.27	0.0013
2000	15	17.73	12.63	0.35	0.0022
2500	17	22.16	15.79	0.44	0.0035
3000	22	26.59	18.94	0.53	0.0050
3500	25	31.03	22.10	0.62	0.0069
4000	30	35.46	25.26	0.71	0.0090
4500	33	39.89	28.41	0.80	0.0113
5000	37	44.32	31.57	0.89	0.0140
5500	42	48.75	34.73	0.98	0.0169
6000	45	53.19	37.88	1.06	0.0201
6500	50	57.62	41.04	1.15	0.0236
7000	55	62.05	44.20	1.24	0.0274
7500	58	66.48	47.36	1.33	0.0315
8000	62	70.92	50.51	1.42	0.0358
8500	65	75.35	53.67	1.51	0.0404
9000	70	79.78	56.83	1.60	0.0453
9500	74	84.21	59.98	1.68	0.0505
10000	77	88.64	63.14	1.77	0.0560
10500	80	93.08	66.30	1.86	0.0617
11000	81	97.51	69.46	1.95	0.0677
11500	85	101.94	72.61	2.04	0.0740
12000	91	106.37	75.77	2.13	0.0806
12500	95	110.81	78.93	2.22	0.0875
13000	98	115.24	82.08	2.30	0.0946
13500	104	119.67	85.24	2.39	0.1020
14000	107	124.10	88.40	2.48	0.1097
14500	111.5	128.53	91.55	2.57	0.1177
15000	117	133.0	94.71	2.66	0.1259
15500	121	137.39917	97.87	2.75	0.1345
16000	133	149.4551	101.03	2.99	0.1584



16500	136	152.4551	104.18	3.05	0.1646
17000	148	164.4551	107.34	3.29	0.1900
17350	210	226.4551	109.55	4.53	0.3245



Gambar.42 Grafik Beban – Defleksi

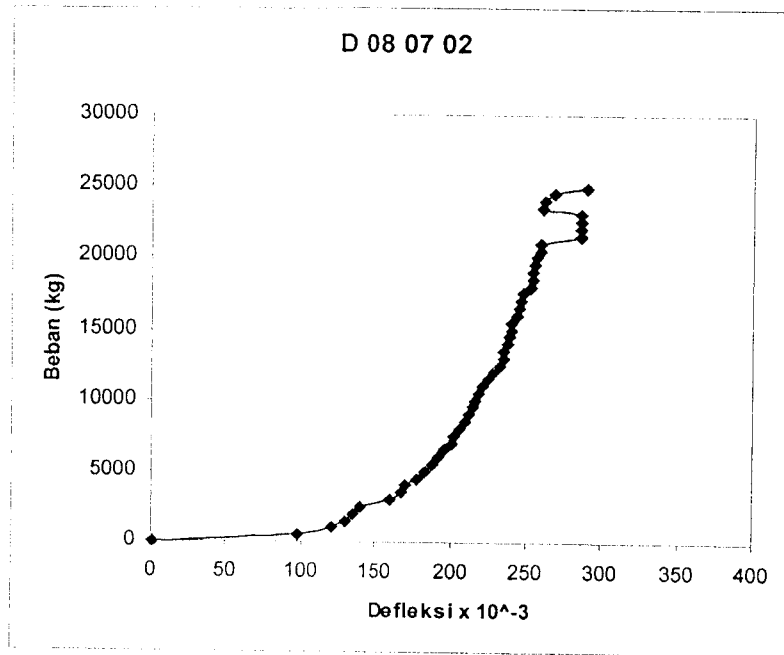


Gambar.43 Grafik Tegangan – Regangan

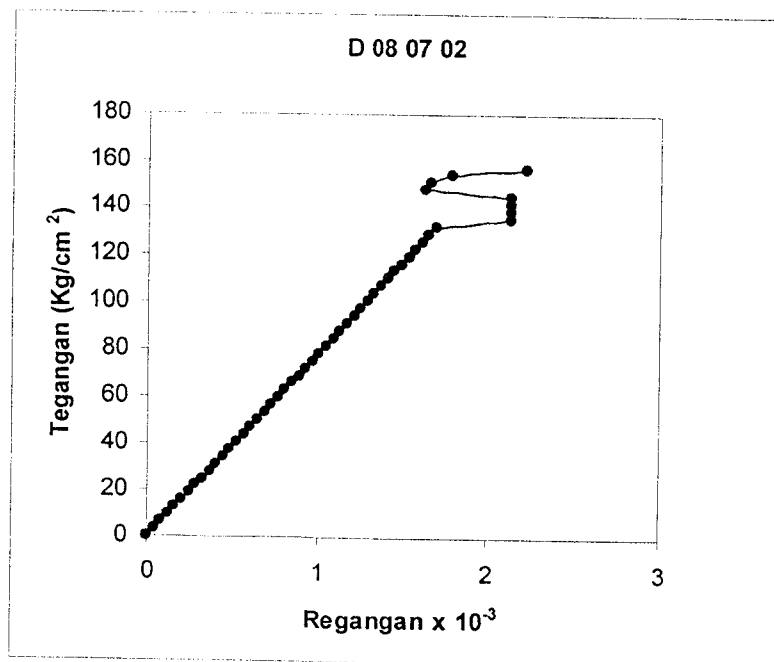
Tabel Kuat Desak D 08 07 02

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	1	0.00	0.00	0.00	0.00
500	98	2.02	3.14	0.04	0.0001
1000	120	4.04	6.29	0.08	0.0003
1500	129	6.05	9.43	0.12	0.0006
2000	135	8.07	12.58	0.16	0.0010
2500	140	10.09	15.72	0.20	0.0016
3000	160	12.11	18.87	0.24	0.0023
3500	168	14.13	22.01	0.28	0.0031
4000	170	16.15	25.16	0.32	0.0041
4500	178	18.16	28.30	0.36	0.0051
5000	183	20.18	31.45	0.40	0.0063
5500	188	22.20	34.59	0.44	0.0077
6000	192	24.22	37.74	0.48	0.0091
6500	195	26.24	40.88	0.52	0.0107
7000	200	28.25	44.03	0.57	0.0124
7500	202	30.27	47.17	0.61	0.0143
8000	206	32.29	50.31	0.65	0.0162
8500	210	34.31	53.46	0.69	0.0183
9000	212	36.33	56.60	0.73	0.0206
9500	214	38.35	59.75	0.77	0.0229
10000	216	40.36	62.89	0.81	0.0254
10500	218	42.38	66.04	0.85	0.0280
11000	221	44.40	69.18	0.89	0.0307
11500	225	46.42	72.33	0.93	0.0336
12000	229	48.44	75.47	0.97	0.0366
12500	232.5	50.45	78.62	1.01	0.0397
13000	235	52.47	81.76	1.05	0.0429
13500	235	54.49	84.91	1.09	0.0463
14000	237.5	56.51	88.05	1.13	0.0498
14500	239	58.53	91.19	1.17	0.0534
15000	240	60.54	94.34	1.21	0.0571
15500	240	62.56	97.48	1.25	0.0610
16000	244	64.58	100.63	1.29	0.0650
16500	245	66.60	103.77	1.33	0.0691

17000	246	68.62	106.92	1.37	0.0734
17500	248	70.64	110.06	1.41	0.0777
18000	253	72.65	113.21	1.45	0.0822
18500	254.5	74.67	116.35	1.49	0.0869
19000	254.5	76.69	119.50	1.53	0.0916
19500	255	78.71	122.64	1.57	0.0965
20000	257	80.73	125.79	1.61	0.1015
20500	258.5	82.7447023	128.93	1.65	0.1067
21000	258.5	84.7628658	132.08	1.70	0.1120
21500	285.5	106.710898	135.22	2.13	0.1706
22000	285.5	106.710898	138.36	2.13	0.1706
22500	285.5	106.710898	141.51	2.13	0.1706
23000	285.5	106.710898	144.65	2.13	0.1706
23500	260	81.2108981	147.80	1.62	0.0960
24000	262	83.2108981	150.94	1.66	0.1020
24500	268	89.2108981	154.09	1.78	0.1203
24950	290	111.210898	156.92	2.22	0.1887



Gambar.44 Grafik Beban – Defleksi

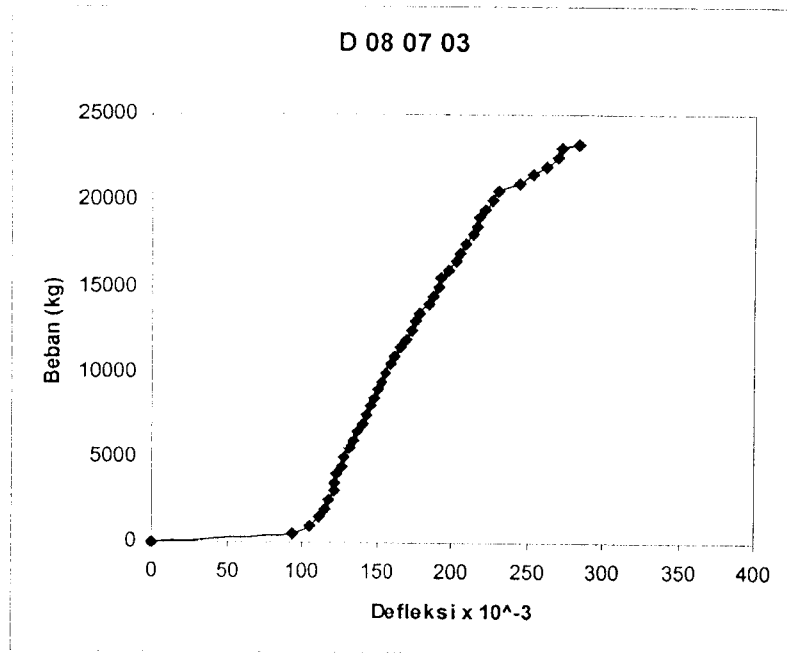


Gambar.45 Grafik Tegangan – Regangan

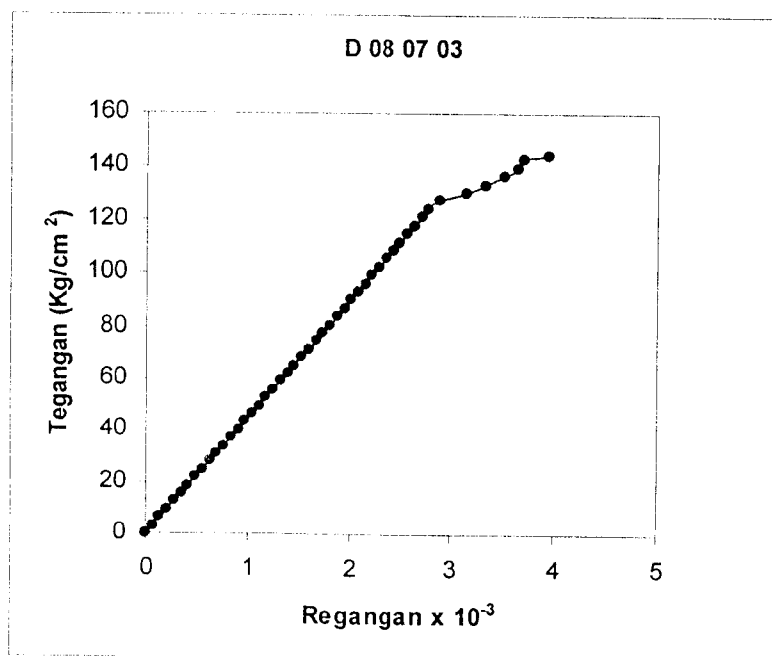
Tabel Kuat Desak D 08 07 03

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	94	3.47	3.10	0.07	0.0001
1000	105	6.94	6.21	0.14	0.0004
1500	111	10.41	9.31	0.21	0.0010
2000	115	13.88	12.41	0.28	0.0017
2500	118	17.35	15.52	0.35	0.0027
3000	121	20.82	18.62	0.42	0.0039
3500	122	24.29	21.72	0.49	0.0053
4000	123	27.76	24.83	0.56	0.0069
4500	126.5	31.23	27.93	0.62	0.0087
5000	128	34.71	31.03	0.69	0.0108
5500	131.5	38.18	34.13	0.76	0.0130
6000	134	41.65	37.24	0.83	0.0155
6500	137	45.12	40.34	0.90	0.0182
7000	140	48.59	43.44	0.97	0.0211
7500	142.5	52.06	46.55	1.04	0.0242
8000	146	55.53	49.65	1.11	0.0276
8500	148	59.00	52.75	1.18	0.0311
9000	151	62.47	55.86	1.25	0.0349
9500	153.5	65.94	58.96	1.32	0.0389
10000	156	69.41	62.06	1.39	0.0431
10500	159	72.88	65.17	1.46	0.0475
11000	162	76.35	68.27	1.53	0.0521
11500	166	79.82	71.37	1.60	0.0570
12000	169.5	83.29	74.48	1.67	0.0620
12500	173	86.76	77.58	1.74	0.0673
13000	176	90.23	80.68	1.80	0.0728
13500	178.5	93.70	83.79	1.87	0.0785
14000	184.5	97.17	86.89	1.94	0.0844
14500	187	100.65	89.99	2.01	0.0906
15000	191.5	104.12	93.10	2.08	0.0969
15500	193	107.59	96.20	2.15	0.1035
16000	197	111.06	99.30	2.22	0.1103
16500	202.5	114.53	102.40	2.29	0.1173

17000	204.5	118.00	105.51	2.36	0.1245
17500	209	121.47	108.61	2.43	0.1319
18000	213.5	124.94	111.71	2.50	0.1396
18500	216	128.41	114.82	2.57	0.1474
19000	218	131.88	117.92	2.64	0.1555
19500	222	135.35	121.02	2.71	0.1638
20000	226	138.82	124.13	2.78	0.1723
20500	231	144.118623	127.23	2.88	0.1856
21000	244	157.118623	130.33	3.14	0.2191
21500	253.5	166.618623	133.44	3.33	0.2442
22000	262.5	175.618623	136.54	3.51	0.2685
22500	269	182.118623	139.64	3.64	0.2864
23000	272	185.118623	142.75	3.70	0.2949
23250	284	197.118623	144.30	3.94	0.3293



Gambar.46 Grafik Beban – Defleksi



Gambar.47 Grafik Tegangan – Regangan



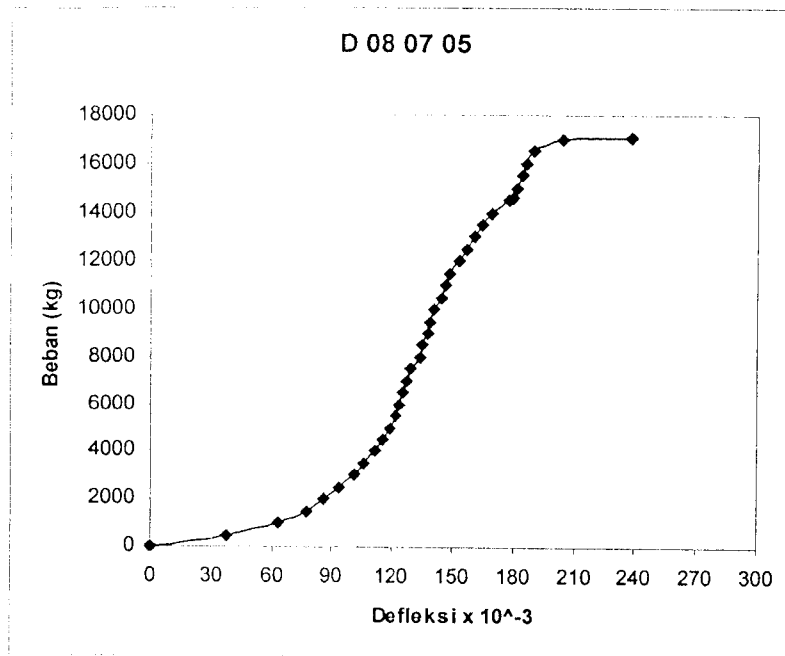
Tabel Kuat Desak D 08 07 04

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	42	5.53	3.11	0.11	0.0002
1000	53	11.07	6.21	0.22	0.0007
1500	62	16.60	9.32	0.33	0.0015
2000	67	22.13	12.42	0.44	0.0027
2500	70	27.67	15.53	0.55	0.0043
3000	74	33.20	18.63	0.66	0.0062
3500	77	38.73	21.74	0.77	0.0084
4000	79.5	44.27	24.84	0.89	0.0110
4500	83.5	49.80	27.95	1.00	0.0139
5000	87	55.33	31.06	1.11	0.0172
5500	91	60.87	34.16	1.22	0.0208
6000	95.5	66.40	37.27	1.33	0.0247
6500	99	71.93	40.37	1.44	0.0290
7000	104	77.47	43.48	1.55	0.0337
7500	108	83.00	46.58	1.66	0.0387
8000	112.5	88.53	49.69	1.77	0.0440
8500	116	94.07	52.80	1.88	0.0497
9000	121	99.60	55.90	1.99	0.0557
9500	125.5	105.13	59.01	2.10	0.0620
10000	130	110.66	62.11	2.21	0.0687
10500	134	116.20	65.22	2.32	0.0758
11000	137.5	121.73	68.32	2.43	0.0832
11500	142	127.26	71.43	2.55	0.0909
12000	148	132.80	74.53	2.66	0.0990
12500	152	138.33	77.64	2.77	0.1074
13000	159	143.86	80.75	2.88	0.1162
13500	163	149.40	83.85	2.99	0.1253
14000	169.5	154.93	86.96	3.10	0.1347
14500	175	160.46	90.06	3.21	0.1445
15000	182	166.00	93.17	3.32	0.1547
15500	205	190.20	96.27	3.80	0.2005
16000	217	202.20	99.38	4.04	0.2240
16500	253	238.20	102.48	4.76	0.2967

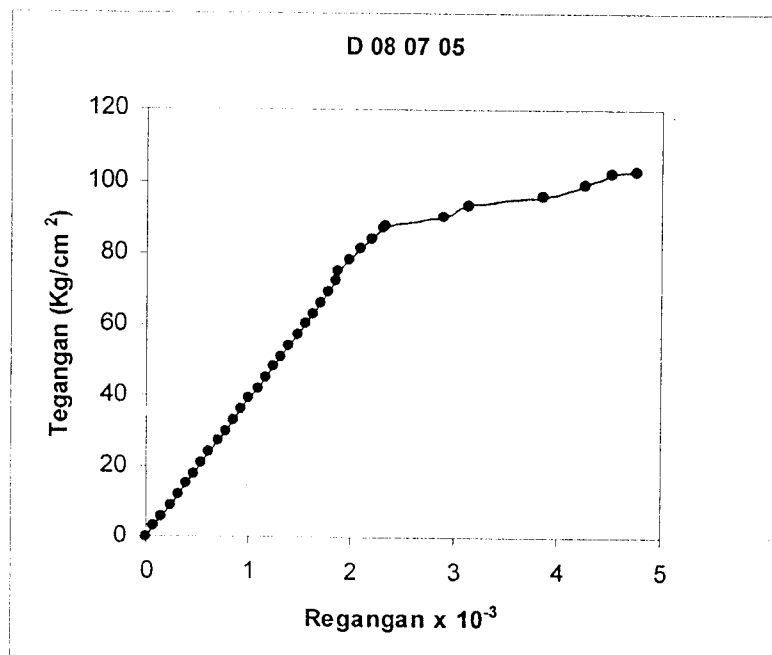
Tabel Kuat Desak D 08 07 05

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi serapan Et (Kg.cm <sup>2</sup> )
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	38	3.86	3.02	0.08	0.0001
1000	63	7.72	6.03	0.15	0.0005
1500	77	11.59	9.05	0.23	0.0010
2000	86	15.45	12.07	0.31	0.0019
2500	93	19.31	15.08	0.39	0.0029
3000	101	23.17	18.10	0.46	0.0042
3500	106	27.04	21.12	0.54	0.0057
4000	111	30.90	24.13	0.62	0.0075
4500	115	34.76	27.15	0.70	0.0094
5000	119	38.62	30.17	0.77	0.0117
5500	121.5	42.48	33.18	0.85	0.0141
6000	123.5	46.35	36.20	0.93	0.0168
6500	125.5	50.21	39.22	1.00	0.0197
7000	127	54.07	42.23	1.08	0.0228
7500	129.5	57.93	45.25	1.16	0.0262
8000	133.5	61.80	48.27	1.24	0.0298
8500	135	65.66	51.28	1.31	0.0337
9000	137.5	69.52	54.30	1.39	0.0377
9500	139	73.38	57.32	1.47	0.0421
10000	141	77.24	60.33	1.54	0.0466
10500	144	81.11	63.35	1.62	0.0514
11000	146	84.97	66.37	1.70	0.0564
11500	148	88.83	69.38	1.78	0.0616
12000	153	92.69	72.40	1.85	0.0671
12500	156.5	93.16	75.41	1.86	0.0678
13000	160	98.69	78.43	1.97	0.0763
13500	164	104.22	81.45	2.08	0.0852
14000	168.5	109.76	84.46	2.20	0.0943
14500	177	115.29	87.48	2.31	0.1038
14600	179	116.40	88.08	2.33	0.1058
15000	181.5	145.02	90.50	2.90	0.1569
15500	184	157.02	93.51	3.14	0.1793

16000	186	193.02	96.53	3.86	0.2474
16500	190	213.02	99.55	4.26	0.2866
17000	204	226.02	102.56	4.52	0.3129
17100	238	238.02	103.17	4.76	0.3376



Gambar.51 Grafik Beban – Defleksi



Gambar.52 Grafik Tegangan – Regangan

**Tabel Kuat Lentur L 00 00 01**

L = 50 cm h = 3.143 cm

$\Delta x = 8.333$  cm kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000203 (1/cm)

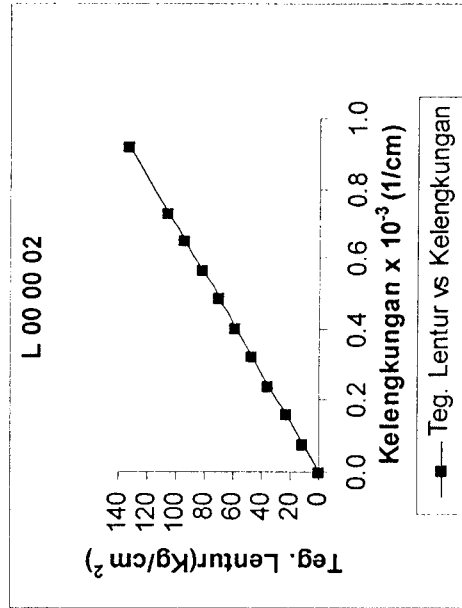
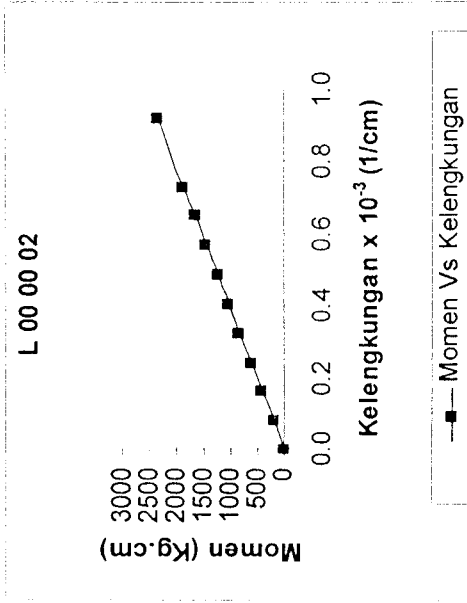
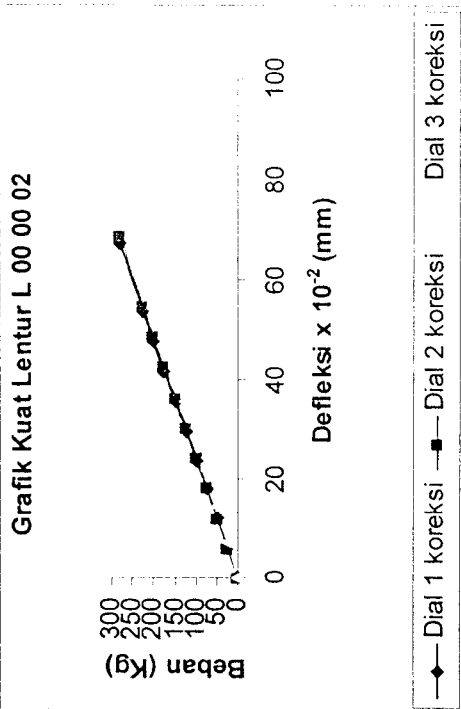
Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	5.29	0.00	10.01	0.00	4.84	0.142	208.333	7.955	0.00057
50	2	10.58	0.00	20.02	1.00	9.68	0.285	416.667	15.911	0.00227
75	11	15.87	0.00	30.02	8.00	14.52	0.427	625.000	23.866	0.00510
100	20	21.16	0.00	40.03	15.00	19.36	0.569	833.333	31.822	0.00906
125	27	26.45	0.00	50.04	20.00	24.20	0.712	1041.667	39.777	0.01416
150	32	31.74	0.00	60.05	27.00	29.04	0.854	1250.000	47.733	1.000
175	36	37.03	0.00	70.05	35.00	33.88	0.997	1458.333	55.688	1.00736
200	40	42.32	0.00	80.06	40.00	38.72	1.139	1666.667	63.644	1.01586
225	46	47.60	16.00	90.07	45.00	43.56	1.281	1875.000	71.599	1.02548
250	54	52.89	24.00	100.08	50.00	48.40	1.424	2083.333	79.554	1.03624
275	59	58.18	30.00	110.08	55.00	53.24	1.566	2291.667	87.510	1.04813
300	64	63.47	31.00	120.09	60.00	58.08	1.708	2500.000	95.465	2.000
347.5	71	73.52	63.00	139.11	68.00	67.28	1.979	2895.833	110.581	2.02787

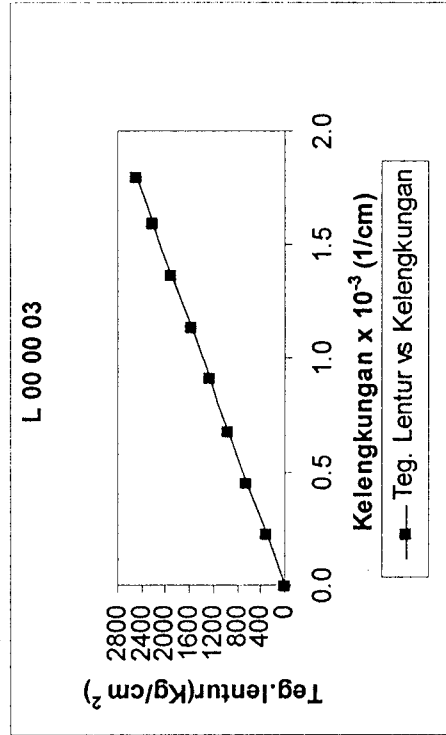
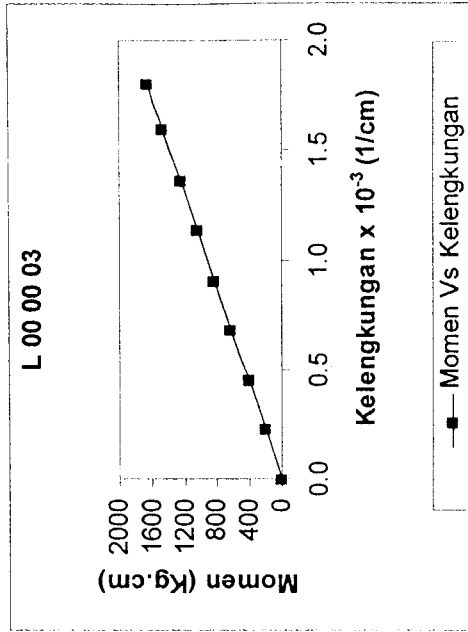
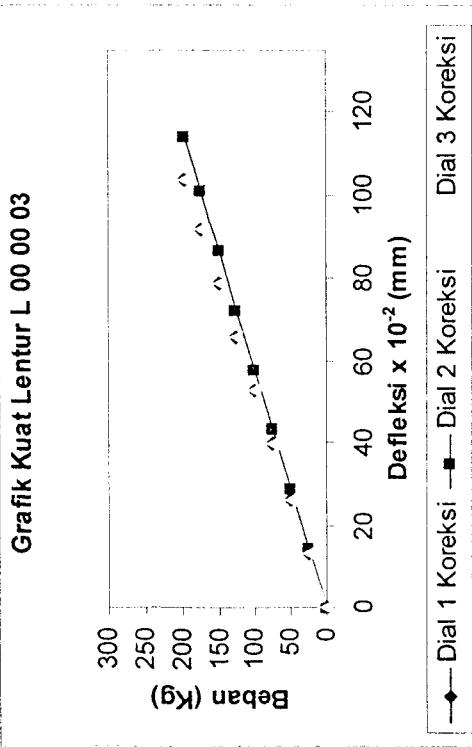
**Tabel Kuat Lentur L 00 00 02**

L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm  
 $h = 2.133$  cm  
 kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000440 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) <sup>3</sup> x 10 <sup>-</sup> □	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Koreksi (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Koreksi (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Koreksi (cm) x 10 <sup>-</sup> 3				
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
25	0	5.94	0.00	6.10	0.00	7.14	0.081	208.333	11.722	0.00048
50	2	11.88	0.00	12.20	1.00	14.28	0.163	416.667	23.445	0.00191
75	9	17.82	5.00	18.29	7.00	21.42	0.244	625.000	35.167	0.00430
100	16	23.76	13.00	24.39	14.00	28.56	0.326	833.333	46.889	0.00764
125	23	29.70	19.00	30.49	20.00	35.71	0.407	1041.667	58.611	0.01193
150	29	35.64	26.00	36.59	28.00	42.85	0.489	1250.000	70.334	0.01719
150	37	35.64	34.00	36.59	35.00	42.85	0.489	1250.000	70.334	0.01719
175	44	41.57	42.00	42.69	44.00	49.99	0.570	1458.333	82.056	0.02339
200	52	47.51	49.00	48.78	49.00	57.13	0.652	1666.667	93.778	0.03055
225	59	53.45	57.00	54.88	49.00	64.27	0.733	1875.000	105.501	0.03867
282.5	67	67.11	65.00	68.91	58.00	80.69	0.920	2354.167	132.462	0.06096









**Tabel Kuat Lentur L 00 00 04**

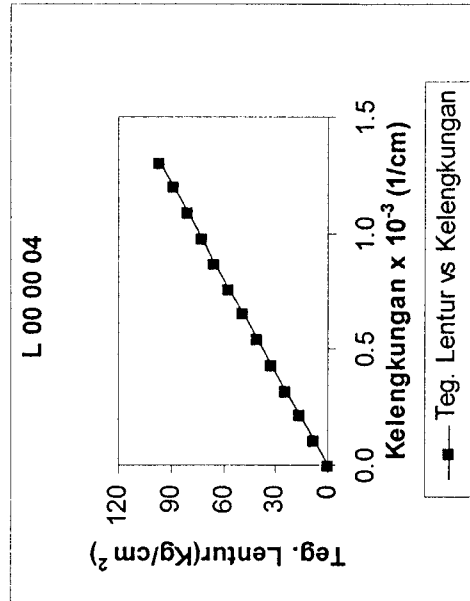
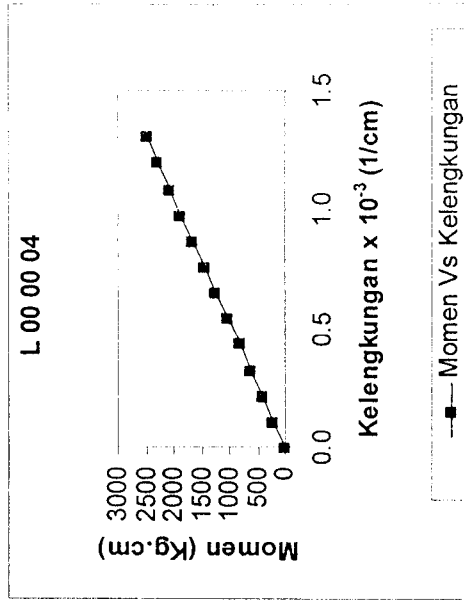
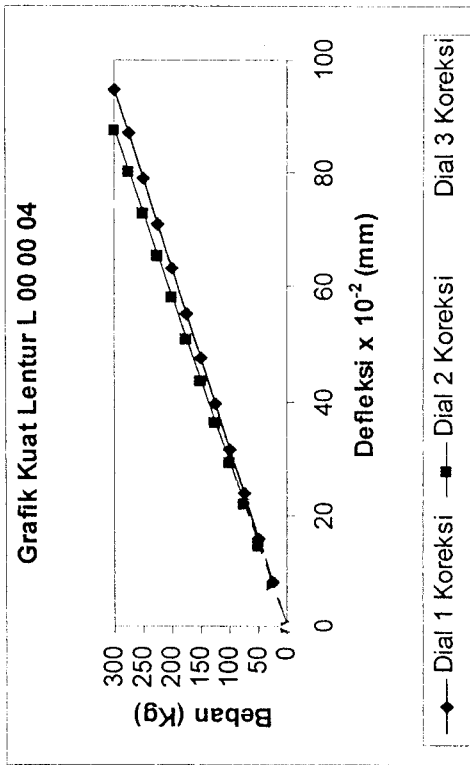
L = 50 cm

h = 3.090 cm

$\Delta x = 8.333$  cm

kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000209 (1/cir ,

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\epsilon$ (1/cm) x 10 <sup>-4</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	
25	0	7.90	0.00	7.31	0.00	6.19	0.100	208.333	8.091	0.00044
50	0	15.81	1.00	14.61	5.00	12.38	0.118	416.667	16.181	0.00176
75	0	23.71	1.00	21.92	8.00	18.58	0.137	625.000	24.272	0.00397
100	0	31.62	1.00	29.22	13.00	24.77	0.156	833.333	32.362	0.00705
125	0	39.52	1.00	36.53	19.00	30.96	0.175	1041.667	40.453	0.01101
150	0	47.42	1.00	43.83	24.00	37.15	0.194	1250.000	48.544	0.01586
175	5	55.33	1.00	51.14	30.00	43.34	0.213	1458.333	56.634	0.02159
200	12	63.23	15.00	58.44	37.00	49.54	0.232	1666.667	64.725	0.02820
225	20	71.14	20.00	65.75	43.00	55.73	0.251	1875.000	72.816	0.03569
250	26	79.04	27.00	73.05	48.00	61.92	0.270	2083.333	80.906	0.04406
275	35	86.95	34.00	80.36	55.00	68.11	0.289	2291.667	88.997	0.05331
300	45	94.85	44.00	87.67	65.00	74.31	0.308	2500.000	97.087	0.06344

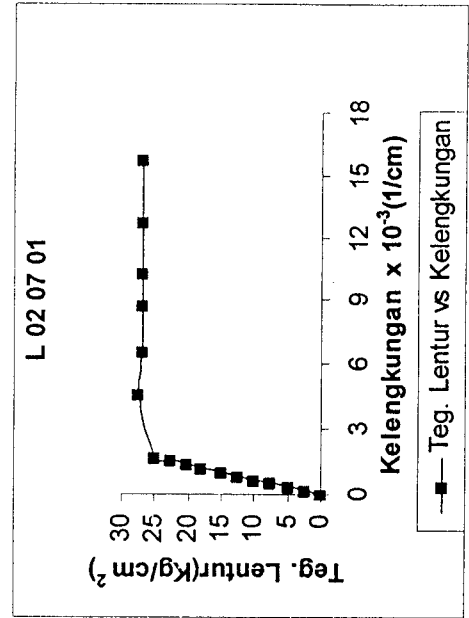
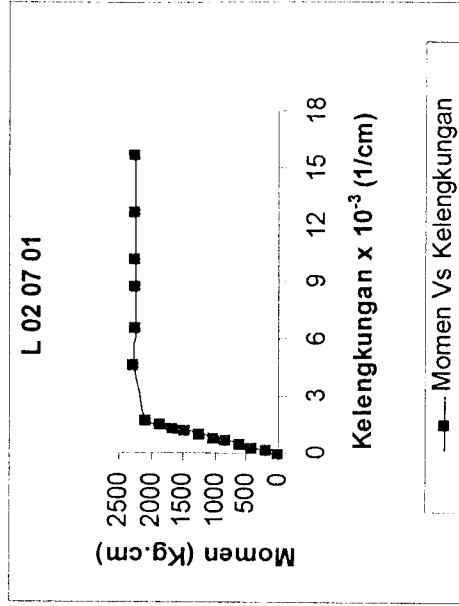
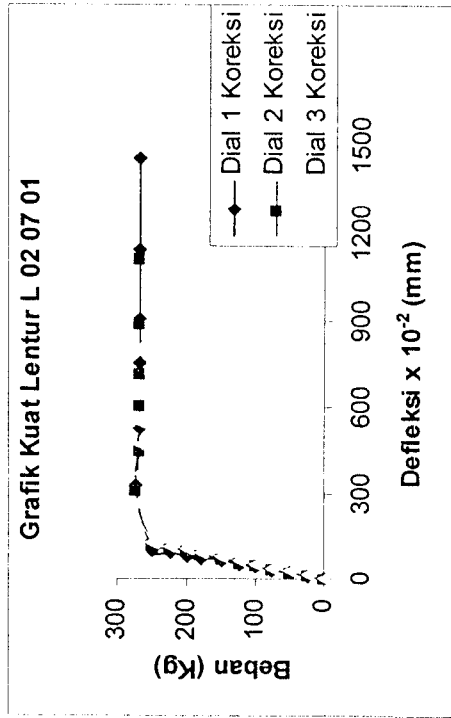


**Tabel Kuat Lentur L 00 00 05**

L = 50 cm      h = 3.155 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm      kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000201 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) <sub>3</sub> x 10 <sup>-</sup> □	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Koreksi (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Koreksi (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-</sup> 3	Koreksi (cm) x 10 <sup>-</sup> 3				
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	7.44	0.00	8.33	0.00	6.91	0.136	208.333	7.924	0.00054
50	2	14.89	1.00	16.66	2.00	13.82	0.273	416.667	15.848	0.00216
75	9	22.33	7.00	24.98	4.00	20.73	0.409	625.000	23.772	0.00487
100	12	29.78	14.00	33.31	12.00	27.64	0.546	833.333	31.696	0.00865
125	19	37.22	20.00	41.64	18.00	34.55	0.682	1041.667	39.620	0.01352
150	24	44.67	28.00	49.97	26.00	41.46	0.819	1250.000	47.544	0.01947
175	31	52.11	34.00	58.29	32.00	48.37	0.955	1458.333	55.468	0.02650
200	37	59.56	40.00	66.62	39.00	55.28	1.092	1666.667	63.391	0.03461
225	44	67.00	49.00	74.95	45.00	62.19	1.228	1875.000	71.315	0.04380
250	51	74.44	56.00	83.28	53.00	69.10	1.365	2083.333	79.239	0.05408
275	62	81.89	64.00	91.61	59.00	76.01	1.501	2291.667	87.163	0.06544
300	73	89.33	74.00	99.93	68.00	82.92	1.638	2500.000	95.087	0.07787

267.5	1438	1449.21	1069	1110.72	785	807.60	15.741	2229.167	26.959	0.39807
-------	------	---------	------	---------	-----	--------	--------	----------	--------	---------

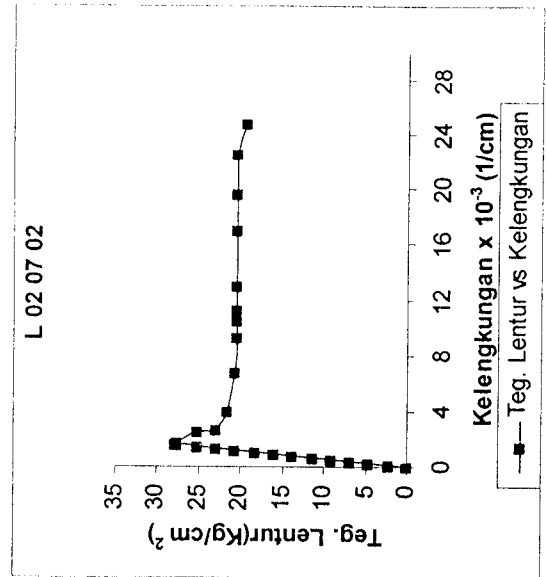
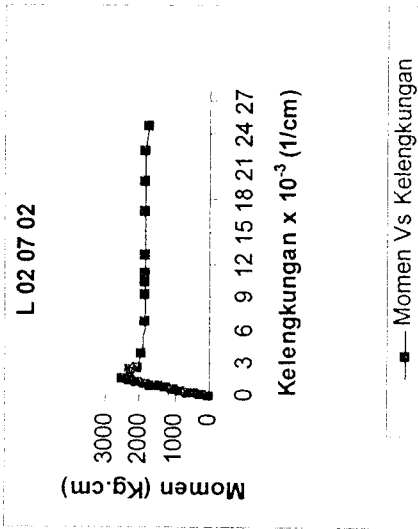
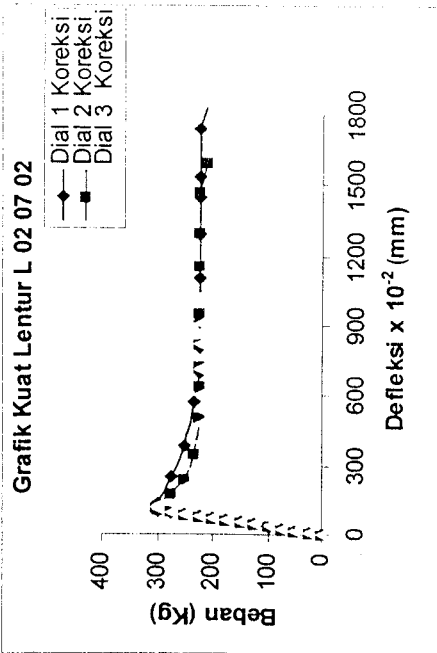


Tabel Kuat Lentur L 02 07 02

$L =$  50 cm  $h =$  3.300 cm  
 $\Delta x =$  8.333 cm kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000184 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan			Pembacaan			Pembacaan			$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>							
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	
25	0	8.77	0.00	8.99	0.00	8.89	0.132	208.333	2.296	0.00015	0.00015		
50	5	17.54	6.00	17.97	17.79	26.68	0.263	416.667	4.591	0.00060	0.00060		
75	13	26.31	15.00	26.96	35.57	44.46	0.395	625.000	6.887	0.00136	0.00136		
100	21	35.07	25.00	44.93	53.92	62.91	0.527	833.333	9.183	0.00242	0.00242		
125	26	43.84	33.00	53.92	62.91	71.90	0.658	1041.667	11.478	0.00378	0.00378		
150	35	52.61	45.00	62.91	71.90	80.88	0.790	1250.000	13.774	0.00544	0.00544		
175	42	61.38	54.00	71.90	80.88	89.87	0.922	1458.333	16.070	0.00741	0.00741		
200	50	70.15	62.00	80.88	89.87	97.82	1.053	1666.667	18.365	0.00967	0.00967		
225	62	78.92	70.00	89.87	97.82	106.71	1.185	1875.000	20.661	0.01224	0.01224		
250	68	87.69	78.00	97.82	106.71	116.32	1.317	2083.333	22.957	0.01511	0.01511		
275	77	96.45	87.00	106.71	116.32	122.32	1.448	2291.667	25.253	0.01829	0.01829		
300	88	105.22	97.00	116.32	122.32	131.32	1.580	2500.000	27.548	0.02176	0.02176		
302.5	109	127.53	107.00	122.80	131.32	142.32	1.637	2520.833	27.778	0.02334	0.02334		
300	118	136.53	112.00	131.32	142.32	151.32	1.673	2500.000	27.548	0.02434	0.02434		
275	235	253.53	173	183.80	123	131.32	2.523	2291.667	25.253	0.04677	0.04677		

250	368	386.53	228	238.80	194	202.32	2.638	2083.333	22.957	0.04955
235	554	572.53	340	350.80	277	285.32	3.927	1958.333	21.579	0.07825
225	678	696.53	500	510.80	389	397.32	6.836	1875.000	20.661	0.13969
222.5	786	804.53	633	643.80	467	475.32	9.327	1854.167	20.432	0.19088
222.5	897	915.53	718	728.80	530	538.32	10.523	1854.167	20.432	0.21530
222.5	1085	1103.53	808	818.80	596	604.32	11.286	1854.167	20.432	0.23089
222.5	1272	1290.53	943	953.80	705	713.32	13.043	1854.167	20.432	0.26679
222.5	1426	1444.53	1147	1157.80	811	819.32	17.046	1854.167	20.432	0.34859
222.5	1518	1536.53	1285	1295.80	902	910.32	19.703	1854.167	20.432	0.40288
222.5	1715	1733.53	1463	1473.80	1013	1021.32	22.612	1854.167	20.432	0.46231
210	1822	1840.53	1582	1592.80	1071	1079.32	24.852	1750.000	19.284	0.50678



Tabel Kuat Lentur L 02 07 03

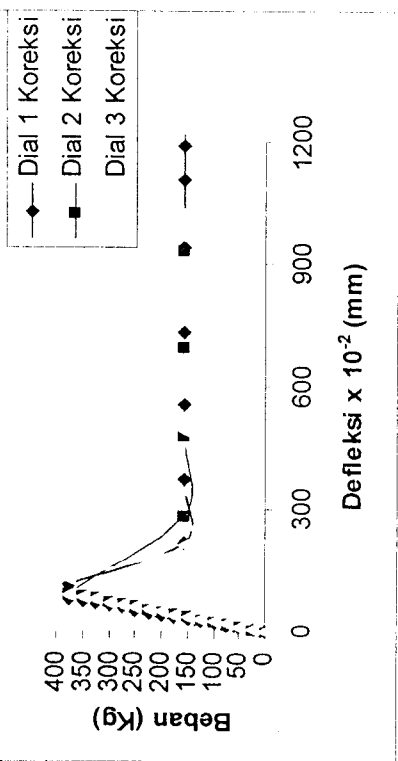
L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm  
 h = 3.280 cm  
 kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000186 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan			$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0	0	0.00	0.000	0.000	0.000	
25	0	5.15	0	0	5.91	0.101	208.333	2.324	
50	2	10.31	5	6	11.83	0.203	416.667	4.648	
75	10	15.46	10	20	17.74	0.304	625.000	6.971	
100	18	20.61	17	30	23.65	0.405	833.333	9.295	
125	22	25.77	24	36	29.56	0.506	1041.667	11.619	
150	27	30.92	32	41	35.48	0.608	1250.000	13.943	
175	31	36.07	36	49	41.39	0.709	1458.333	16.266	
200	36	41.22	46	55	47.30	0.810	1666.667	18.590	
225	42	46.38	53	62	53.22	0.911	1875.000	20.914	
250	47	51.53	61	69	59.13	1.013	2083.333	23.238	
275	50	56.68	68	73	65.04	1.114	2291.667	25.561	
300	56	61.84	72	79	70.96	1.215	2500.000	27.885	
325	60	66.99	78	84	76.87	1.316	2708.333	30.209	
350	66	72.14	85	90	82.78	1.418	2916.667	32.533	
375	74	77.30	92	99	88.69	1.519	3125.000	34.856	

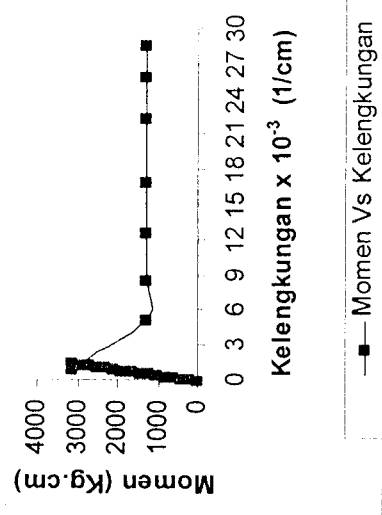


375	110	115.35	102	94.24	134	125.53	0.980	3125.000	34.856	0.00768
155	213	218.35	285	287.68	218	209.53	5.205	1291.667	14.407	0.11175
155	370	375.35	478	480.68	354	345.53	8.654	1291.667	14.407	0.16144
155	548	553.35	696	698.68	498	489.53	12.614	1291.667	14.407	0.21850
155	728	733.35	932	934.68	648	639.53	17.035	1291.667	14.407	0.28219
155	933	938.35	1216	1218.68	830	821.53	22.429	1291.667	14.407	0.35990
155	1101	1106.35	1416	1418.68	974	965.53	25.942	1291.667	14.407	0.41052
155	1183	1188.35	1546	1548.68	1037	1028.53	28.643	1291.667	14.407	0.44942

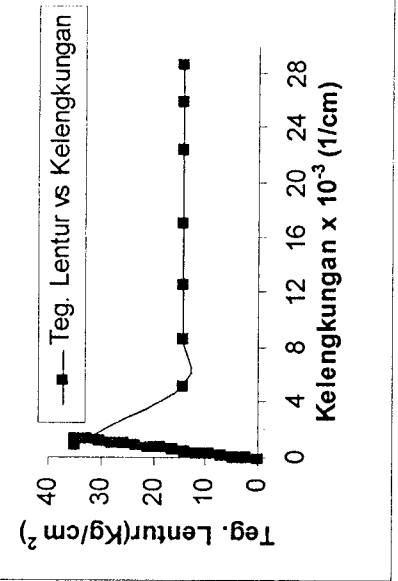
Grafik Kuat Lentur L 02 07 03



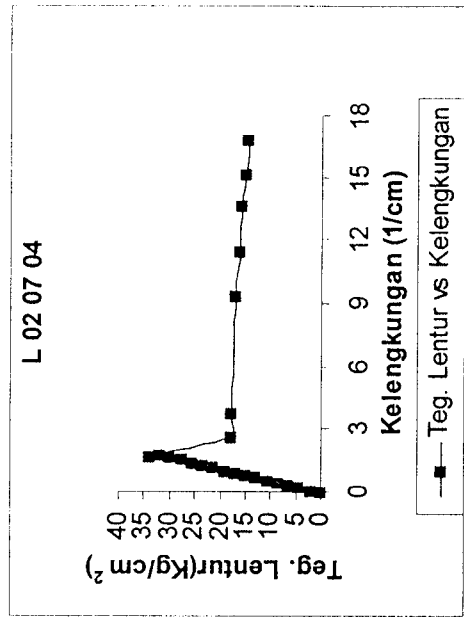
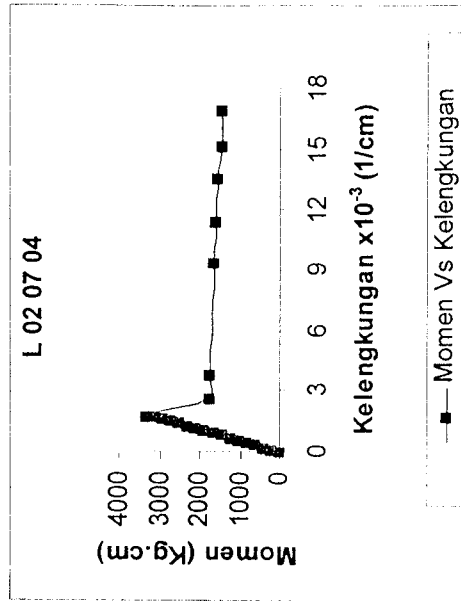
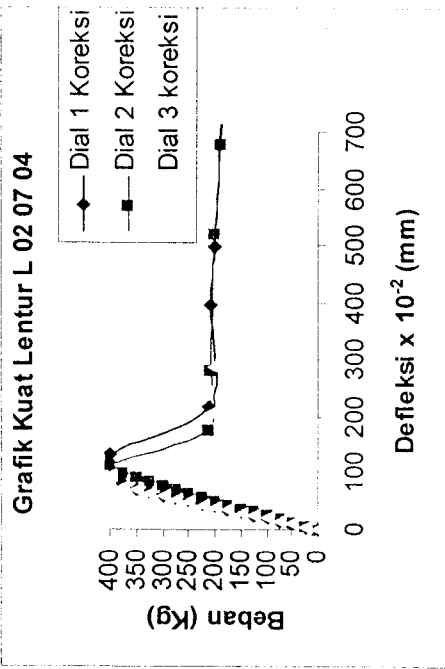
L 02 07 03



L 02 07 03



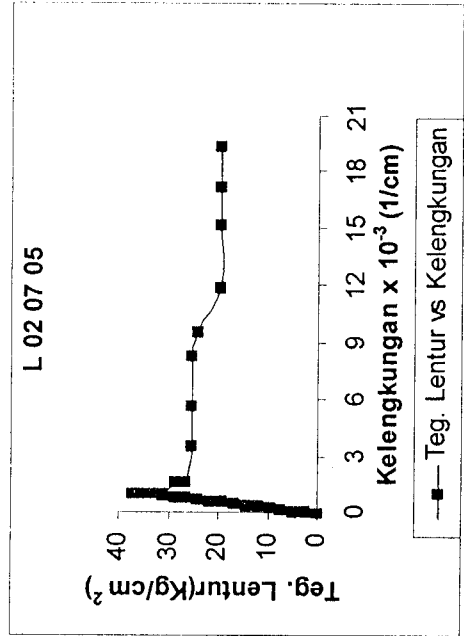
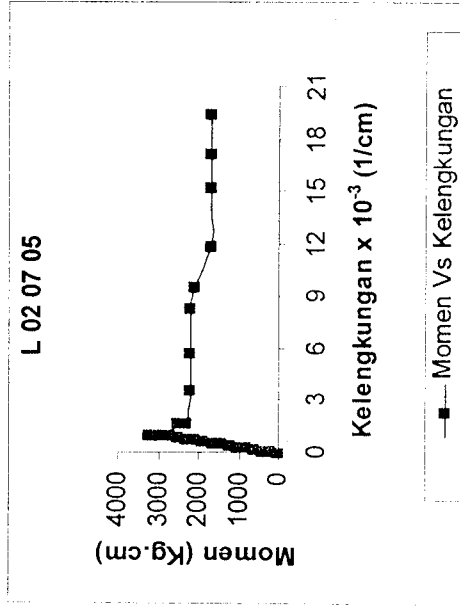
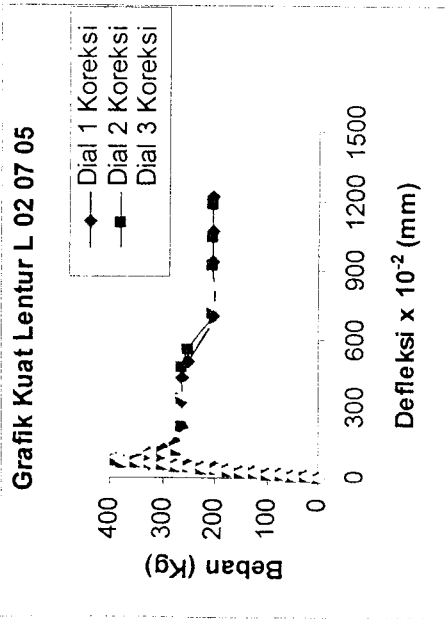




**Tabel Kuat Lentur L 02 07 05**

L = 50 cm      h = 3.230 cm  
 $\Delta x = 8.333 \text{ cm}$       kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000192 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	4.96	0	5.00	0	4.70	0.075	208.333	2.396	0.00009
50	1	9.92	0	10.01	0	9.40	0.149	416.667	4.793	0.00036
75	8	14.87	0	15.01	2	14.10	0.224	625.000	7.189	0.00080
100	12	19.83	0	20.02	8	18.80	0.298	833.333	9.585	0.00143
125	18	24.79	7	25.02	14	23.50	0.373	1041.667	11.981	0.00223
150	23	29.75	14	30.03	18	28.19	0.448	1250.000	14.378	0.00322
175	27	34.70	17	35.03	22	32.89	0.522	1458.333	16.774	0.00438
200	32	39.66	21.0	40.04	27	37.59	0.597	1666.667	19.170	0.00572
225	37	44.62	26	45.04	33	42.29	0.672	1875.000	21.566	0.00724
250	43	49.58	31	50.05	37	46.99	0.746	2083.333	23.963	0.00894
275	47	54.53	37	55.05	41	51.69	0.821	2291.667	26.359	0.01082
300	52	59.31	43.0	60.06	46	56.39	0.897	2500.000	28.755	0.01291
325	56	63.31	47	65.06	50	61.09	0.978	2708.333	31.151	0.01535
350	60	67.31	50	70.07	56	65.79	1.060	2916.667	33.548	0.01799
375	65	72.31	52	75.05	60	70.49	1.004	3125.000	35.944	0.01605
387.5	75	82.31	59	77.55	74	84.41	1.033	3229.167	37.142	0.01712

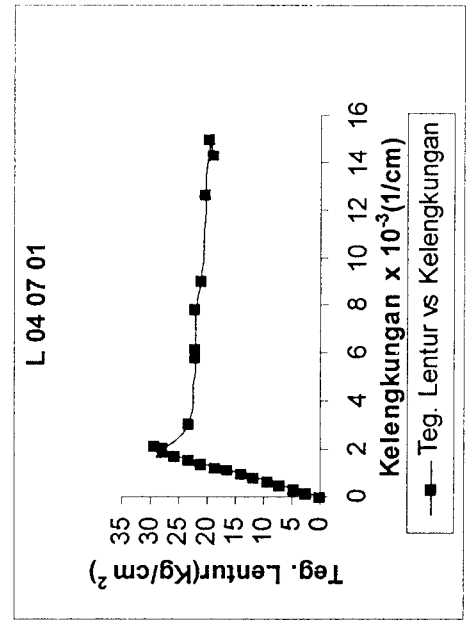
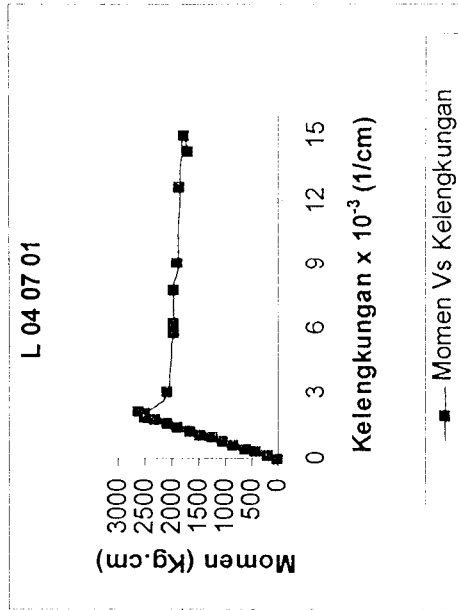
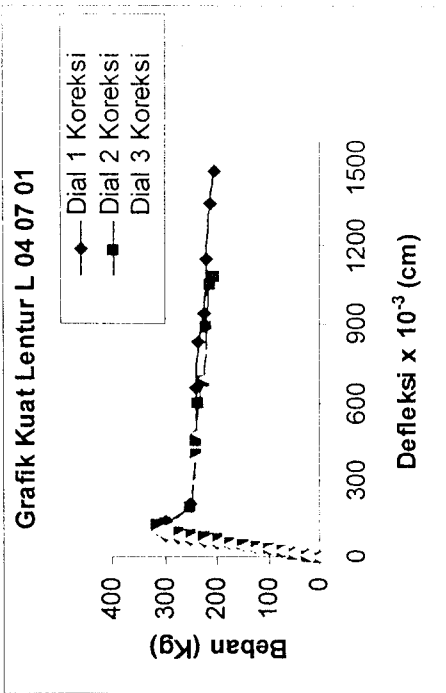




250	191	206.90	158	197.10	141	154.97	3.071	2083.333	23.238	0.05642
237.5	455	470.90	368	407.10	278	291.97	6.232	1979.167	22.076	0.12804
237.5	640	655.90	424	463.10	369	382.97	5.858	1979.167	22.076	0.11978
237	818	833.90	562	601.10	467	480.97	7.845	1975.000	22.029	0.16360
225	927	942.90	650	689.10	540	553.97	9.069	1875.000	20.914	0.18989
220	1133	1148.90	860	899.10	680	693.97	12.626	1833.333	20.449	0.26345
212.5	1346	1361.90	1021	1060.10	786	799.97	14.966	1770.833	19.752	0.31049
202.5	1472	1487.90	1048	1087.10	860	873.97	14.304	1687.500	18.823	0.29771







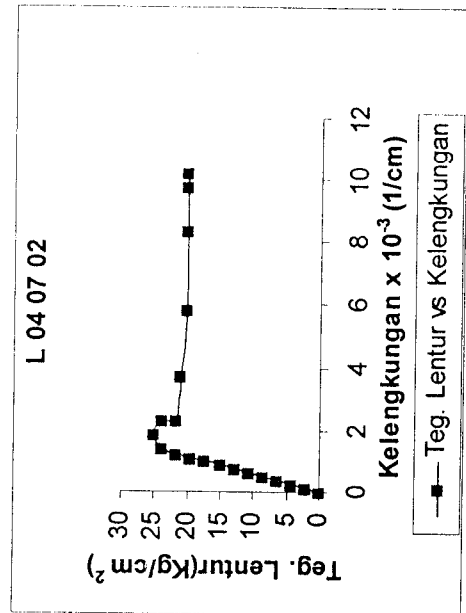
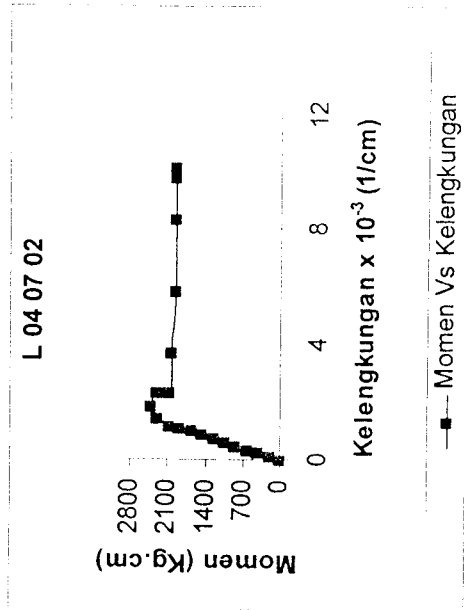
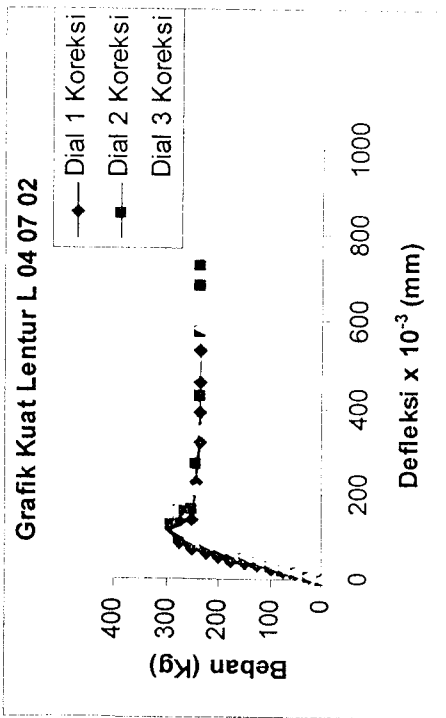
**Tabel Kuat Lentur L 04 07 02**

L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm

h = 3.400 cm  
 kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000173 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup> □	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	6.26	0	8.25	0	9.43	0.125	208.333	2.163	0.00013
50	1	12.52	0	16.51	1	18.85	0.250	416.667	4.325	0.00054
75	4	18.77	0	24.76	7	28.28	0.374	625.000	6.488	0.00121
100	10	25.03	0	33.01	13	37.70	0.499	833.333	8.651	0.00216
125	13	31.29	9	41.27	18	47.13	0.624	1041.667	10.813	0.00337
150	19	37.55	14	49.52	28	56.55	0.749	1250.000	12.976	0.00486
175	24	43.81	20	57.77	33	65.98	0.874	1458.333	15.138	0.00661
200	32	50.07	28	66.03	43	75.40	0.998	1666.667	17.301	0.00864
225	41	59.68	38	74.28	53	84.83	1.099	1875.000	19.464	0.01049
250	52	70.68	46	82.54	61	94.25	1.190	2083.333	21.626	0.01235
275	66	84.68	62	98.83	78	110.62	1.440	2291.667	23.789	0.01804
290	95	113.68	95	131.83	123	155.62	1.858	2416.667	25.087	0.02825
275	115	133.68	125	161.83	160	192.62	2.311	2291.667	23.789	0.03933
250	119	137.68	131	167.83	178	210.62	2.326	2083.333	21.626	0.03966
242.5	206	224.68	235	271.83	315	347.62	3.708	2020.833	20.978	0.06911

235	303	321.68	393	429.83	553	585.62	5.847	1958.333	20.329	0.11328
235	372	390.68	540	576.83	723	755.62	8.360	1958.333	20.329	0.16436
235	441	459.68	650	686.83	897	929.62	9.778	1958.333	20.329	0.19320
235	516	534.68	696	732.83	951	983.62	10.175	1958.333	20.329	0.20125



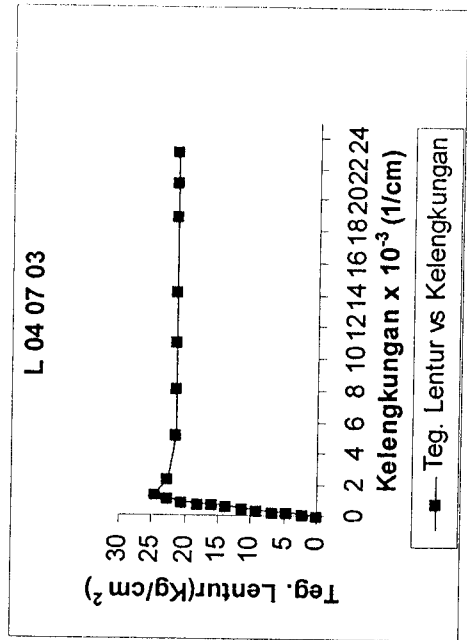
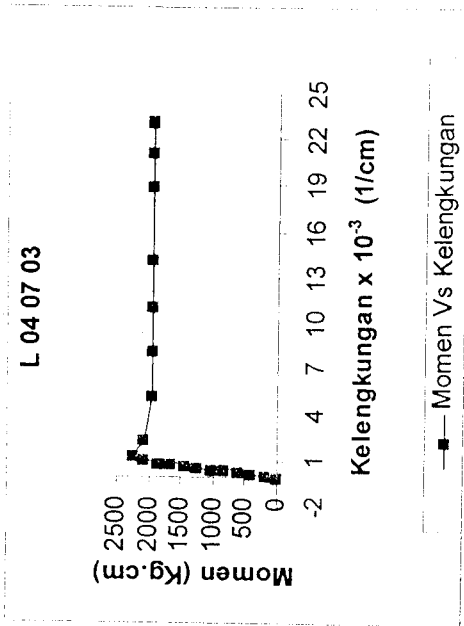
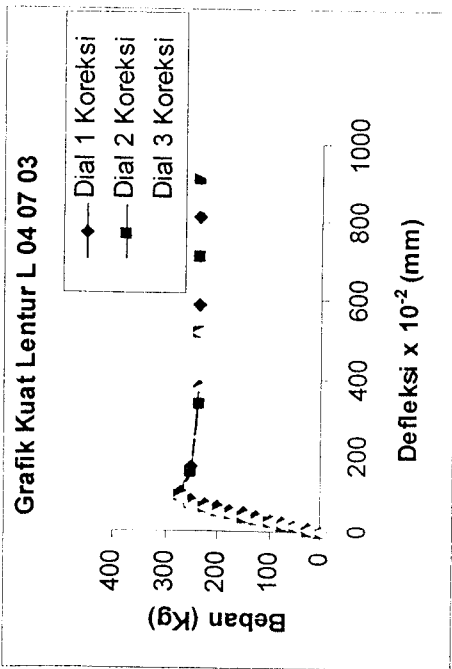
**Tabel Kuat Lentur L 04 07 03**

L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm

h = 3.315 cm  
 kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000182 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) <sup>3</sup> x 10 <sup>-3</sup> □	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) <sup>3</sup> x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) <sup>3</sup> x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) <sup>3</sup> x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) <sup>3</sup> x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) <sup>3</sup> x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) <sup>3</sup> x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	8.13	0	7.13	0	6.52	0.100	208.333	2.275	0.00011
50	10	16.25	0	14.25	1	13.04	0.200	416.667	4.550	0.00045
75	20	24.38	1	21.38	7	19.56	0.299	625.000	6.825	0.00102
100	29	32.50	10	28.51	14	26.08	0.399	833.333	9.100	0.00182
125	38	40.63	17	35.63	21	32.60	0.499	1041.667	11.375	0.00284
150	48	48.75	26	42.76	28	39.12	0.599	1250.000	13.650	0.00409
175	55	56.88	32	49.89	34	45.64	0.699	1458.333	15.925	0.00556
200	62	65.00	39	57.01	40	52.16	0.798	1666.667	18.200	0.00727
225	69	73.13	46	64.14	47	58.68	0.898	1875.000	20.475	0.00920
250	81	81.25	58	75.89	55	66.72	1.120	2083.333	22.750	0.01399
270	102	104.00	78	95.89	75	86.72	1.389	2250.000	24.570	0.02034
250	166	168.00	138	155.89	111	122.72	2.397	2083.333	22.750	0.04419
235	376	378.00	320	337.89	232	243.72	5.255	1958.333	21.385	0.10727
235	585	587.00	505	522.89	360	371.72	8.157	1958.333	21.385	0.16933

35	808	810.00	695	712.89	503	514.72	10,994	1958.333	21.385	0.23000
235	1031	1033.00	895	912.89	638	649.72	14.177	1958.333	21.385	0.29805
235	1338	1340.000	1182	1199.887	824	835.716	18.893	1958.333	21.385	0.39891
235	1502	1504.000	1322	1339.887	915	926.716	21.089	1958.333	21.385	0.44588
235	1635	1637.000	1445	1462.887	998	1009.716	23.077	1958.333	21.385	0.48838
235	1678	1680.000	1462	1479.887	1012	1023.716	23.156	1958.333	21.385	0.49007



**Tabel Kuat Lentur L 04 07 04**

L = 50 cm

h =

3.280 cm

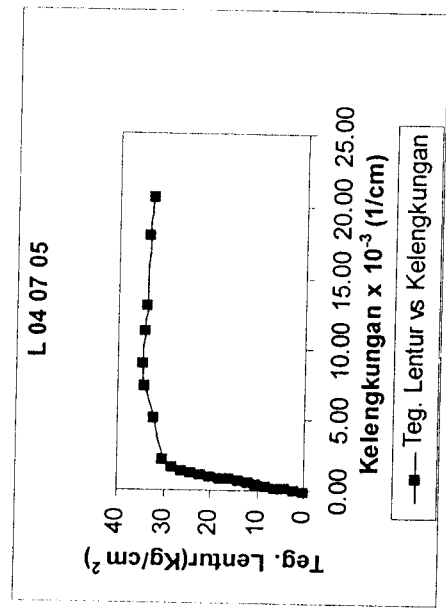
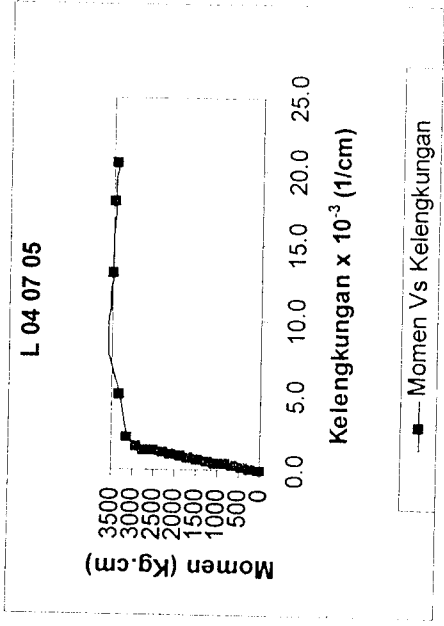
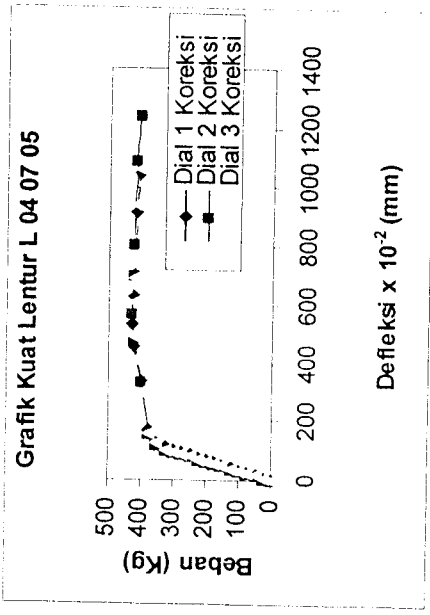
$\Delta x = 8.333 \text{ cm}$

kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000186 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) <sup>3</sup> x 10 <sup>-</sup> □	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-</sup> □				
0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	6.69	0	9.13	0	6.85	0.165	208.333	2.324	0.00019
50	2	13.38	0	18.26	2	13.71	0.331	416.667	4.648	0.00077
75	7	20.08	2	27.39	8	20.56	0.496	625.000	6.971	0.00173
100	14	26.77	6	36.52	15	27.42	0.662	833.333	9.295	0.00308
125	21	33.46	12	45.65	20	34.27	0.827	1041.667	11.619	0.00480
150	27	40.15	19	54.78	27	41.13	0.992	1250.000	13.943	0.00692
175	33	46.85	28	63.91	34	47.98	1.158	1458.333	16.266	0.00942
200	40	53.54	33	73.04	41	54.84	1.323	1666.667	18.590	0.01230
225	46	60.23	44	82.17	48	61.69	1.489	1875.000	20.914	0.01557
250	54	66.92	53	91.30	55	68.54	1.654	2083.333	23.238	0.01922
275	63	73.62	61	100.43	61	75.40	1.820	2291.667	25.561	0.02326
300	72	84.80	70	109.56	70	83.97	1.940	2500.000	27.885	0.02648
315	95	107.80	88	127.10	84	97.97	2.179	2625.000	29.279	0.03331
300	120	132.80	96	135.10	96	109.97	2.143	2500.000	27.885	0.03228



400	324	333.26	292	336.92	253	297.92	5.159	3333.333	32.100	0.1326
425	446	455.26	427	471.92	366	410.92	7.355	3541.667	34.107	0.2053
430	522	531.26	521	565.92	446	490.92	8.940	3583.333	34.508	0.2596
425	617	626.26	657	701.92	561	605.92	11.345	3541.667	34.107	0.3421
422.5	690	699.26	760	804.92	645	689.92	13.181	3520.833	33.906	0.4046
415	905	914.26	1045	1089.92	892	936.92	18.063	3458.333	33.304	0.5686
407	1038	1047.26	1200	1244.92	1015	1059.92	20.684	3391.667	32.662	0.6551



Tabel Kuat Lentur L 06 07 01

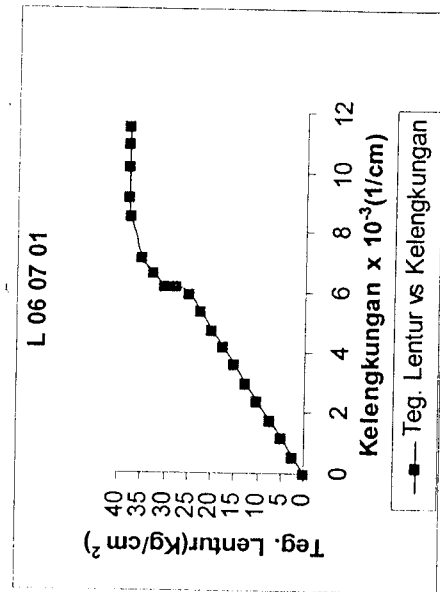
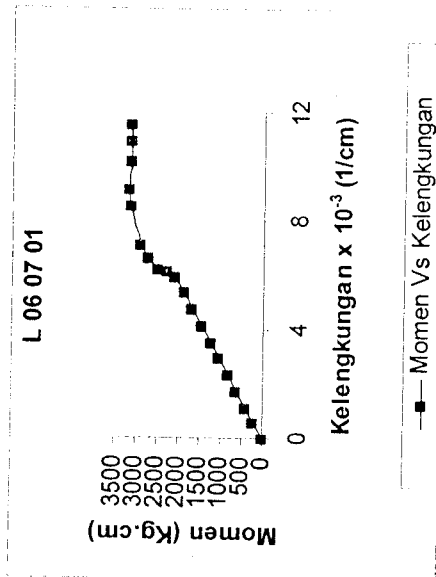
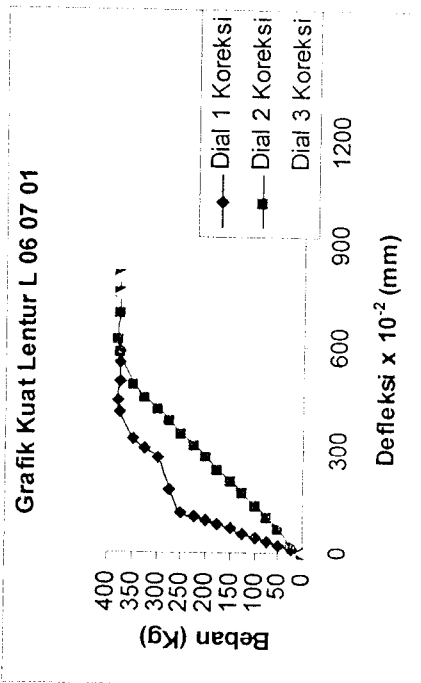
L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm

h = 3.158 cm

kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000201 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan			$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	11.58	0	0	35.09	0.596	208.333	2.508	0.00075
50	0	23.16	2	3	70.18	1.192	416.667	5.015	0.00299
75	0	34.74	12	10	105.26	1.787	625.000	7.523	0.00672
100	0	46.32	23	23	140.35	2.383	833.333	10.030	0.01195
125	0	57.89	36	35	175.44	2.979	1041.667	12.538	0.01867
150	6	69.47	49	50	210.53	3.575	1250.000	15.045	0.02689
175	18	81.05	59	58	245.61	4.170	1458.333	17.553	0.03660
200	24	92.63	68	68	280.70	4.766	1666.667	20.061	0.04781
225	40	104.21	79	80	315.79	5.362	1875.000	22.568	0.06050
250	52	115.79	95	97	350.88	5.958	2083.333	25.076	0.07470
275	116	180.63	186	200	385.96	6.170	2291.667	27.583	0.08029
300	210	274.63	321	390	421.05	6.172	2500.000	30.091	0.08035
325	239	303.63	353	438	456.14	6.643	2708.333	32.598	0.09509
350	268	332.63	391	482	491.23	7.113	2916.667	35.106	0.11102
375	344	408.63	485	588	586.12	8.541	3125.000	37.614	0.16293

380	376	440.63	526	627.12	638	799.72	9.131	3166.667	38.115	0.18529
377.5	433	497.63	603	704.12	748	909.72	10.147	3145.833	37.864	0.22386
377.5	486	550.63	664	765.12	835	996.72	10.895	3145.833	37.864	0.25221
377.5	521	585.63	712	813.12	908	1069.72	11.500	3145.833	37.864	0.27512

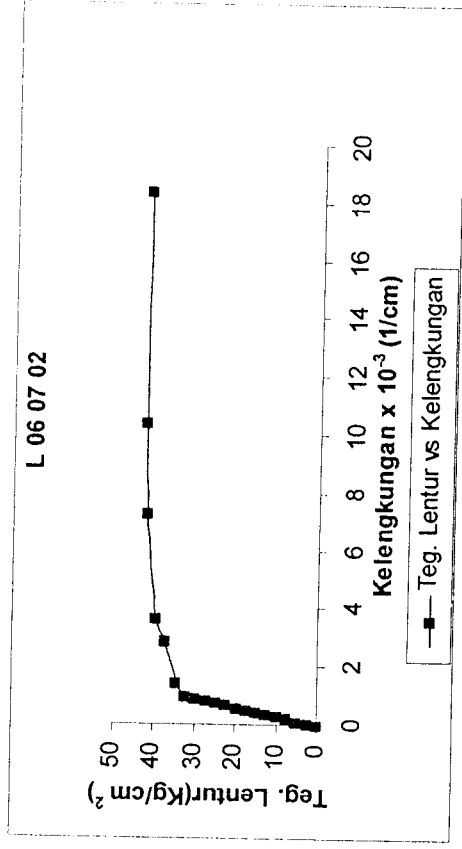
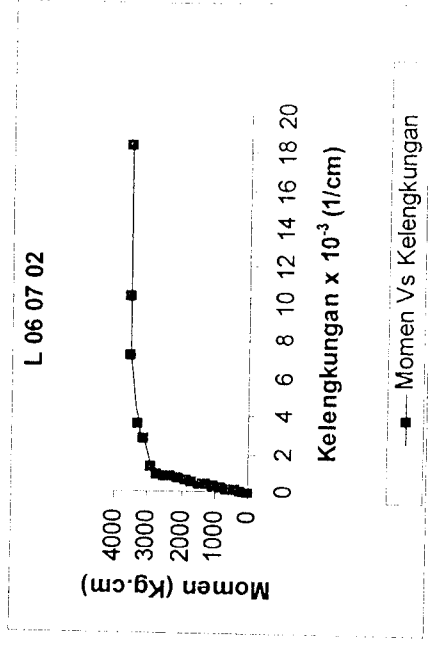
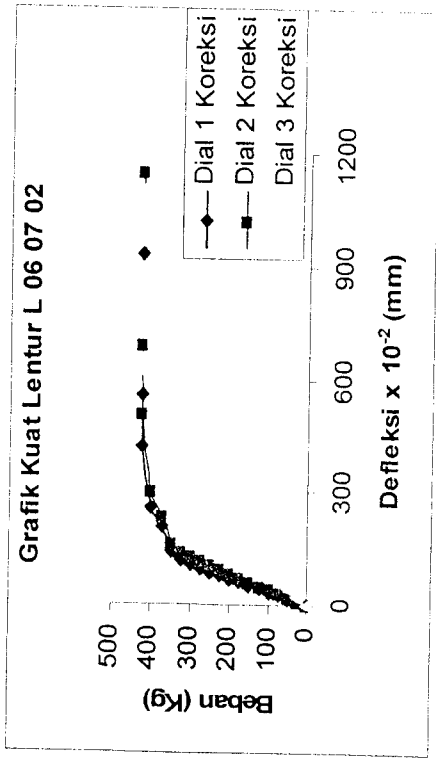


**Tabel Kuat Lentur L.06 07 02**

$L = 50 \text{ cm}$   
 $\Delta x = 8.333 \text{ cm}$   
 $h = 3.175 \text{ cm}$   
 $\text{kel. Leleh } (\Phi 0.002) = 0.000198 \text{ (1/cm)}$

Beban (Kg)	Pembacaan			Pembacaan			Pembacaan			$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>						
0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	8.54	0	0	10.51	0	22.90	0.076	208.333	2.480	0.0000	0.0000	
50	6	17.07	8	21.02	31.52	5	45.80	0.153	416.667	4.960	0.0000	0.0000	
75	16	25.61	15	42.03	63.05	16	91.60	0.229	625.000	7.440	0.0000	0.0000	
100	26	34.14	23	52.54	73.55	24	114.50	0.305	833.333	9.920	0.0015	0.0000	
125	38	42.68	31	63.05	84.06	30	137.40	0.458	1041.667	12.400	0.0023	0.0000	
150	50	51.21	40	73.55	94.57	46	160.30	0.534	1250.000	14.880	0.0034	0.0000	
175	59	59.75	48	84.06	105.08	54	183.20	0.610	1458.333	17.360	0.0040	0.0000	
200	66	68.28	54	94.57	115.59	61	206.10	0.687	1666.667	19.840	0.0060	0.0000	
225	76	76.82	63	105.08	126.09	72	229.00	0.763	1875.000	22.320	0.0070	0.0000	
250	84	85.35	69	115.59	136.60	79	251.90	0.836	2083.333	24.800	0.0094	0.0000	
275	93	94.30	77	126.09	146.76	88	274.80	0.902	2291.667	27.280	0.0112	0.0000	
300	103	104.30	87	136.60	163.76	99	297.70	0.961	2500.000	29.760	0.0132	0.0000	
325	114	115.30	98	163.76	235.76	111	320.60	1.398	2708.333	32.240	0.0150	0.0000	
350	139	140.30	125	235.76		142		2.839	2916.667	34.720	0.0297	0.0000	
375	204	205.30	197			215			3125.000	37.200	0.0815	0.0000	

400	252	253.30	263	301.76	267	447.36	3,646	3333.333	39,680	0.1125
425	420	421.30	475	513.76	445	625.36	7,261	3541.667	42,160	0.2604
427.5	559	560.30	654	692.76	589	769.36	10,379	3562.500	42,408	0.3923
425	932	933.30	1110	1148.76	927	1107.36	18,393	3541.667	42,160	0.7311





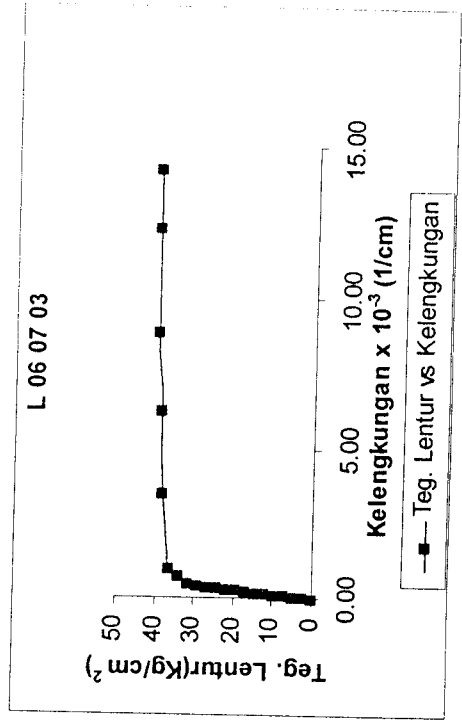
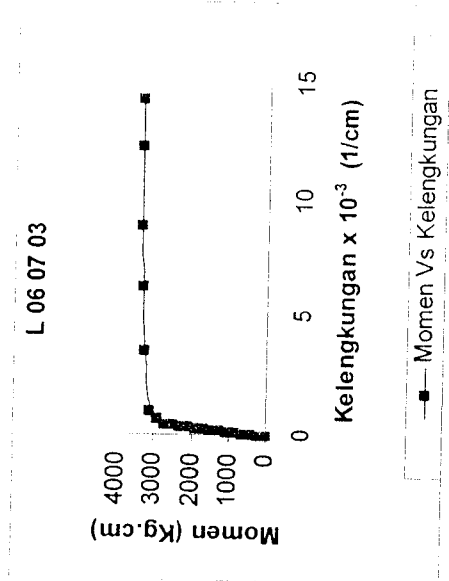
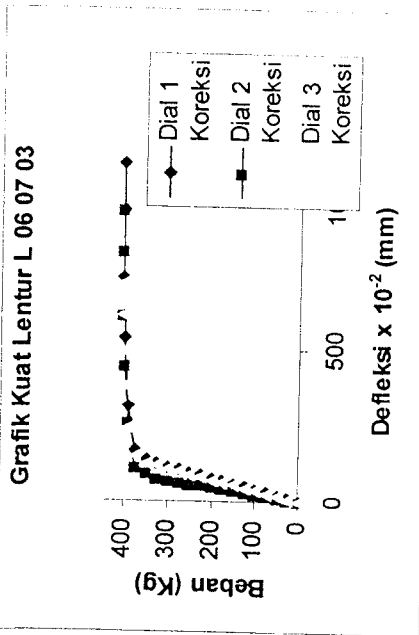
Tabel Kuat Lentur L 06 07 03

L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm

h = 3.208 cm  
 kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000194 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan			Pembacaan			$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>					
0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.000	
25	0	9.41	0	5.81	0	8.78	0	0.036	208.333	2.430	0.00004	
50	0	18.83	4	11.62	4	17.56	4	0.073	416.667	4.860	0.00018	
75	8	28.24	8	17.43	12	26.34	12	0.109	625.000	7.290	0.00040	
100	16	37.65	14	23.24	19	35.13	19	0.145	833.333	9.720	0.00071	
125	20	47.07	19	29.05	24	43.91	24	0.182	1041.667	12.150	0.00110	
150	26	56.48	26	34.86	31	52.69	31	0.218	1250.000	14.580	0.00159	
175	32	65.89	32	40.67	37	61.47	37	0.254	1458.333	17.010	0.00216	
200	38	75.31	37	46.48	42	70.25	42	0.291	1666.667	19.440	0.00282	
225	42	84.72	42	52.29	48	79.03	48	0.327	1875.000	21.870	0.00358	
250	46	94.13	47	58.10	54	87.81	54	0.363	2083.333	24.300	0.00441	
275	52	103.55	54	63.91	61	96.60	61	0.400	2291.667	26.730	0.00534	
300	58	112.96	60	69.72	67	105.38	67	0.436	2500.000	29.160	0.00636	
325	68	122.37	69	75.53	77	114.16	77	0.472	2708.333	31.590	0.00746	
350	83	131.79	80	89.24	89	122.94	89	0.736	2916.667	34.020	0.01612	
375	111	162.56	104	113.24	112	147.78	112	1.027	3125.000	36.450	0.02637	

392.5	259	310.56	250	259.24	203	238.78	3.511	3270.833	38.151	0.11903
400	490	541.559	440	449.242	345	380.776	6.298	3333.333	38.880	0.22636
407.5	682	733.559	605	614.242	460	495.776	8.840	3395.833	39.609	0.32611
407.5	904	955.559	810	819.242	579	614.776	12.289	3395.833	39.609	0.46272
407.5	1058	1109.559	943	952.242	682	717.776	14.269	3395.833	39.609	0.54115



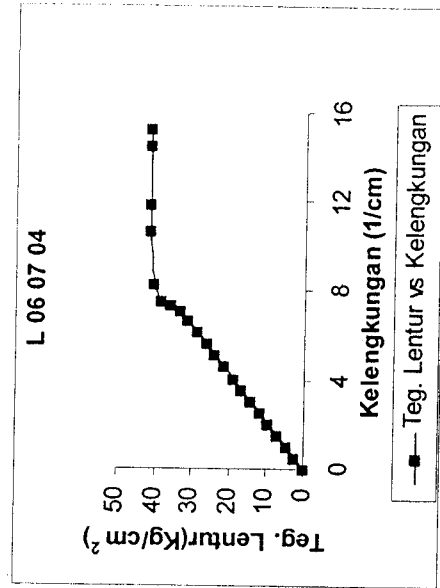
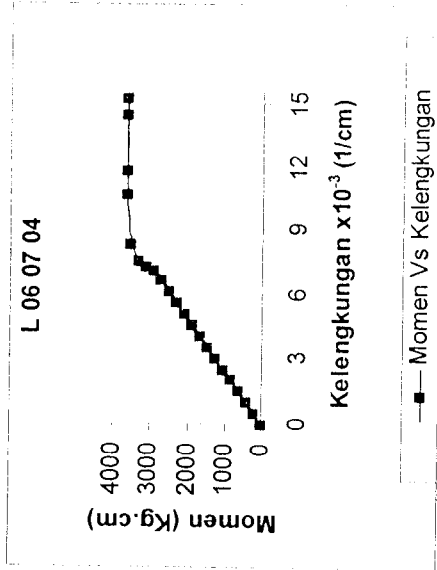
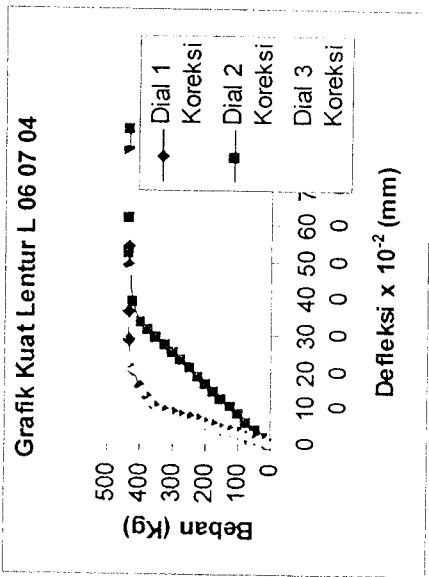
Tabel Kuat Lentur L 06 07 04

L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm

h = 3.243 cm  
 kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000190 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan			Pembacaan		$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>					
0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	
25	0	7.10	0	21.11	0	6.12	0.513	208.333	2.378	0.00061	
50	6	14.21	0	42.21	2	12.24	1.025	416.667	4.756	0.00244	
75	10	21.31	2	63.32	7	18.36	1.538	625.000	7.133	0.00549	
100	15	28.42	8	84.42	12	24.48	2.051	833.333	9.511	0.00975	
125	20	35.52	13	105.53	18	30.60	2.563	1041.667	11.889	0.01524	
150	26	42.63	21	126.64	24	36.72	3.076	1250.000	14.267	0.02194	
175	31	49.73	28	147.74	28	42.84	3.589	1458.333	16.645	0.02987	
200	36	56.83	33	168.85	33	48.96	4.101	1666.667	19.023	0.03901	
225	43	63.94	39	189.95	38	55.08	4.614	1875.000	21.400	0.04937	
250	47	71.04	43	211.06	42	61.20	5.127	2083.333	23.778	0.06095	
275	54	78.15	50	232.17	47	67.32	5.639	2291.667	26.156	0.07375	
300	61	85.25	56	253.27	54	73.44	6.152	2500.000	28.534	0.08777	
325	69	92.36	64	274.38	62	79.56	6.665	2708.333	30.912	0.10301	
350	82	99.46	76	295.48	74	92.72	7.127	2916.667	33.290	0.11784	
375	107	128.72	99	316.59	100	118.72	7.337	3125.000	35.667	0.12508	

400	136	157.72	125	337.70	127	145.72	7.541	3333.333	38,045	0.13262
425	184	205.72	176	391.04	185	203.72	8.315	3541.667	40,423	0.16295
435	262	283.72	309	524.04	314	332.72	10.655	3625.000	41,374	0.25867
435	339	360.72	404	619.04	452	470.72	11.843	3625.000	41,374	0.30782
435	467	488.72	585	800.04	678	696.72	14.507	3625.000	41,374	0.41805
435	518	539.72	646	861.04	766	784.72	15.263	3625.000	41,374	0.44933



Tabel Kuat Lentur L 06 07 05

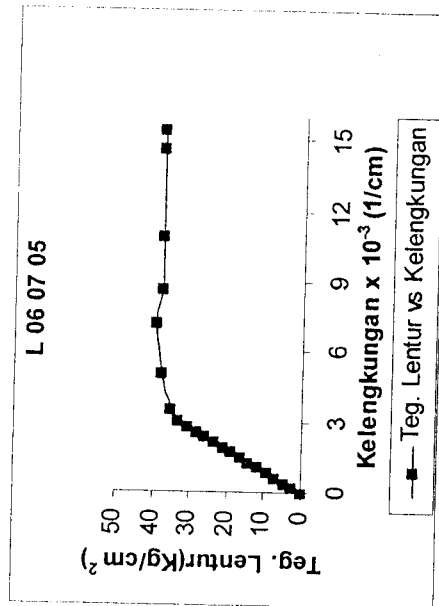
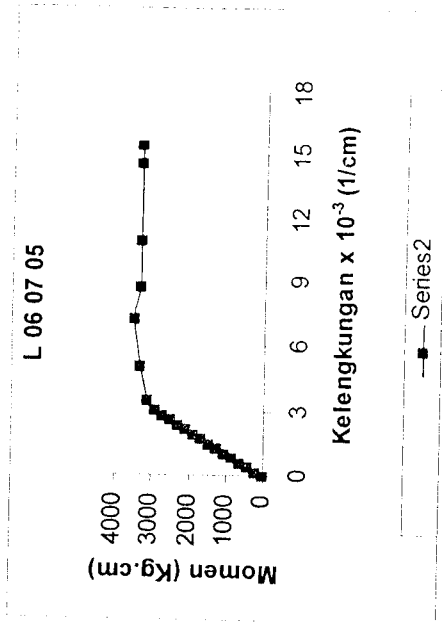
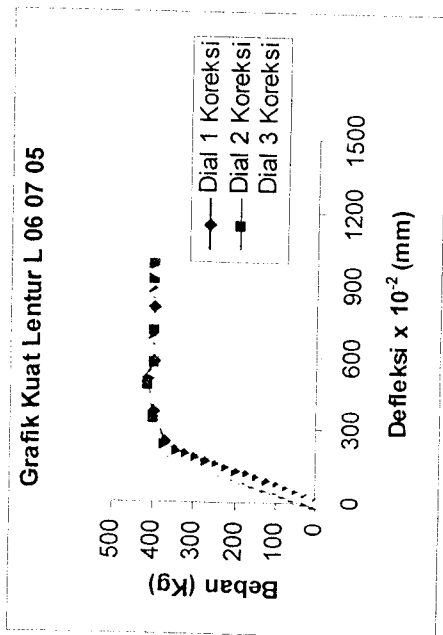
L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm

h = 3.260 cm  
 kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000188 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0	0.00	0	-	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	14.88	0	14.49	0	12.8455	0.218	208.333	2.352	0.00026
50	11	29.76	8	28.98	4	25.6911	0.435	416.667	4.705	0.00102
75	24	44.64	17	43.47	12	38.5366	0.653	625.000	7.057	0.00230
100	38	59.52	26	57.95	21	51.3822	0.871	833.333	9.409	0.00410
125	50	74.40	35	72.44	30	64.2277	1.088	1041.667	11.762	0.00640
150	63	89.28	45	86.93	41	77.0733	1.306	1250.000	14.114	0.00922
175	75	104.15	54	101.42	49	89.9188	1.524	1458.333	16.467	0.01254
200	86	119.03	62	115.91	57	102.7644	1.741	1666.667	18.819	0.01639
225	100	133.91	71	130.40	68	115.6099	1.959	1875.000	21.171	0.02074
250	114	148.79	89	144.89	79	128.4555	2.177	2083.333	23.524	0.02560
275	128	163.67	100	159.37	90	141.3010	2.394	2291.667	25.876	0.03098
300	144	178.55	120	173.86	104	154.1465	2.612	2500.000	28.228	0.03687
325	158	193.43	135	188.35	117	166.9921	2.830	2708.333	30.581	0.04327
350	176	208.31	151	202.84	132	179.8376	3.047	2916.667	32.933	0.05018
375	211	245.24	181	235.38	161	210.3880	3.499	3125.000	35.285	0.06557
400	336	370.24	290	344.38	249	298.3880	5.104	3333.333	37.638	0.12412

415	475	509.24	431	485.38	373	422.3880	7.272	3458.333	39.049	0.20722
400	541	575.24	523	577.38	474	523.3880	8.719	3333.333	37.638	0.26272
400	632	666.24	657	711.38	610	659.3880	10.944	3333.333	37.638	0.34646
400	765	799.24	867	921.38	807	856.3880	14.616	3333.333	37.638	0.48468
400	829	863.24	933	987.38	895	944.3880	15.423	3333.333	37.638	0.51503





Tabel Kuat Lentur L 08 07 01

L = 50 cm

h =

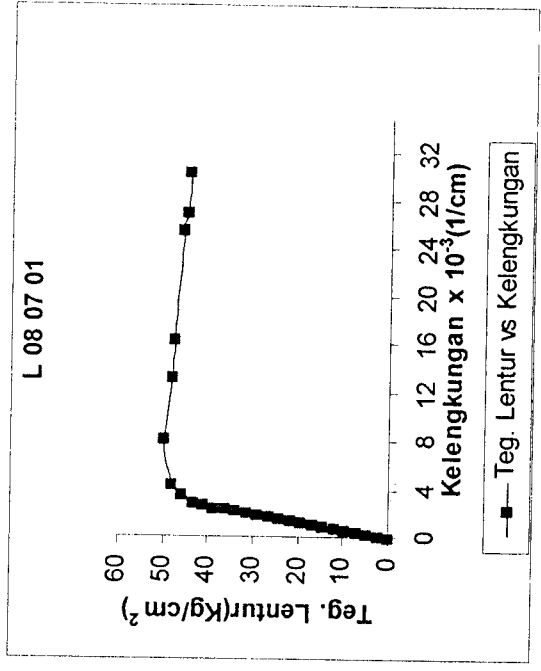
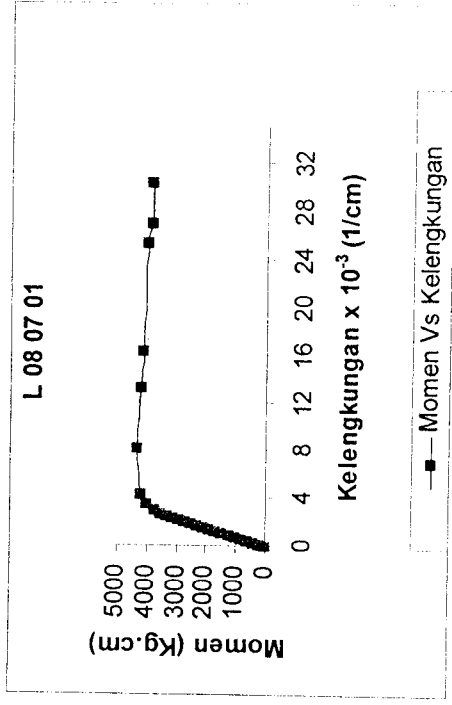
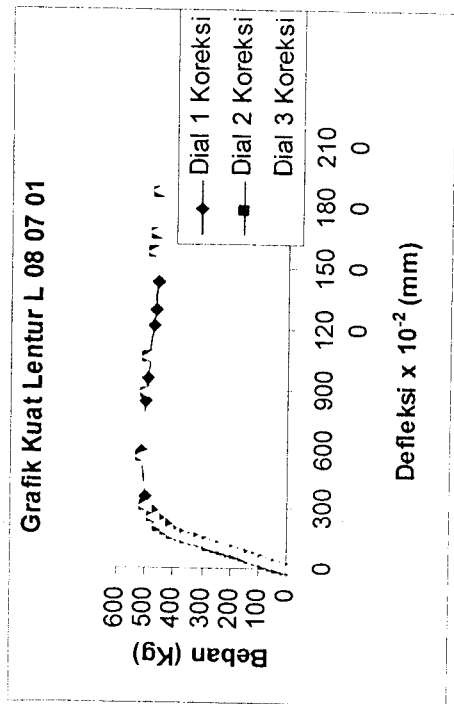
3.218 cm

$\Delta x = 8.333$  cm

kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000193 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan			Pembacaan			Pembacaan			$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>						
0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	
25	0	10.83	0	0	10.90	0	0	10.40	0.161	208.333	2.414	0.00019	
50	2	21.66	0	0	21.81	0	0	20.79	0.322	416.667	4.828	0.00078	
75	8	32.49	2	2	32.71	2	2	31.19	0.484	625.000	7.243	0.00175	
100	14	43.32	6	6	43.62	6	6	41.58	0.645	833.333	9.657	0.00311	
125	20	54.15	11	11	54.52	11	11	51.98	0.806	1041.667	12.071	0.00487	
150	27	64.98	17	17	65.43	17	17	62.37	0.967	1250.000	14.485	0.00701	
175	35	75.81	26	26	76.33	26	26	72.77	1.129	1458.333	16.899	0.00954	
200	44	86.64	33	33	87.23	33	33	83.16	1.290	1666.667	19.313	0.01246	
225	54	97.47	42	42	98.14	42	42	93.56	1.451	1875.000	21.728	0.01576	
250	63	108.30	51	51	109.04	51	51	103.95	1.612	2083.333	24.142	0.01946	
275	72	119.13	60	60	119.95	60	60	114.35	1.774	2291.667	26.556	0.02355	
300	80	129.96	67	67	130.85	67	67	124.74	1.935	2500.000	28.970	0.02803	
325	93	140.79	76	76	141.75	76	76	135.14	2.096	2708.333	31.384	0.03289	
350	106	151.62	89	89	152.66	89	89	145.53	2.257	2916.667	33.798	0.03815	
375	120	167.16	98	98	163.56	98	98	155.93	2.385	3125.000	36.213	0.04260	

400	14C	187.16	11%	34.27	1.00	187.16	1.00	39.620	0.01617
42E	161	218.16	1.92	45.29	1.92	218.16	1.92	41.12	0.01776
450	192	239.16	1.84	51.720	1.84	239.16	1.84	43.58	0.0192
47E	238	285.16	1.91	57.09	1.84	285.16	1.84	48.90	0.022
500	314	361.16	2.57	70.29	2.57	361.16	2.57	61.29	0.029
517.5	540	537.16	3.07	87.00	3.07	537.16	3.07	76.29	0.03
500	799	845.16	5.3	139.29	5.3	845.16	5.3	129.12	0.03583
495	913	989.16	6.2	197.29	6.2	989.16	6.2	182.9	0.04079
475	1170	1217.16	7.0	258.29	7.0	1217.16	7.0	243.00	0.0476
465	1248	1295.16	6.1	297.29	6.1	1295.16	6.1	283.82	0.0506
460	1383	1431.16	5.9	338.29	5.9	1431.16	5.9	324.53	0.0527



Tabel Kuat Lentur L 08 07 02

L = 50 cm

h =

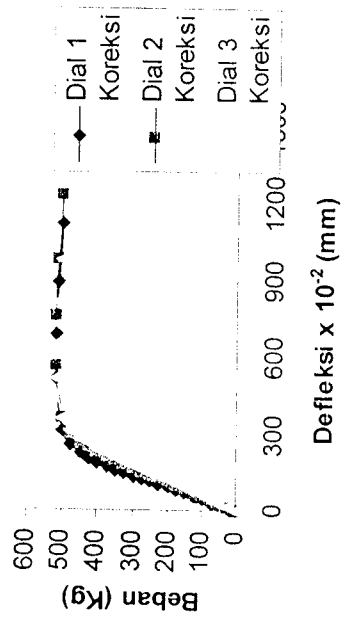
3.240 cm

$\Delta x = 8.333 \text{ cm}$

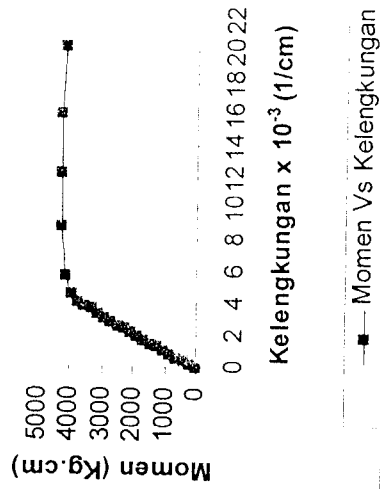
kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000191 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan			Pembacaan			Pembacaan			$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>						
0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	
25	0	11.33	0	0	14.41	0	0	15.22	0.224	208.333	2.381	0.00027	
50	2	22.67	14	14	28.82	1	1	30.45	0.448	416.667	4.763	0.00107	
75	12	34.00	25	25	43.23	12	12	45.67	0.671	625.000	7.144	0.00240	
100	24	45.33	38	38	57.63	29	29	60.89	0.895	833.333	9.526	0.00426	
125	33	56.66	48	48	72.04	38	38	76.12	1.119	1041.667	11.907	0.00666	
150	44	68.00	60	60	86.45	44	44	91.34	1.343	1250.000	14.289	0.00959	
175	53	79.33	71	71	100.86	58	58	106.56	1.566	1458.333	16.670	0.01306	
200	60	90.66	82	82	115.27	71	71	121.79	1.790	1666.667	19.052	0.01705	
225	69	101.99	92	92	129.68	86	86	137.01	2.014	1875.000	21.433	0.02158	
250	80	113.33	103	103	144.08	102	102	152.23	2.238	2083.333	23.815	0.02665	
275	89	124.66	112	112	158.49	113	113	167.46	2.462	2291.667	26.196	0.03224	
300	98	135.99	125	125	172.90	125	125	182.68	2.685	2500.000	28.578	0.03837	
325	109	147.33	140	140	187.31	137	137	197.91	2.909	2708.333	30.959	0.04503	
350	123	158.66	155	155	201.72	152	152	213.13	3.133	2916.667	33.341	0.05223	
375	136	169.99	169	169	216.13	169	169	228.35	3.357	3125.000	35.722	0.05995	

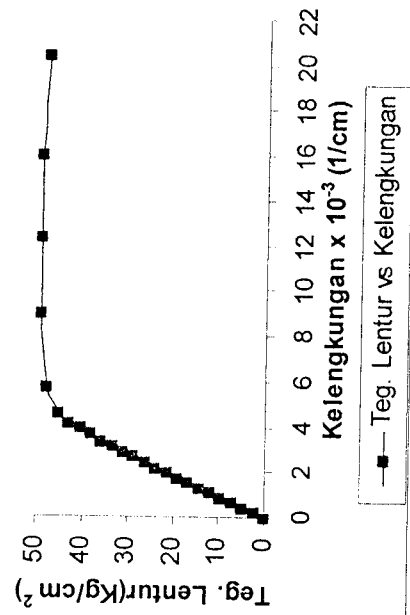
Grafik Kuat Lentur L 08 07 02



L 08 07 02



L 08 07 02

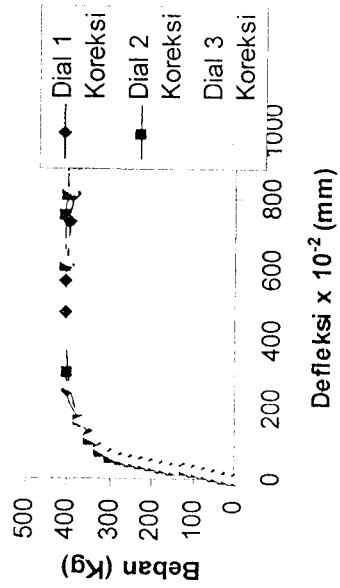


Tabel Kuat Lentur L 08 07 03

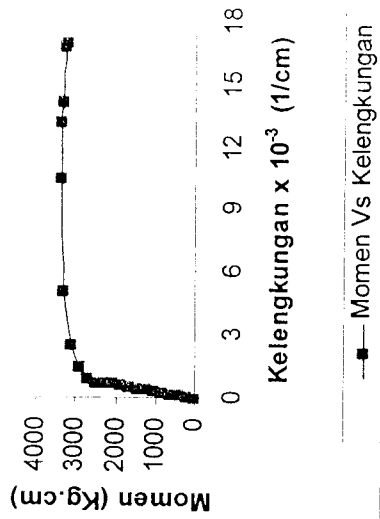
L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm  
 $h = 3.300$  cm  
 kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) =  $0.000184$  (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan			$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0	0.00	0	0.000	0.000	0.000	0.0000
25	0	5.11	0	5.06	0	0.072	208.333	2.296	0.00008
50	5	10.23	6	10.12	3	0.145	416.667	4.591	0.00033
75	8	15.34	11	15.18	6	0.217	625.000	6.887	0.00075
100	12	20.45	26	20.24	10	0.290	833.333	9.183	0.00133
125	18	25.57	34	25.29	17	0.362	1041.667	11.478	0.00208
150	24	30.68	40	30.35	22	0.435	1250.000	13.774	0.00299
175	28	35.80	45	35.41	28	0.507	1458.333	16.070	0.00408
200	33	40.91	49	40.47	32	0.580	1666.667	18.365	0.00532
225	38	46.02	53	45.53	36	0.652	1875.000	20.661	0.00674
250	44	51.14	57	50.59	42	0.725	2083.333	22.957	0.00832
275	48	56.25	61	55.65	48	0.797	2291.667	25.253	0.01007
300	59	66.82	71	60.71	61	0.768	2500.000	27.548	0.00930
325	77	84.82	84	76.06	76	0.973	2708.333	29.844	0.01517
350	113	120.82	119	111.06	109	1.484	2916.667	32.140	0.03102
375	154	161.82	177	169.06	154	2.535	3125.000	34.435	0.06601

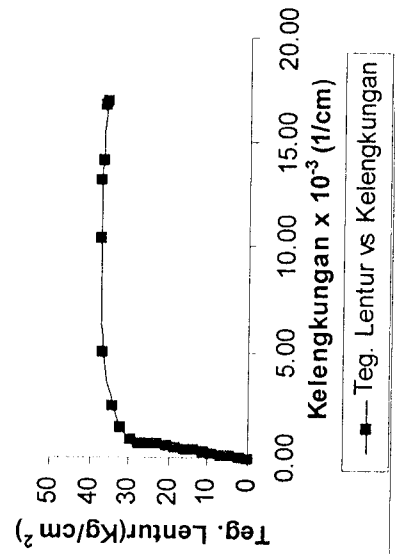
Grafik Kuat Lentur L 08 07 03



L 08 07 03



L 08 07 03





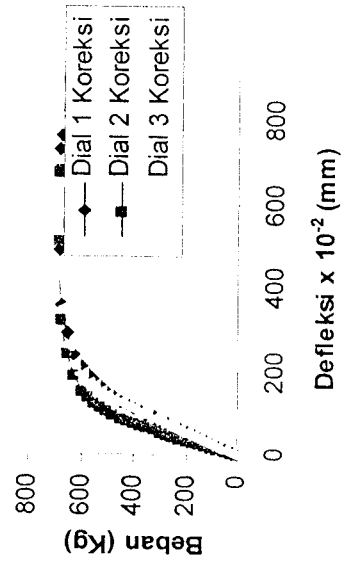
Tabel Kuat Lentur L 08 07 04

L = 50 cm      h = 3.340 cm  
 $\Delta x = 8.333 \text{ cm}$       kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000179 (1/cm)

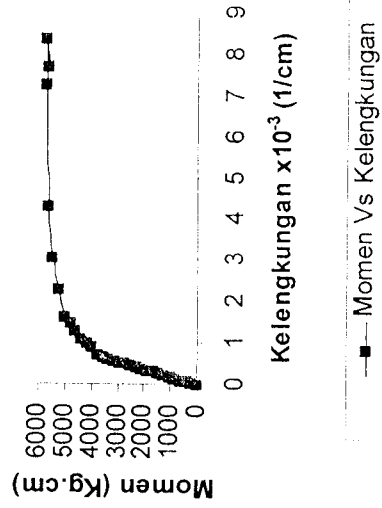
Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial 1 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	7.14	0	4.89	0	7.01	0.039	208.333	2.241	0.00004
50	6	14.28	0	9.79	2	14.02	0.078	416.667	4.482	0.00018
75	12	21.41	5	14.68	6	21.03	0.117	625.000	6.723	0.00039
100	18	28.55	10	19.57	11	28.04	0.156	833.333	8.964	0.00070
125	25	35.69	14	24.47	15	35.05	0.195	1041.667	11.205	0.00109
150	30	42.83	18	29.36	19	42.06	0.234	1250.000	13.446	0.00158
175	34	49.97	22	34.25	22	49.07	0.273	1458.333	15.687	0.00215
200	39	57.10	25	39.15	26	56.08	0.313	1666.667	17.928	0.00280
225	43	64.24	30	44.04	31	63.09	0.352	1875.000	20.169	0.00355
250	50	71.38	35	48.94	36	70.10	0.391	2083.333	22.410	0.00438
275	54	78.52	38	53.83	40	77.11	0.430	2291.667	24.651	0.00530
300	60	85.66	42	58.72	47	84.12	0.469	2500.000	26.892	0.00630
325	65	92.79	45	63.62	52	91.13	0.508	2708.333	29.133	0.00740
350	70	99.93	50	68.51	55	98.14	0.547	2916.667	31.374	0.00858
375	75	107.07	53	73.40	60	105.15	0.586	3125.000	33.615	0.00985

400	83	114.21	58	78.30	67	112.16	0.625	3333.333	35.856	0.01121
425	90	121.35	63	83.19	72	119.17	0.664	3541.667	38.097	0.01265
450	98	128.48	70	88.08	79	126.18	0.703	3750.000	40.338	0.01418
475	109	140.01	80	99.35	88	133.19	0.894	3958.333	42.580	0.02210
500	118	149.01	88	107.35	97	140.21	1.009	4166.667	44.821	0.02714
525	132	163.01	97	116.35	107	152.17	1.082	4375.000	47.062	0.03045
550	146	177.01	110	129.35	119	164.17	1.269	4583.333	49.303	0.03947
575	164	195.01	123	142.35	123	168.17	1.485	4791.667	51.544	0.05037
600	180	211.01	138	157.35	147	192.17	1.629	5000.000	53.785	0.05795
625	211	242.01	175	194.35	172	217.17	2.291	5208.333	56.026	0.09432
650	262	293.01	227	246.35	220	265.17	3.076	5416.667	58.267	0.13917
675	329	360.01	307	326.35	304	349.17	4.293	5625.000	60.508	0.21144
685	460	491.01	495	514.35	508	553.17	7.296	5708.333	61.404	0.39447
682.5	698	729.01	660	679.35	782	827.17	8.361	5687.500	61.180	0.45979
672.5	730	761.01	662.00	681.35	848	893.17	7.713	5604.167	60.284	0.42043

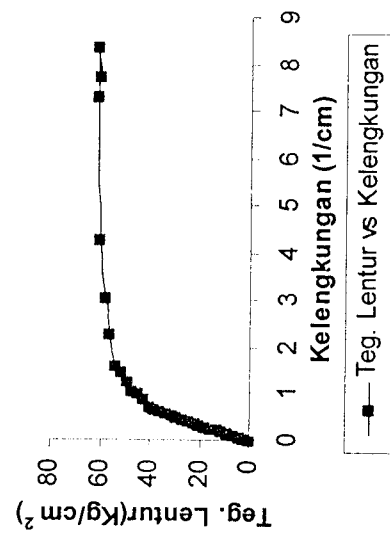
Grafik Kuat Lentur L 08 07 04



L 08 07 04



L 08 07 04



Tabel Kuat Lentur L 08 07 05

L = 50 cm  
 $\Delta x = 8.333$  cm  
 $h = 3.160$  cm  
 kel. Leleh ( $\Phi 0.002$ ) = 0.000200 (1/cm)

Beban (Kg)	Pembacaan		Pembacaan		Pembacaan		$\phi$ (1/cm) x 10 <sup>-3</sup>	M kg.cm	Teg. Lentur kg/cm <sup>2</sup>	Et
	Dial P (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 2 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Dial 3 (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	0.00	0	0.00	0	-	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0	10.83	0	12.54	0	8.2585	0.224	208.333	2.504	0.00028
50	2	21.67	4	25.07	2	16.5169	0.447	416.667	5.007	0.00112
75	10	32.50	12	37.61	10	24.7754	0.671	625.000	7.511	0.00252
100	27	43.33	27	50.15	23	33.0338	0.894	833.333	10.014	0.00448
125	36	54.17	36	62.68	31	41.2923	1.118	1041.667	12.518	0.00700
150	47	65.00	49	75.22	41	49.5507	1.342	1250.000	15.022	0.01008
175	53	75.83	56	87.76	48	57.8092	1.565	1458.333	17.525	0.01372
200	62	86.67	66	100.30	57	66.0677	1.789	1666.667	20.029	0.01792
225	70	97.50	76	112.83	64	74.3261	2.013	1875.000	22.532	0.02267
250	79	108.33	84	125.37	71	82.5846	2.236	2083.333	25.036	0.02799
275	88	119.17	93	137.91	80	90.8430	2.460	2291.667	27.540	0.03387
300	100	130.00	106	150.44	90	99.1015	2.683	2500.000	30.043	0.04031
325	111	140.83	118	162.98	103	113.1853	2.865	2708.333	32.547	0.04600
350	125	155.08	129	175.52	114	124.1853	3.044	2916.667	35.050	0.05205
375	144	174.08	147	188.05	133	143.1853	3.132	3125.000	37.554	0.05523



## PERHITUNGAN KEBUTUHAN MATERIAL

Perhitungan Kebutuhan Material Sample :

### 1. Material Penyusun Sampel

#### a. Semen

Merek : Semen Gresik 50 kg

Bj Semen :  $3150 \text{ kg/m}^3$

#### b. Pasir

Asal : Kabupaten Sleman

Bj Pasir :  $2700 \text{ kg/m}^3$

#### c. Air

Asal : Lab. BKT

Bj Air :  $1000 \text{ kg/m}^3$

#### d. Kawat Bendrat

Asal : Toko Material Jakal km8

Bj Bendrat :  $7850 \text{ kg/m}^3$

Perbandingan berat ( Semen : Pasir : Air : Bendrat )

$$1 : 5 : 0.9 : b$$

$b = \text{perbandingan berat bendrat terhadap berat total campuran}$

$(\text{semen} + \text{pasir} + \text{air})$ .



## 2. Perhitungan

Hitungan Rencana

Volume Cetakan Desak =  $0.0075 \text{ m}^3$

Persentase kawat bendrat = 0%

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = V_{\text{tot}}$$

Sama dengan;

$$\frac{m_1}{B_{j\text{semen}}} + \frac{m_2}{B_{j\text{pasir}}} + \frac{m_3}{B_{j\text{air}}} + \frac{m_4}{B_{j\text{bendrat}}} = 0.0075 \text{ m}^3$$

$$\frac{1}{3150} + \frac{5}{2700} + \frac{0.9}{1000} + \frac{0}{7850} = 0.0075 \text{ m}^3$$

$$(0.00032 + 0.00185 + 0.0009 + 0) \cdot x = 0.0075 \text{ m}^3$$

$$0.003069 \cdot x = 0.0075 \text{ m}^3$$

$$x = 2,44$$

Sehingga kebutuhan material untuk 1 buah cetakan =

Semen	:	Pasir	:	Air	:	Bendrat
(1 x 2,44)	:	(5 x 2,44)	:	(0.9 x 2,44)	:	(0 x 2,44)
2,44 Kg	:	12,22 Kg	:	2,20 Kg	:	0

Karena terdapat 5 buah sampel yang akan diujikan, maka pencampuran harus homogen, sehingga dilakukan pencampuran untuk 5 sampel.



Sehingga kebutuhan material untuk 5 buah cetakan =

Semen	:	Pasir	:	Air	:	Bendrat
(2,44 x 5)	:	(12,22 x 5)	:	(2,20 x 5)	:	0
12,22 Kg	:	61,09 Kg	:	10,10 Kg	:	0 Kg

### 3. Perhitungan

Hitungan Rencana

$$\text{Volume Cetakan Lentur} = 0.0078 \text{ m}^3$$

$$\text{Persentase kawat bendrat} = 0\%$$

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = V_{\text{tot}}$$

Sama dengan;

$$\frac{m_1}{B_j \text{ semen}} + \frac{m_2}{B_j \text{ pasir}} + \frac{m_3}{B_j \text{ air}} + \frac{m_4}{B_j \text{ bendrat}} = 0.0078 \text{ m}^3$$

$$\frac{1}{3150} + \frac{5}{2700} + \frac{0.9}{1000} + \frac{0}{7860} = 0.0078 \text{ m}^3$$

$$(0.00032 + 0.00185 + 0.0009 + 0) \cdot x = 0.0078 \text{ m}^3$$

$$0,003069 \cdot x = 0.0078 \text{ m}^3$$

$$x = 2,54$$

Sehingga kebutuhan material untuk 1 buah cetakan =

Semen	:	Pasir	:	Air	:	Bendrat
(1 x 2,54)	:	(5 x 2,54)	:	(0.9 x 2,54)	:	(0 x 2,54)
2,54 Kg	:	12,71 Kg	:	2,29 Kg	:	0



Karena terdapat 5 buah sampel yang akan diujikan, maka pencampuran harus homogen, sehingga dilakukan pencampuran untuk 5 sampel.

Sehingga kebutuhan material untuk 5 buah cetakan =

Semen	:	Pasir	:	Air	:	Bendrat
(2,54 x 5)	:	(12,71 x 5)	:	(2,29 x 5)	:	0
12,71 Kg	:	63,53 Kg	:	11,44 Kg	:	0 Kg

#### 4. Perhitungan

Hitungan Rencana

Volume Cetakan Tekan =  $0.0075 \text{ m}^3$

Persentase kawat Bendrat = 4%

Panjang = 7 cm

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = V_{\text{tot}}$$

Sama dengan;

$$\frac{m_1}{B_{\text{jsemen}}} + \frac{m_2}{B_{\text{jpasir}}} + \frac{m_3}{B_{\text{jair}}} + \frac{m_4}{B_{\text{jbendrat}}} = 0.0075 \text{ m}^3$$

$$\frac{1}{3150} + \frac{5}{2700} + \frac{0.9}{1000} + \frac{0,276}{7860} = 0.0075 \text{ m}^3$$

$$(0.00032 + 0.00185 + 0.0009 + 0.000035) \cdot x = 0.0075 \text{ m}^3$$

$$0,003105 \cdot x = 0.0075 \text{ m}^3$$

$$x = 2,416$$





Sehingga kebutuhan material untuk 1 buah cetakan =

Semen	:	Pasir	:	Air	:	Bendrat
(1 x 2,416)	:	(5 x 2,416)	:	(0,9 x 2,416)	:	(0,276 x 2,416)
2,416 Kg	:	12,08 Kg	:	2,174 Kg	:	0,667 Kg

Karena terdapat 5 buah sampel yang akan diujikan, maka pencampuran harus homogen, sehingga dilakukan pencampuran untuk 5 sampel.

Sehingga kebutuhan material untuk 5 buah cetakan =

Semen	:	Pasir	:	Air	:	Bendrat
(2,416 x 5)	:	(12,08 x 5)	:	(2,174 x 5)	:	(0,667 x 5)
12,08 Kg	:	60,4 Kg	:	10,87 Kg	:	3,34 Kg

## 5. Perhitungan

Hitungan Rencana

Volume Cetakan Lentur =  $0.0078 \text{ m}^3$

Persentase kawat bendrat = 4%

Panjang = 7 cm

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = V_{\text{tot}}$$

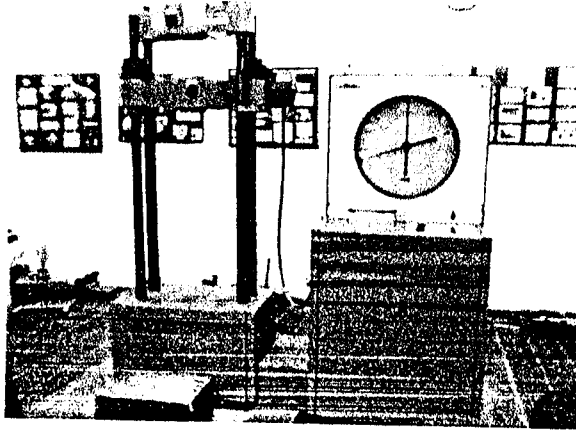
Sama dengan;

$$\frac{m_1}{B_j \text{ semen}} + \frac{m_2}{B_j \text{ pasir}} + \frac{m_3}{B_j \text{ air}} + \frac{m_4}{B_j \text{ bendrat}} = 0.0078 \text{ m}^3$$

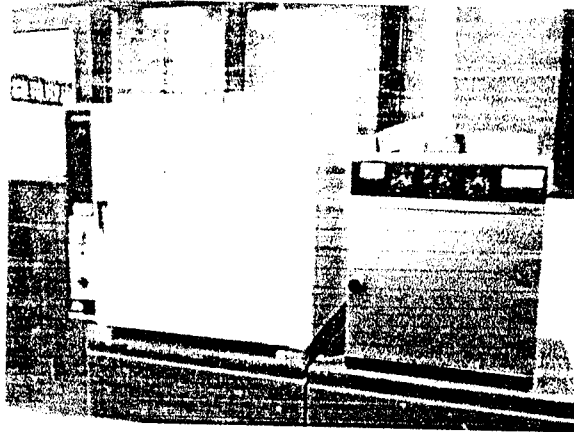
# **L a m p i r a n**

## **III**

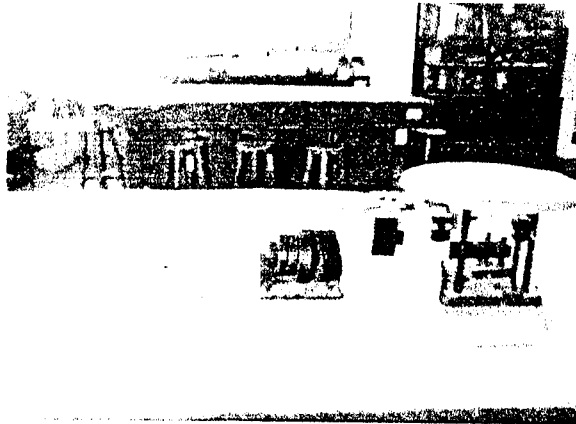
## DOKUMENTASI PENELITIAN



**Gambar 1.** Alat Uji *Universal Testing Material (UTM)*  
Merk SIMATZU type 39



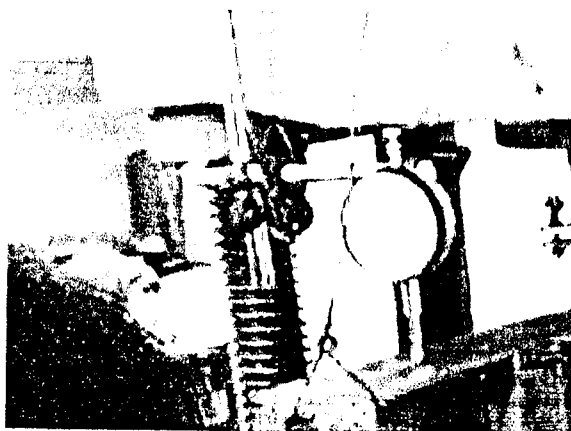
**Gambar 2.** Oven



Gambar 3. Neraca/Timbangan Merk O'house



Gambar 4. Alat Potong Kawat Bendrat



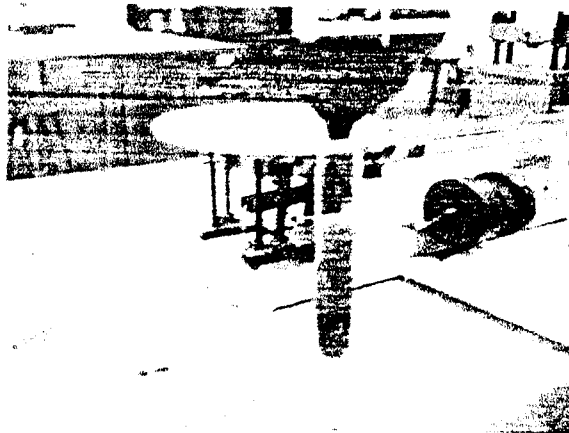
Gambar 5. Dial Gauge



**Gambar 6. Pasir**



**Gambar 7. Pemotongan Serat Bendrat**



**Gambar 8. Pengujian Kandungan Lumpur**



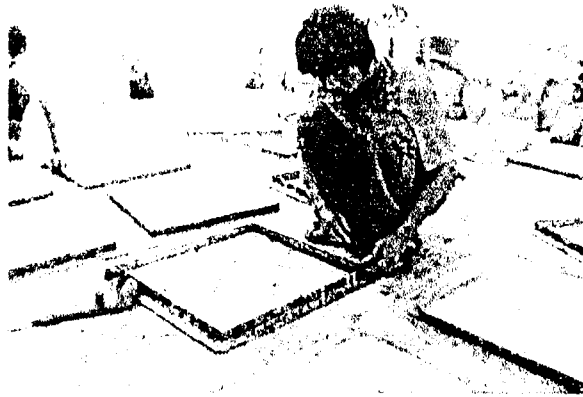
Gambar 9. Pencampuran Material Dinding Serat Bendrat



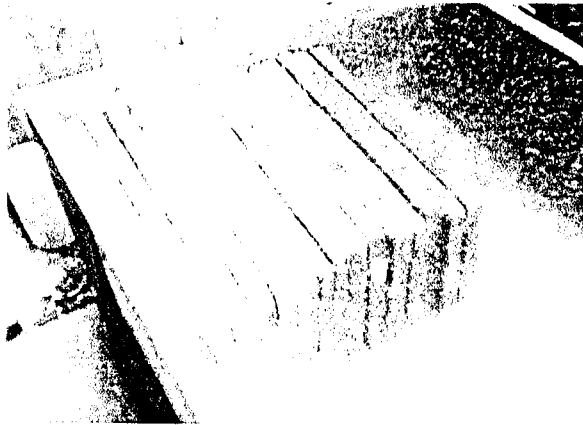
Gambar 10. Pengukuran Nilai Slump



Gambar 11. Penuangan Sampel pada Bekisting



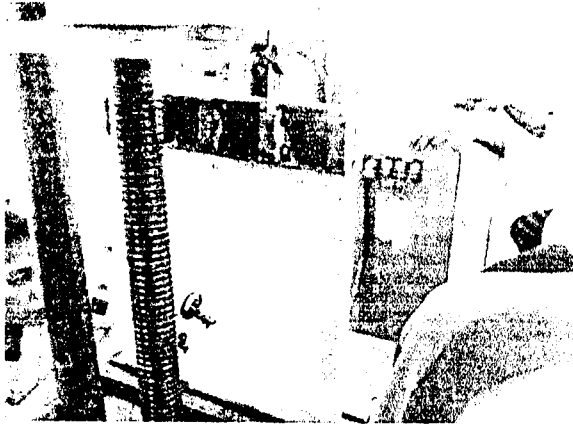
**Gambar 12.** Pelepasan Bekisting Sampel



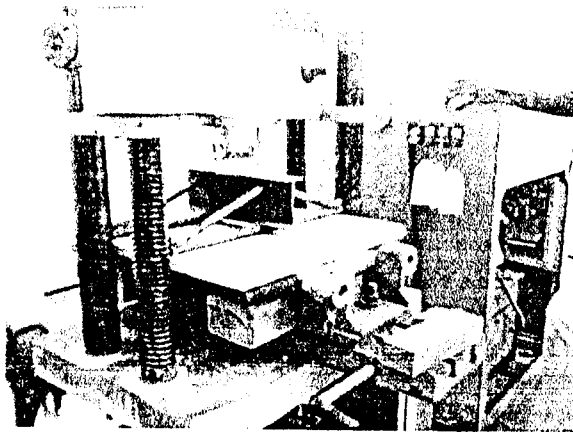
**Gambar 13.** Perawatan Sampel



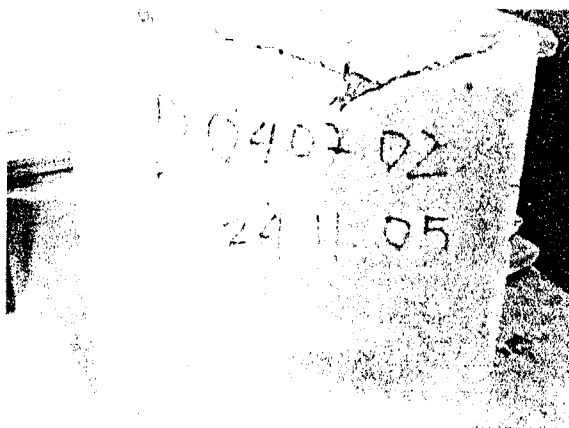
**Gambar 14.** Penimbangan Berat Sampel



Gambar 15. Pengujian Desak/ Tekuk

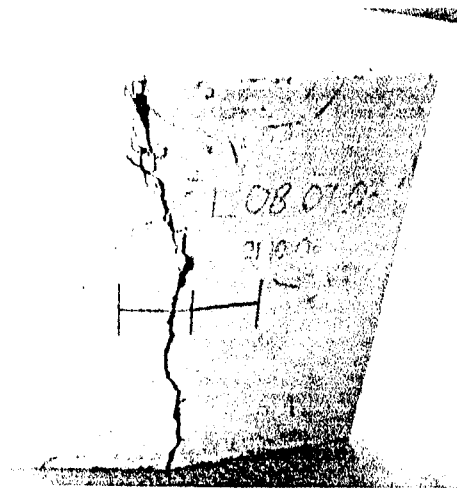


Gambar 16. Pengujian Kuat Lentur

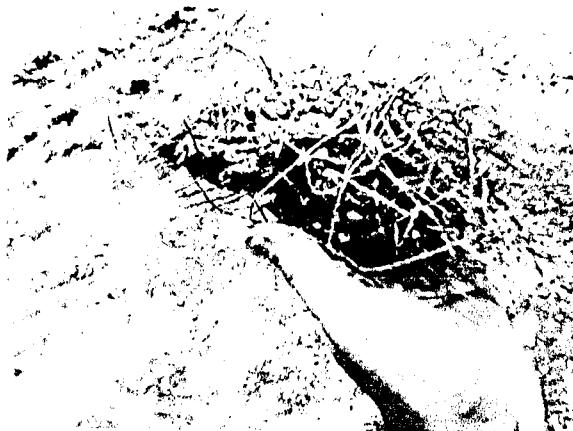


Gambar 17. Hasil Pengujian Kuat Desak





**Gambar 18.** Hasil Pengujian Kuat Lentur



**Gambar 19.** Peristiwa *Balling Effect*