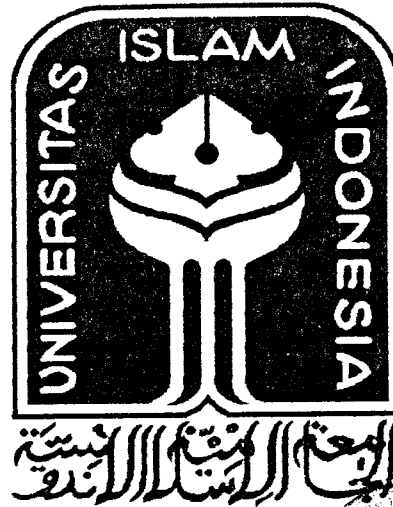


DIBACA DI TEMPAT  
TIDAK DIBAWA PULANG

TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UII  
HABIS/BELI  
TGL. TERIMA : 25 Juni 2006  
NO. JUDUL : 001976  
NO. INV. : 57200001976001  
NO. INDUK. :

KARAKTERISTIK PANEL DENGAN PENAMBAHAN  
KAWAT BENDRAT



Disusun oleh:

ALDRI PRANOWO

00 511 099

M. TAUHIDAYAT

00 511 143

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

2006

MILIK PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**KARAKTERISTIK PANEL DENGAN PENAMBAHAN  
KAWAT BENDRAI**

**Disusun Oleh:**

**ALDRI PRANOWO**


**00 511 099**

**M. TAUHIDAYAT**

**00 511 143**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh,**

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

  
Tgl. 05/04/2021

## MOTTO

*“Allah satu-satunya tempat bergantung”*

*(QS Al-Ikhlās : 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-Qiyamah : 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)*



Puji Syukur Kehadirat ﷺ **SAW**  
Rosullullah **Muhammad SAW** Slolawat dan Salam selalu tercurah padamu

Aldri Pranowo.....

**Kupersembahkan Karyaku padamu**

**Ibu Bapakku** (penyejuk hati dan semangat yang tak kunjung reda)

My Younger Bro' **Angga**, teruslah berusaha dan berdoa

My Younger Sist' **Annisa**, rajin belajar ya

My lovely friend **Wulan**, makasih atas doa dan dukungan

Semua teman yang membantu tugas akhir ini.

**Muhammad Taufidayat**.....

**Kupersembahkan Segala Hasil dan Karyaku Kepadamu**

**Ibu dan Bapakku yang tercinta**, yang selama ini selalu memberikan semangat dan do'a untuk kesuksesanku.....

**Mrs. Sita**, kakakku yang selalu 'cerewet' mananyakan kapan aku lulus...dan terus menyemangatiku untuk menyelesaikan tugas akhir ini...

**Anitaku**, yang setia menemani aku dalam penyusunan tugas akhir ini, terima kasih atas dukungan serta do'anya... sukses ya skripsinya juga..

**Teman-teman team riset grand Alan, Adit, Muchlas dan Mar.syur**..... Akhirnya prend selesai juga perjuangan kita..welcome To the jungle

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillahirobbil'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 *Karakteristik Panel dengan Penambahan Kawat Bendrat*, 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. Moh. Mansyur, Muclas Abdilah Natsir, Aditya dan Farhanuddin, terima kasih atas kerjasama dan kebersamaan semua, hingga terselesaika tugas akhir ini.
5. Mas Ndaru dan Mas Warno 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. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan bagi semua pihak yang dengan ikhlas membantu,

membimbing dan mengarahkan hingga selesainya penelitian dan Tugas Akhir ini dengan imbalan pahala yang setimpal, *amiin ya robbal'alamiin*.

*Wabilluahittaufiq wal hidayah,*

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Jogjakarta, Mei 2006

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
DAFTAR NOTASI .....	xvii
ABSTRAK .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Pendahuluan .....	7
2.2 Penelitian Sebelumnya .....	7
2.2.1 <i>Penelitian Aboe (2004)</i> .....	8



2.2.2 Penelitian Kantun Priyonggo (2002).....	8
2.2.3 Penelitian Tanjung dan Trihandoko (1996) .....	9
2.2.4 Penelitian Suprianto dan Muhtadin (1996).....	10
2.3. Mekanisme kerusakan Dinding Tipis (Panel) .....	11
2.4 Beton Fiber, Konsep, aplikasi dan Permasalahannya .....	12
2.5 Beton Serat .....	15
2.6 Karakteristik dan Perilaku Elemen Struktur.....	16
2.7 Hubungan Momen-Kelengkungan .....	19
2.8 Pengamatan Penelitian.....	23
2.9 Teori Pengolahan Data .....	24
2.9.1 Nilai Rerata (Mean).....	24
2.9.2 Regresi Linear dan Korelasi.....	24
2.10 Hipotesis .....	27
2.10.1 Hipotesis <i>workability</i> .....	28
2.10.2 Hipotesis Kuat Tekan/Tekuk.....	28
2.10.3 Hipotesis Kuat Lentur .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1 Bahan dan Alat .....	29
3.2 Percobaan Awal (Pra Penelitian).....	31
3.3 Pengujian Bahan.....	33
3.3.1 Pengujian Kandungan Lumpur .....	33
3.4 Metode Perencanaan Adukan Mortar .....	34
3.5 Pemberian Label Nama Sampel .....	34

3.6 Pengukuran Berat Volume .....	35
3.7 Pengujian Kuat Desak/Tekan Dinding Panel Kawat Bendrat .....	36
3.8 Modulus Elastis (E) .....	37
3.9 Pengujian Kuat Lentur.....	37
3.10 Tahapan Penelitian .....	41
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
4.1 Hasil Uji Bahan .....	43
4.2 Kuat Desak dinding Panel .....	44
4.2.1 Pengukuran Dimensi Dinding Panel Desak.....	44
4.2.2 Pengujian Berat Volume Dinding .....	45
4.2.3 Pengolahan Data Kuat Desak Dinding Panel.....	46
4.2.4 Perhitungan Modulus Elastisitas (E) dan Energi (Et) Sampel Desak .....	49
4.3 Kuat Lentur Dinding Panel.....	53
4.3.1 Pengukuran Dimensi Dinding Panel Lentur .....	53
4.3.2 Pengolahan Data Kuat Lentur Dinding Panel .....	54
4.3.3 Modulus Elastis.....	56
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran-saran .....	62

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel	2.1	<i>Basic Properties</i> berbagai maca <i>fiber</i> .....	13
Tabel	2.2	Hubungan Nilai Koefisien determinasi $R^2$ dan Korelasi .....	27
Tabel	3.1	Kebutuhan Material Sample Dinding Panel .....	34
Tabel	3.2	Nama dan Keterangan Variasi .....	35
Tabel	4.1	Kadar Kandungan Lumpur .....	43
Tabel	4.2	Data-data Pengukuran Sampel Desak.....	44
Tabel	4.3	Data Pengukuran Berat Volume D 04 04 03 .....	45
Tabel	4.4	Data Sampel D 04 04 03 .....	46
Tabel	4.5	Hasil Pengujian Desak D 04 04 03 .....	47
Tabel	4.6	Hasil Pengolahan Kuat Tekan Dinding Panel .....	50
Tabel	4.7	Data-data Pengukuran Sampel Lentur .....	54
Tabel	4.8	Hasil Pengujian Lentur L 04 04 04.....	55
Tabel	4.9	Hasil Pengolahan Kuat Lentur Dinding Panel.....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tegangan-Regangan Tarik Pengaruh Volume Fraksi serat .....	15
Gambar 2.2(a)	Hasil uji desak : Kurva hubungan regangan dan tegangan.....	16
Gambar 2.2(b)	Hasil uji Lentur : kurva hubungan antara tegangan dan kelengkungan.....	16
Gambar 2.3	Deformasi Segmen Balok dalam lenturan .....	20
Gambar 2.4	Kelengkungan .....	21
Gambar 3.1	Ukuran Sampel panel Dinding Uji Desak .....	32
Gambar 3.2	Ukuran Sampel panel Dinding Uji Lentur.....	32
Gambar 3.3	Pengujian kuat Tekan Dinding Panel .....	37
Gambar 3.4	Pengujian Kuat Lentur Dinding Panel.....	38
Gambar 3.5	Mekanisme Lentur.....	39
Gambar 3.6	Penampang Melintang Dinding Panel .....	40
Gambar 3.7	<i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian.....	42
Gambar 4.1	Grafik hubunganTegangan-Regangan.....	48
Gambar 4.2	Data sebaran hubungan antara persentase bendrat dan teganga desak untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly (rata-rata).....	51
Gambar 4.3	Data sebaran hubungan antara persentase bendrat dan energi serap untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly (rata-rata).....	51
Gambar 4.4	Data sebaran hubungan antara persentase bendrat dan elastisitas untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly	

	(rata-rata).....	52
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Teg.Lentur-Kelengkungan.....	56
Gambar 4.6	Data sebaran hubunmngan antara persentase bendrat dan tegangan lentur untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly (rata-rata).....	59
Gambar 4.7	Data sebaran hubunmngan antara persentase bendrat dan energi terserap untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly (rata-rata).....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Kartu Peserta Tugas Akhir .....	LI
Lampiran II	Data Dan Hasil Pengujian .....	LII
	Data Kuat Tekan Dinding Serat Bendrat.....	LII.1-LII.26
	Data Kuat Lentur Dinding Serat Bendrat.....	LII.27-LII.46
	Hasil Uji Dan Analisis	
	Kuat Tekan Dinding Serat Bendrat.....	LII.47-LII.70
	Kuat Lentur Dinding Serat Bendrat.....	LII.71-LII.87
	Gambar Grafik Regangan - Tegangan Kuat Tekan Dinding- Serat Bendrat .....	LII.88-LII.93
	Gambar Grafik Kelengkungan–Tegangan Kuat Lentur Dinding- Serat Bendrat .....	LII.94-LII.99
	Perhitungan Kebutuhan Material Dinding Serat Bendrat Untuk- Sampel Tekan Dan Lentur.....	LII.100-LII.104
	Perhitungan Biaya Per – m <sup>2</sup> Dinding Serat Bendrat Sampel – Tekan Dan lentur.....	LII.105-LII.109
Lampiran III	Dokumentasi Dan Penelitian.....	LIII
	Gambar 1 Alat Uji Universal Testing Material ( UTM ) Merk SIMATSU Type 39 .....	LIII.1
	Gambar 2 Alat Uji Oven .....	LIII.1
	Gambar 3 Alat Uji Neraca Merk O’house.....	LIII.1

Gambar 4	Alat Potong Kawat Bendrat.....	LIII.2
Gambar 5	Alat dial Gauge.....	LIII.2
Gambar 6	Bahan Semen Portland .....	LIII.2
Gambar 7	Bahan Pasir.....	LIII.3
Gambar 8	Pemotongan Kawat bendrat.....	LIII.3
Gambar. 9	Pengujian Kandungan Lumpur.....	LIII.3
Gambar.10	Persiapan Bahan Campuran.....	LIII.4
Gambar.11	Persiapan Bekisting .....	LIII.4
Gambar.12	Pencampuran Material Dinding.....	LIII.4
Gambar.13	Pengukuran Nilai Slump.....	LIII.5
Gambar.14	Penuangan Mortar .....	LIII.5
Gambar.15	Penuangan Sampel Pada Dinding.....	LIII.5
Gambar.16	Pelepasan Bekisting Sampel.....	LIII.6
Gambar.17	Perawatan Sampel .....	LIII.6
Gambar.18	Penimbangan Berat Sampel.....	LIII.6
Gambar.19	Pengujian Kuat Desak .....	LIII.7
Gambar.20	Pengujian Kuat lentur.....	LIII.7
Gambar.21	Hasil Uji Tekuk D 00 04 .....	LIII.7
Gambar.22	Hasil Uji Tekuk D 02 04 .....	LIII.8
Gambar.23	Hasil Uji Tekuk D 04 04 .....	LIII.8
Gambar.24	Hasil Uji Tekuk D 06 04 .....	LIII.8
Gambar.25	Hasil Uji Tekuk D 08 04 .....	LIII.9
Gambar.26	Hasil Uji Lentur L 00 04 02 .....	LIII.9

Gambar.27	Hasil Uji Lentur L 00 04 02 .....	LIII.9
Gambar.28	Hasil Uji Lentur L 00 04 03 .....	LIII.10
Gambar.29	Hasil Uji Lentur L 02 04 01 .....	LIII.10
Gambar.30	Hasil Uji Lentur L 02 04 02 .....	LIII.10
Gambar.31	Hasil Uji Lentur L 02 04 03 .....	LIII.11
Gambar.32	Hasil Uji Lentur L 04 04 01 .....	LIII.11
Gambar.33	Hasil Uji Lentur L 04 04 02 .....	LIII.11
Gambar.34	Hasil Uji Lentur L 04 04 03 .....	LIII.12
Gambar.35	Hasil Uji Lentur L 06 04 01 .....	LIII.12
Gambar.36	Hasil Uji Lentur L 06 04 02 .....	LIII.12
Gambar.37	Hasil Uji Lentur L 06 04 03 .....	LIII.13
Gambar.38	Hasil Uji Lentur L 08 04 01 .....	LIII.13
Gambar.39	Hasil Uji Lentur L 08 04 02 .....	LIII.13
Gambar.40	Hasil Uji Lentur L 08 04 03 .....	LIII.14



## DAFTAR NOTASI

$\sigma'$	=	tegangan desak ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\varepsilon$	=	regangan
$\sigma$	=	tegangan lentur/ <i>(flexural stress)</i> ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\phi$	=	kelengkungan ( <i>curvature</i> ) ( $1/\text{cm}$ )
$\sigma'y$	=	tegangan sebanding yang menunjukkan tegangan leleh ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\sigma'max$	=	tegangan maksimum ( $\text{kg/cm}^2$ )
$\varepsilon'y$	=	regangan sebanding yang menunjukkan regangan leleh
$\varepsilon'max$	=	regangan maksimum
$\sigma ly$	=	tegangan lentur sebanding yang menunjukkan tegangan leleh ( $\text{kg/cm}^2$ )
E	=	modulus elastisitas ( $\text{kg/cm}^2$ )
KL	=	kadar Lumpur (%)
Bo	=	berat pasir + piring sebelum dicuci (gram)
B	=	berat pasir + piring setelah dicuci dan dioven (gram)
BV	=	berat volume panel ( $\text{kg/cm}^3$ )
m	=	berat dinding panel (kg)
v	=	volume dinding panel ( $\text{cm}^3$ )
$\sigma_{ltr}$	=	kuat lentur panel ( $\text{kg/cm}^2$ )
P	=	beban maksimum pengujian (kg)

$M$	=	momen (kg cm )
$l$	=	jarak antar tumpua (cm)
$b$	=	lebar dinding (cm)
$h$	=	tebal dinding (cm)
$\rho$	=	jari-jari kelengkungan (cm)
$d\theta$	=	diferensial sudut putar
$dv$	=	diferensial sudut kelengkungan
$X_{rerata}$	=	nilai rerata
$\Sigma Xi$	=	jumlah data
$n$	=	banyaknya sampel
$R$	=	nilai koefisien determinasi
$\sigma$	=	tegangan (kg/cm <sup>2</sup> )
$\varepsilon$	=	regangan
$\mu$	=	daktilitas
$\pi$	=	phi (3,14)

## ABSTRAK

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

Penelitian ini mengkaji pengaruh penambahan variasi berat kawat bendrat 0, 2, 4, 6 dan 8 % dari berat mortar kering yang ditambahkan dalam campuran spesi dengan panjang 4 cm. terhadap karakteristik dinding panel serat kawat bendrat, meliputi sifat fisik, sifat mekanik serta biaya pembuatan dinding 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 untuk bangunan tahan gempa.

Penelitian yang dilakukan 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 tekan, yang masing-masing mewakili gaya akibat gempa yang sejajar bidang dan tegak lurus bidang panel.

Dari penelitian dapat diketahui sifat-sifat fisik dinding panel kawat bendrat antar lain, berat rata-rata dan berat volume rata-rata panel dinding adalah 18 kg dan  $2.25 \text{ t/m}^3$ . Sifat mekanik dinding panel dengan penambahan kawat bendrat dapat meningkatkan kekuatan dan energi serap. Dan diperoleh panel yang terbaik yaitu pada panel dengan variasi berat 4 % panjang 4 cm, dengan tegangan desak maksimum sebesar  $101,65 \text{ kg/cm}^2$  dan tegangan desak rata-rata sebesar  $100,90 \text{ kg/cm}^2$ , energi desak rata-rata yang diserap sebesar  $0,274 \text{ kg/cm}^2$ , tegangan lentur rata-rata sebesar  $37,01 \text{ kg/cm}^2$ , dan energi lentur terbatas yang diserap sebesar  $0,364 \text{ kg/cm}^3$ . Serta biaya untuk pembuatan sampel panel dengan variasi 2, 4, 6 dan 8 % berturut-turut sebesar Rp. 4.879,00-; Rp.7.518,00; Rp. 10.128,00 dan Rp.12.709,00

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

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

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Wilayah Indonesia terletak pada plat-plat tektonik Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Di sekitar pertemuan plat-plat tersebut merupakan sumber-sumber gempa. Sebagai konsekuensinya, sebagian besar wilayah Indonesia adalah rawan gempa (Erickson, 1998; CEEDEDS, 1999-2005). Guncangan gempa yang keras di wilayah permukaan dapat menimbulkan kerusakan bangunan. Bangunan yang berat dan getas adalah mayoritas bangunan yang rusak oleh gempa (CEEDEDS, 1999-2005; Dowrick, 1993; Naeim, 1991) dan menimbulkan korban jiwa serta kerugian harta benda.

Bangunan yang berat dan getas dapat direkayasa sedemikian rupa, sehingga bangunan tersebut lebih daktil dan tahan gempa (Sarwidi dkk, 2004; Sarwidi, 2005). Namun demikian, bangunan akan dapat lebih tahan terhadap gempa dan lebih murah apabila dapat dibuat lebih ringan selain lebih daktil. Salah satu cara untuk maksud yang demikian adalah apabila material atau komponen bangunan dibuat dari bahan yang daktil dan ringan.

Pada dasarnya beban yang bekerja pada sebuah bangunan ditumpu oleh elemen-elemen strukturnya, dimana elemen-elemen struktur tersebut harus

mampu meneruskan gaya yang bekerja ke tanah sehingga terjadi reaksi yang dapat mereduksi seluruh beban agar bangunan tidak mengalami kerusakan/keruntuhan. Besarnya reaksi elemen-elemen struktur sebuah bangunan dipengaruhi oleh bentuk fisik serta jenis material penyusunnya.

Menurut CEEDEDS (*Center for Earthquake Engineering, Dynamic Effect, and Disaster Studies 1998*), dalam tinjauan lapangannya menyimpulkan bahwa, kegagalan bangunan yang diakibatkan oleh gempa banyak menimpa bangunan rumah tembokan yang dibuat dengan mutu material yang kurang baik.

Dinding tembok adalah bagian dari bangunan yang sifatnya non-struktur dan diasumsikan sebagai beban sebab fungsi utamanya adalah sebagai partisi antar ruang saja, tetapi pada kasus-kasus tertentu dinding tembok dapat dikatakan berfungsi struktural karena dinding tembok dapat berfungsi ganda yaitu sebagai pengaku (*bracing*) pada struktur disamping sebagai partisi ruang, bahkan pada bangunan sederhana (*non engineered*) dinding digunakan sebagai pendukung beban.

Bata merah adalah salah satu material penyusun dinding tembok yang sudah sangat populer di kalangan masyarakat. Keunggulan bata merah dibanding material penyusun dinding tembokan yang lain adalah harganya yang relatif murah, mempunyai sifat *workability* yang lebih baik serta ketersediaan bahan yang relatif banyak sehingga mudah didapatkan.

Bila terjadi gempa bumi, bangunan-bangunan dengan dinding bata yang paling banyak mengalami kerusakan. Dinding pasangan bata merupakan bahan yang *brittle* (Suwandojo, 1999). Walaupun memiliki kuat tekan yang relatif besar,

tetapi sangat lemah terhadap geser dan tarik. Kuat tarik pasangan bata sangat kecil, sekitar 1,5% - 2,0% dari kuat tekannya. Mengingat sifat fisik-mekanik tersebut dan berat sendirinya (*self weight*, DL) yang besar, maka dinding pasangan tanpa perkuatan sangat tidak dianjurkan untuk digunakan di daerah gempa, karena mudah hancur akibat beban lateral yang menghasilkan tarikan/puntiran/ geser pada dinding pasangan menyebabkan struktur pasangan roboh mendadak. Bata mempunyai volume yang besar, sehingga mengundang gaya-gaya inersia yang besar. Selain itu dinding bata mempunyai kekakuan yang tinggi sehingga mengundang gaya pegas yang besar. Dinding bata merupakan bahan yang getas (*brittle*), sehingga tidak mampu menahan gaya tarik dan lentur. Kemampuan dinding bata menahan gaya-gaya tekan sangat dipengaruhi oleh mutu bahan, mutu campuran adukan dan mutu pelaksanaan dinding itu sendiri. (Perencanaan Bangunan Tahan Gempa, 1984; R.B. Tular).

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 (*abrasion*), 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 dinding mortar dapat memperbaiki sifat-sifat mortar tersebut. Oleh karena itu didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. apakah dengan penambahan serat bendrat akan menjadikan kinerja panel lebih baik?
2. berapa persen (%) penambahan kawat bendrat yang ditambahkan dalam campuran mortar sehingga menghasilkan panel yang baik?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan kawat bendrat yang ditambahkan dalam campuran panel terhadap karakteristik desak dan lentur panel.
2. mendapatkan variasi berat (%) kawat bendrat sehingga menghasilkan panel yang relatif kuat.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Diharapkan dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk penelitian panel selanjutnya sehingga bisa digunakan sebagai elemen non-struktur pada bangunan.

### **1.5 Batasan Masalah**

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

1. Pengujian dibatasi pada pengujian lentur dan tekan.
2. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BK1) 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 Kaliboyong Kab. Sleman Jogjakarta.
5. Semen yang digunakan adalah semen Gresik Tipe 1 kemasan 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 4 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 tekan, 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.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini mengandung informasi yang mampu mendukung pemecahan permasalahan yang terjadi dalam penelitian ini.

#### **2.1 Pendahuluan**

Panel sebagai penyekat ruangan sudah banyak dipergunakan di negara kita pada pembangunan dewasa ini. Karena panel tidak membutuhkan waktu yang lama dalam pemasangan. Pada saat ini cara pembangunan ditekankan pada kecepatan waktu pelaksanaan, kepastian volume material yang digunakan, serta kualitas bahan bangunan yang baik. Hal ini juga berkaitan dengan faktor kenaikan biaya bangunan yang tinggi.

Untuk wilayah-wilayah rawan gempa, panel sebagai dinding non-struktural bangunan juga harus ringan dan daktail agar lebih tahan terhadap goncangan gempa. Teknologi, Rekayasa, dan Ilmu Pengetahuan dapat membantu manusia dalam mencari alternatif elemen struktur dan non struktur baru yang lebih baik.

#### **2.2 Penelitian Sebelumnya**

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

### 2.2.1 Penelitian Aboe ( 2004 )

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.

### 2.2.2 Penelitian Kantun Priyonggo (2002)

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 aspect ratio 60. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa :

1. penambahan *straight fiber* kawat bendrat dengan volume fraksi 0,3%, 0,6%, 0,9% dan *aspect ratio* 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.

### 2.2.3 Penelitian Tanjung dan Trihandoko (1996)

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*).

#### **2.2.4 Penelitian Suprianto dan Muhtadin (1996)**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kuat lentur dan kuat desak dengan penambahan serat tersebut. Dalam penelitian ini menggunakan serat dari potongan kawat bendrat dengan panjang 5 cm dan serat plastik dengan panjang 19 mm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa beton serat kawat bendrat meningkatkan kuat desak sebesar 7,50% dan kuat lentur 16,94%, sedangkan beton serat plastik meningkat kuat desaknya 2,07% dan kuat lenturnya

9,90% dibanding dengan beton non-serat. Selain itu didapat juga hasil bahwa penambahan serat ini akan membuat beton lebih liat.

### 2.3 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.

Kekuatan 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.

#### 2.4 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 terlalu 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 2.1** *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 : Sorusian dan Bayasi, 1987)

Berbagai macam *fiber* yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton antara lain adalah :

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

Basic properties berbagai macam *fiber* tersebut dicantumkan dalam Tabel 2.1. 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.
- d. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue life*),
- e. Ketahanan terhadap pengaruh susutan (*shrinkage*), dan



- f. Ketahanan terhadap keausan (*abrassion*), fragmentasi (*fragmentation* dan *spalling*).

Berapa hal yang perlu mendapat perhatian khusus pada beton *fiber* baja ini adalah :

- a. Masalah *fiber dispersion*, yang menyangkut teknik pencampuran *fiber* kedalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random.
- b. Masalah *workability* (kelecekan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan termasuk indikatornya,
- c. Masalah *mix design proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan kelecekan yang memadai.

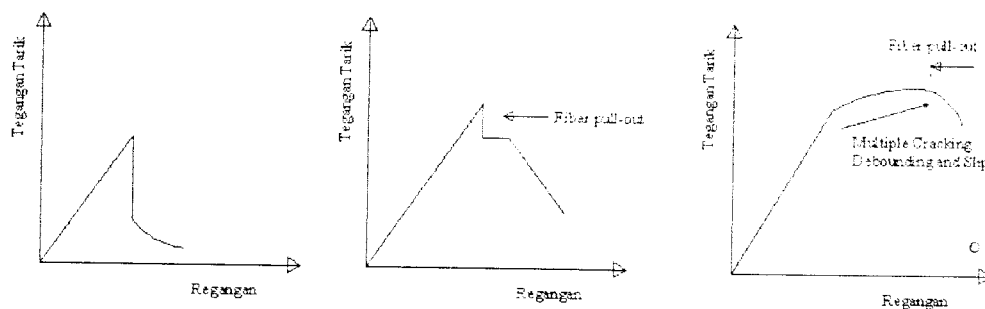
Kesemuanya sangat berbeda dengan yang kita kenal selama ini untuk beton konvensional. Disamping itu metode analisis dan perancangan berbagai elemen struktur (seperti balok, kolom, pelat dan komposit). Ataupun struktur secara keseluruhan yang menggunakan kombinasi beton *fiber* dengan tulangan baja, juga tidak dapat begitu saja menggunakan formula-formula yang telah kita kenal selama ini untuk beton bertulang konvensional. Kesemuanya cukup berbeda, baik konsep maupun prosedurnya, dan oleh karenanya perlu diteliti.

Di Indonesia, konsep pemakaian beton *fiber* baja pada adukan beton untuk struktur bangunan teknik sipil belum banyak dikenal dan belum banyak dipakai dalam praktek. Salah satu penyebabnya adalah belum tersedianya *fiber* baja secara murah dan dalam jumlah yang cukup di Indonesia karena harus 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.

## 2.5 Beton Serat

Aboe (2004) menyatakan untuk meningkatkan kelecakan (*workability*), ACI Committee 544, menyarankan ukuran agregat maksimum yang digunakan pada beton serat adalah 20 mm, sehingga memudahkan pengadukan dan tersedia ruang bagi serat. Pengaruh konsentrasi/ volume serat terhadap kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 2.2.



2.1a volume serat kecil 2.1b volume serat sedang 2.1c volume serat maksimum

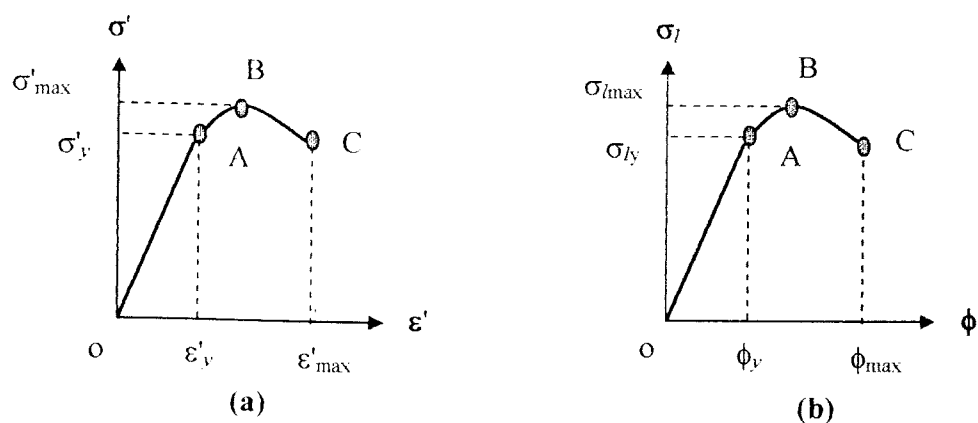
### Gambar 2.1 Tegangan-Regangan Tarik Pengaruh Volume Fraksi Serat

Setelah terjadi retak, beban akan ditransfer dari bahan komposit (beton serat) ke serat dan serat akan menerima beban berdasarkan lekatan antara serat dan beton, atau kekuatan serat jika panjang lekat serat mencukupi. Bila volume serat kecil, kuat tarik beton serat akan menurun drastis setelah terjadi retak. Sedangkan bila volume serat sedang (medium), setelah terjadi retak kuat tarik akan sedikit berkurang. Pada beton serat dengan volume serat maksimum, setelah terjadi retak pertama, beton serat masih dapat menerima beban tarik yang lebih

besar dari beban yang menyebabkan retak pertama, walaupun jumlah retak bertambah serta regangan bertambah besar. Hal ini karena tersedianya serat yang cukup banyak, dan setelah sebagian besar serat tercabut atau putus sehingga mengalami keruntuhan.

## 2.6 Karakteristik dan Perilaku Elemen Struktur

Menurut Sarwidi (2006), 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 2.2.



**Gambar 2.2.** (a) Hasil uji desak: kurva hubungan regangan desak dan tegangan desak. (b) Hasil uji lentur: kurva hubungan antara tegangan lentur dan kelengkungan. (Laporan Research Grant, 2006; 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*)  $\varepsilon'$  (tanpa satuan) sebagaimana terlihat pada Gambar 2.2(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 2.2(b).

Dari Gambar 2.2(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,  $\varepsilon'_y$  = regangan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan regangan leleh,  $\varepsilon'_{\max}$  = regangan maksimum.

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

$$E = \sigma'_y / \varepsilon'_y \dots\dots\dots (2.1)$$

dan nilai daktilitas

$$\mu = \varepsilon'_{\max} / \varepsilon'_y \dots\dots\dots (2.2)$$

Dari Gambar 2.2(a) dapat ditentukan penyerapan energi elastis (*modulus of resilient*)  $E_e$  dan penyerapan energi total (*modulus of toughness*)  $E_t$ .

$$E_e = \text{luas segitiga O-A-}\varepsilon'_y \dots\dots\dots (2.3)$$

$$E_t = \text{luas bidang di bawah kurva O-A-B-C dan diatas O-A-}\varepsilon'_{\max} \dots\dots\dots (2.4)$$

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

$$\alpha = E_t / E_e \dots \dots \dots (2.5)$$

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 2.2(a) dan (b).

Dari Gambar 2.2(b) dapat ditentukan karakteristik (*property* atau *characteristic*) material, yang meliputi:  $\sigma_y$  = tegangan lentur sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan tegangan leleh,  $\sigma_{max}$  = tegangan lentur maksimum,  $\phi_y$  = kelengkungan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan kelengkungan leleh,  $\phi_{max}$  = kelengkungan maksimum.

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

$$\kappa = \sigma_y / \phi_y \dots \dots \dots (2.6)$$

dan nilai daktilitas

$$\mu = \phi_{\max} / \phi_y \dots\dots\dots(2.7)$$

Dari Gambar 2.2(a) dapat ditentukan penyerapan energi elastis (*modulus of resilient*)  $E_e$  dan penyerapan energi total (*modulus of toughness*)  $E_t$ .

$$E_e = \text{luas segitiga O-A-}\phi_y \dots\dots\dots(2.8)$$

$$E_t = \text{luas bidang di bawah kurva O-A-B-C dan diatas O-A-}\phi_{\max} \dots\dots(2.9)$$

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

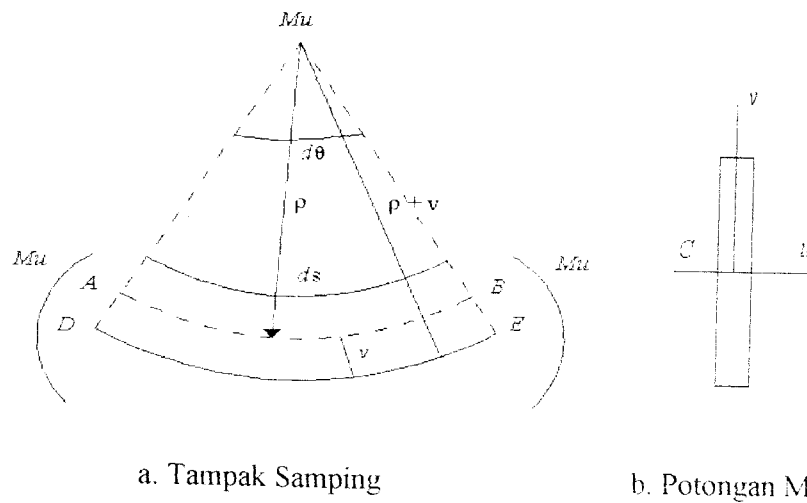
$$\alpha = E_t / E_e \dots\dots\dots(2.10)$$

Gambar 2.2 menunjukkan perilaku material yang bersifat elastik dari O ke A dan bersifat inelastik setelah melampaui A.

## 2.7. 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 2.3 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.



**Gambar 2.3** Deformasi segmen balok dalam lenturan

Elemen differensial balok untuk lentur murni ditunjukkan pada Gambar 2.3a. Sumbu  $u$  dan  $v$  pada potongan melintang, adalah sumbu utama yang ditunjukkan pada Gambar 2.3b.  $AB$  adalah garis netral, pada garis netral ini garis tidak memendek ataupun memanjang. Regangan pada garis netral didapatkan dari persamaan :

$$\epsilon_x = \frac{\text{panjang akhir} - \text{panjang awal}}{\text{panjang awal}} \dots\dots\dots(2.11)$$

dengan substitusi didapat :

$$\epsilon_x = \frac{(\rho + v)d\theta - \rho.d\theta}{\rho.d\theta} = \frac{v}{\rho} \dots\dots\dots(2.12)$$

hubungan dasar antara kurva elastis dengan regangan linier, didapat

$$\Phi = \frac{l}{\rho} = k = \frac{\epsilon_x}{v} \dots\dots\dots(2.13)$$

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

$$\sigma x = E \cdot \epsilon x \dots\dots\dots(2.14)$$

sehingga

$$\epsilon x = \frac{Muv}{Elu} \dots\dots\dots(2.15)$$

substitusi persamaan (2.12) ke persamaan (2.14) akan diperoleh

$$\Phi = \frac{l}{\rho} = k = \frac{Mu}{Elu} \dots\dots\dots(2.16)$$

dalam kordinat kartesian kurva kelengkungan didefinisikan

$$\Phi = \frac{l}{\rho} = k = \frac{\pm d^2 v / dx^2}{[1 + (dv/dx)^2]^{3/2}} \dots\dots\dots(2.17)$$

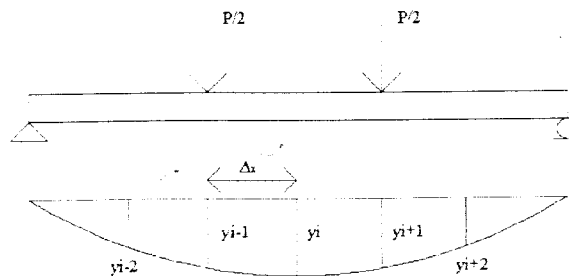
karena kemiringan dv/dx dari kurva elastis adalah sangat kecil, maka

$$(dv/dx)^2 \approx 0 \dots\dots\dots(2.18)$$

persamaan (2.16) disubstitusi dengan persamaan (2.17) menjadi :

$$\frac{d^2 v}{dx^2} = \frac{M}{El_u} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$El_u = \frac{M}{(d^2 v / dx^2)} \dots\dots\dots(2.20)$$



**Gambar 2.4 Kelengkungan**



Dari pengujian kuat lentur diperoleh defleksi pada titik-titik distrik. Pendekatan kemiringan menggunakan metode *Central Difference*. Mengacu pada Gambar 2.4  $dy/dx$  didekati dengan persamaan (2.19).

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2\Delta x} \quad (2.21)$$

turunan kedua dari persamaan (2.19)

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{(2\Delta x) \frac{d}{dx}(y_{i+1} - y_{i-1}) - (y_{i+1} - y_{i-1}) \frac{d}{dx}(2\Delta x)}{(2\Delta x)^2} \quad (2.22)$$

karena  $(2\Delta x)$  adalah konstanta maka :

$$\frac{d}{dx}(2\Delta x) = 0 \quad (2.23)$$

sehingga persamaan (2.12) menjadi :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{(2\Delta x) \frac{d}{dx}(y_{i+1} - y_{i-1})}{(2\Delta x)^2} \quad (2.24)$$

selanjutnya dari persamaan (2.12) didapatkan :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{y_{i+2} - 2y_i - y_{i-2}}{(2\Delta x)^2} \quad (2.25)$$

kemudian persamaan (2.14) disederhanakan menjadi :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{y_{i+2} - 2y_i - y_{i-2}}{(\Delta x)^2} \quad (2.26)$$

momen maksimum dinding yang menerima beban seperti Gambar 2.4 adalah

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{1}{3} \frac{1}{2} P L \\
 &= \frac{1}{6} P L \dots\dots\dots(2.27)
 \end{aligned}$$

hubungan faktor kekakuan, momen ( $M$ ) dan kelengkungan ( $\Phi$ ) adalah

$$EI = \frac{M}{\Phi} \dots\dots\dots(2.28)$$

Dalam penelitian ini metode yang dipakai dalam pembahasan adalah mencari nilai  $M_y$  dari data uji lentur dinding 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 2.4 dari data  $M-\Phi$  dapat diperoleh nilai faktor kekakuan ( $EI$ ) dan nilai kelengkungan daktilitas.

$$\frac{\Phi_u}{\Phi_y} = \text{daktilitas kelengkungan} \dots\dots\dots(2.29)$$

## 2.8. 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 karakteristik dinding partisi dengan variasi kawat bendrat. Karakteristik 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 dinding partisi.

## 2.9. 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.

### 2.9.1 Nilai Rerata (*Mean*)

Menurut Hadi (2000), nilai rerata adalah jumlah nilai-nilai dibagi dengan jumlah individu. Nilai rerata dihitung menggunakan persamaan (2.30).

$$X_{rerata} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots(2.30)$$

Keterangan:  $X_{rerata}$  = Nilai rata-rata

$\sum Xi$  = Jumlah data

$n$  = banyaknya sampel

### 2.9.2 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).

Hubungan linier antara dua variabel  $X$  dan  $Y$  dikatakan linier jika besar perubahan nilai  $Y$  yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai  $X$  konstan pada jangkauan nilai  $X$  yang diperhitungkan. Jika hubungan tersebut digambarkan dalam bentuk grafik maka hubungan linier antara  $X$  dan  $Y$  akan nampak sebagai garis lurus. Formula hubungan antara variabel  $X$  dan  $Y$  linier seperti pada persamaan (2.31).

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(2.31)$$

$a$  menunjukkan intersep garis ( merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu  $Y$  ) dan  $b$  menunjukkan *slope* dari garis (perubahan dalam  $Y$  bila  $X$  berubah satu-satuan).

Menurut Supramono (1993), analisis korelasi digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara dua variabel bebas dan terikat. Ada dua pengukuran yang biasa digunakan dalam pengukuran keeratan hubungan yaitu koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan koefisien korelasi ( $r$ ).

Koefisien determinasi merupakan analisis regresi untuk mengetahui seberapa jauh kecocokan garis regresi yang terbentuk dalam mewakili kelompok data hasil observasi dimana model yang terbentuk dapat mewakili model yang sebenarnya. Nilai koefisien determinasi merupakan suatu ukuran yang menunjukkan besar sumbangan dari variabel bebas terhadap variabel terikat, atau

dengan kata lain koefisien determinasi menunjukkan variasi naik turunnya  $Y$  yang diterangkan oleh pengaruh linier  $X$  Supramono (1993).

Menurut Supramono (1993), kegunaan koefisien determinasi adalah :

1. Sebagai ukuran ketepatan/kecocokan garis regresi yang dibuat dari hasil estimasi terhadap sekelompok data hasil observasi. Semakin besar nilai  $R^2$ , semakin bagus garis regresi yang terbentuk, sebaliknya semakin kecil nilai  $R^2$ , semakin tidak tepat garis regresi tersebut mewakili data hasil observasi, dan
2. Untuk mengukur proporsi (persentase) dari jumlah variasi  $Y$  yang diterangkan oleh model regresi atau untuk mengukur besar sumbangan dari variabel  $X$  terhadap variasi variabel  $Y$ .

Ada dua kondisi yang ekstrim dari nilai  $R^2$  ini yaitu bila  $R^2 = 1$  berarti variabel  $X$  dan  $Y$  mempunyai hubungan yang sempurna dan jika  $R^2 = 0$  maka tidak ada hubungan sama sekali antara kedua variabel tersebut. Dengan demikian nilai  $R^2$  akan berkisar antara 0 sampai dengan 1.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat keeratan hubungan linier antara dua variabel. Selain itu nilai koefisien korelasi merupakan akar dari nilai koefisien determinasi.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi mempunyai sifat sebagai berikut ini.

1. Merupakan besaran yang tidak mempunyai satuan.
2. Nilai  $r$  akan terletak antara -1 dan 1 ( $-1 \leq r \leq 1$ ).
3. Tanda positif dan negatif koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan.

4. Hanya mencerminkan keeratan hubungan linier dari dua variabel yang terlibat.
5. Bersifat simetris  $r_{XY} = r_{YX} = r$ .
6. Variabel yang terlibat tidak garus variabel terikat dan variabel bebas.

Tingkat keeratan korelasi dapat ditentukan berdasarkan nilai koefisien determinasinya ( $R^2$ ) seperti dijelaskan dalam Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Hubungan Nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) dan Korelasi

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

### 2.10 Hipotesis

Hipotesis ini meliputi 3 bagian, pada hipotesis pertama adalah mengenai *workability* dinding, hipotesis kedua mengenai kuat tekan dan hipotesis yang ketiga mengenai kuat lentur.

### **2.10.1 Hipotesis *Workability***

Pada penelitian ini panel tidak mengalami penurunan *workability*, dengan melihat dari penelitian – penelitian beton serat terdahulu, bahwa semakin panjang serat maka *workability* menurun.. Berarti dalam pengerjaan dinding panel ini tidak akan mengalami penurunan *workability* karena panjang serat 4 cm tidak akan menimbulkan *balling effect*.

### **2.10.2 Hipotesis Kuat Tekan/ Tekuk**

Kuat tekan dinding panel akan meningkat karena adanya penambahan serat bendrat. Dengan mengacu penelitian terdahulu, maka dapat ditarik hipotesis, dengan berat yang sama nilai optimum akan dicapai pada dinding serat dengan variasi 8 %.

### **2.10.3 Hipotesis Kuat Lentur**

Kuat lentur dinding panel akan meningkat karena penambahan kawat bendrat. Nilai optimum akan dicapai pada dinding dengan serat yang mempunyai variasi 8 % dari berat campuran mortar.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

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

#### 3.1. Bahan dan Alat

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

1. Semen

Penelitian ini menggunakan Semen *Portland* (semen jenis I) dengan merek Semen Gresik kemasan 40 kg.

2. Pasir

Pasir yang digunakan berupa agregat halus (pasir) yang diambil dari Kaliboyong, Sleman, Jogjakarta.

3. Air

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

4. Kawat bendrat

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



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 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 0,01 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 Tekan dan Lentur

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

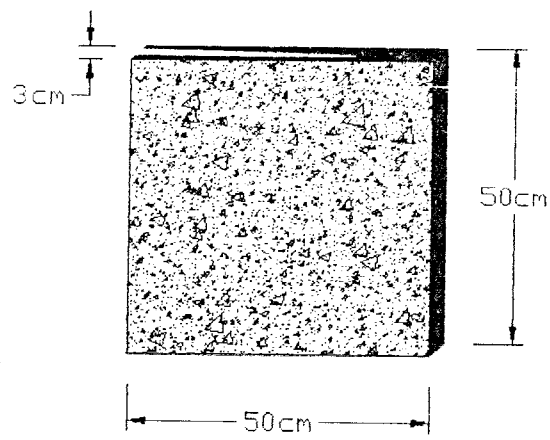
#### 9. Dial Gauge

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

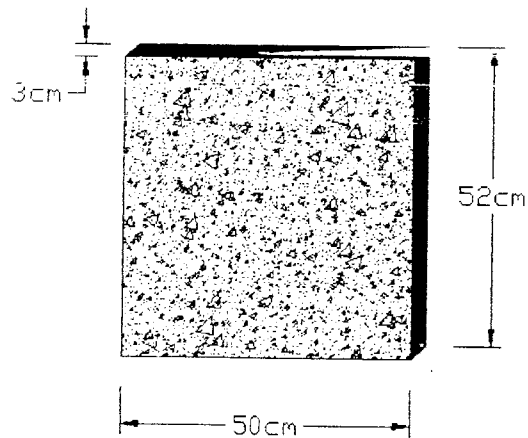
### 3.2. Percobaan Awal (Pra Penelitian)

Tujuan dari percobaan awal ini adalah untuk memperkirakan ukuran panel dan tebal panel dari campuran mortar tanpa kawat potongan bendrat. Asumsi awal dipakai ukuran 1 x 1 m dengan ketebalan 2, 3, 4 dan 5 cm dengan spesi 1 : 5. Dari pra penelitian ini didapat ukuran benda uji untuk desak 50 x 50 x 3 cm dan lentur 52 x 50 x 3 cm.

Ukuran benda uji ini didasarkan pada pengujian dinding menurut ASTM/Vol 04.05/E-72 adalah ukuran sampel benda uji dimensinya disesuaikan dengan kemampuan alat uji laboratorium. Dalam penelitian ini alat uji yang digunakan adalah *Universal Testing Material* (UTM) merk SIMATZU type UMH 39 dengan kapasitas 30 ton. Adapun dimensi sampel yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



**Gambar 3.1** Ukuran Sampel Panel Dinding Uji Desak



**Gambar 3.2** Ukuran Sampel Panel Dinding Uji Lentur

### 3.3. 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.

#### 3.3.1. Pengujian Kandungan Lumpur

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

1. keringkan pasir yang akan di ujikan,
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 terbangun,
6. pisahkan pasir dengan air, kemudian pasir ditempatkan dalam wadah yang sudah ditimbang,
7. masukkan pasir tersebut ke dalam oven dengan suhu  $105^{\circ} C - 110^{\circ} C$  selama  $\pm 36$  jam, dan
8. keluarkan pasir dari oven, didinginkan lalu ditimbang.

Kadar kandungan lumpur dalam pasir dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$KI = \frac{Bo - B}{Bo} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana :  $Kl$  = Kandungan Lumpur (%)

$B_0$  = Berat pasir + piring sebelum dicuci (gram)

$B$  = Berat pasir + piring setelah dicuci dan dioven (gram)

### 3.4. Metode Perencanaan Adukan Mortar

Dalam penelitian ini adukan mortar yang digunakan memakai perbandingan berat material pencampur. Perbandingan variasi campuran yang digunakan yaitu : perbandingan Semen : Pasir adalah 1 : 5, perhitungan kebutuhan material yang dipakai dalam penelitian dapat dilihat pada daftar lampiran, kebutuhan material untuk setiap sampel dinding panel, disajikan dalam Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Kebutuhan Material Sampel Dinding Panel

No.	Sampel	Material (Kg)				Jumlah Sample
		Semen	Pasir	Air	Bendrat	
1	D 00 04	7.33	36.65	6.60	0.00	5
2	L 00 04	7.62	38.12	6.86	0.00	5
3	D 02 04	12.08	60.40	10.87	3.33	5
4	L 02 04	12.56	62.81	11.31	3.47	5
5	D 04 04	12.08	60.40	10.87	3.33	5
6	L 04 04	12.56	62.81	11.31	3.47	5
8	D 06 04	12.08	60.40	10.87	3.33	5
9	L 06 04	12.56	62.81	11.31	3.47	5
10	D 08 04	12.08	60.40	10.87	3.33	5
11	L 08 04	12.56	62.81	11.31	3.47	5
Kebutuhan Total		113.52	567.61	102.17	27.20	50

### 3.5. Pemberian Label Nama Sampel

Pemberian nama sampel bertujuan agar sampel dinding panel tersebut dapat dikelompokkan pada variasinya masing-masing dan mencegah tertukarnya sampel dengan sampel yang lain. Adapun pemberian label nama dibagi menjadi 4

bagian yaitu : jenis sampel, persentase kawat bendrat, panjang kawat bendrat dan nomor sampel, misalnya D/L 04 04 01 berarti.

- a. D adalah Jenis Sampel yaitu Desak, jika L berarti sampel tersebut termasuk dalam sampel lentur.
- b. 04 adalah persentase kawat bendrat terhadap berat campuran, berarti sample tersebut memiliki persentase kawat bendrat adalah 4 % terhadap berat campuran.
- c. 04 adalah panjang kawat yang dipergunakan dalam dinding panel kawat bendrat tersebut adalah 4 cm.
- d. 01 adalah nomor urut sampel dalam kelompoknya.

Variasi yang dipakai dalam penelitian dapat dikelompokkan dalam sebuah tabel dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Nama dan Keterangan Variasi

Variasi	Kode Sampel		Keterangan
	Tekan	Lentur	
Variasi I	D 00 00	L 00 00	Sampel Normal Tanpa Penambahan Kawat Bendrat
Variasi II	D 02 04	L 02 04	Sampel dengan Penambahan kawat bendrat 2% panjang 4cm.
Variasi III	D 04 04	L 04 04	Sampel dengan Penambahan kawat bendrat 4% panjang 4cm.
Variasi IV	D 04 07	L 04 07	Sampel dengan Penambahan kawat bendrat 6% panjang 4cm.
Variasi V	D 04 10	L 04 10	Sampel dengan Penambahan kawat bendrat 8% panjang 4 cm.

### 3.6. Pengukuran Berat Volume

Pengujian berat volume 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 :

$$BV = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(3.2)$$

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

$m$  = berat panel (kg)

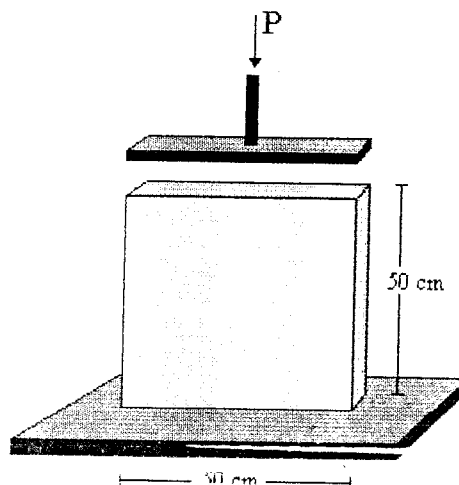
$v$  = volume panel ( $\text{cm}^3$ )

### 3.7. Pengujian Kuat Desak/Tekan Dinding Panel Kawat Bendrat

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan dan perilaku benda uji dalam menahan gaya desak yang sejajar dengan bidang panel (Gambar 3.3). 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  $l$ , maka grafik tersebut berubah menjadi hubungan antara tegangan  $\sigma'$  dan regangan  $\varepsilon'$ , sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.3, yaitu:

$$\sigma' = P / (w.t) \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\varepsilon' = \Delta / l \dots\dots\dots(3.4)$$



Gambar 3.3 Pengujian Kuat Tekan Dinding Panel

### 3.8. 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, mengikut hukum Hooke (Tjokrodimulyo, 1992).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(3.5)$$

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

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

$\varepsilon$  = regangan (cm)

### 3.9. Pengujian Kuat Lentur

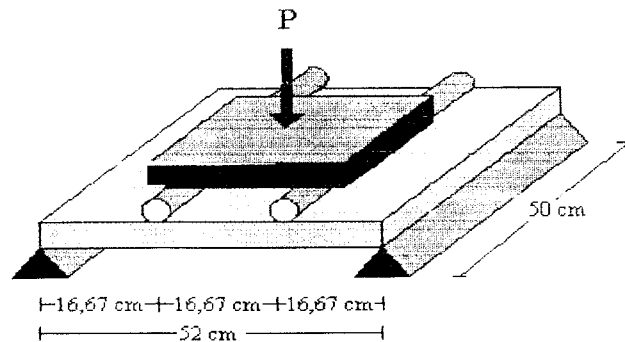
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kekuatan lentur yang mewakili gempa tegak lurus bidang dinding. Sebagai dari dinding panel kawat bendrat akibat pembebanan maksimum yang terjadi. Pada pengujian ini digunakan 3 buah benda uji dengan campuran mortar 1 : 5, sampel yang digunakan adalah



dinding kawat bendrat dengan ketebalan 3 cm, pengujian dilakukan pada umur benda uji 28 hari.

Benda uji yang dipakai adalah dinding panel kawat bendrat berdimensi 52 x 50 x 3 (cm). Sampel diletakkan diatas dua tumpuan berjarak 50 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 dinding kawat bendrat dapat dilihat pada Gambar 4.4.



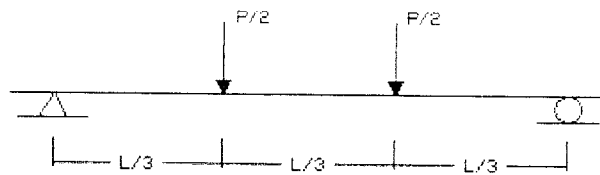
**Gambar 3.4** Pengujian Kuat Lentur Dinding Panel

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 tampak 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.

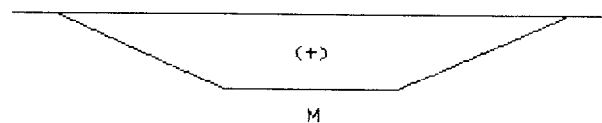
Beban maksimum yang terjadi digunakan sebagai dasar perhitungan kuat lentur. Untuk perhitungannya digunakan formula *Method of Flexure Strength* (*British Standard Institution, 1983*). Mekanisme lentur dapat dilihat pada Gambar 3.5.



3.5a Panel dengan dua buah gaya simetris ( $P/2$ )



3.5b Diagram gaya lintang/ geser



3.5c Diagram momen

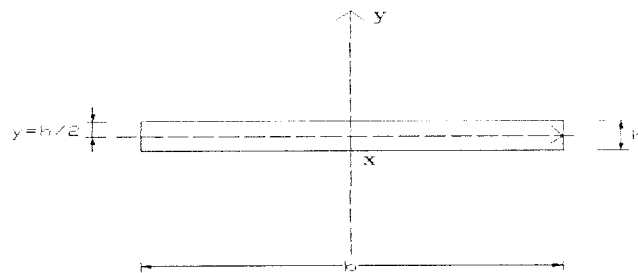
**Gambar 3.5** Mekanisme Lentur

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

$$M = \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{3} \dots\dots\dots (3.6)$$

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

Tegangan lentur dalam panel berhubungan dengan momen lentur ( $M$ ) dan momen inersia ( $I$ ) dari tampang panel. Penampang dinding panel dapat dilihat pada Gambar 3.6



**Gambar 3.6** Penampang Melintang Dinding Panel

Besarnya nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus

$$\sigma_x = \frac{M \cdot y}{I} \dots\dots\dots (3.7)$$

dimana momen inersia tampang

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \dots\dots\dots (3.8)$$

dengan mensubstitusikan persamaan (3.4) dan persamaan (3.6) pada persamaan (3.5), didapatkan

$$\sigma_u = \frac{\left(\frac{P L}{2 3}\right) \cdot \left(\frac{h}{2}\right)}{\frac{1}{12} b \cdot h^3} \dots\dots\dots(3.9)$$

Persamaan (3.9) dapat disederhanakan lagi menjadi persamaan (3.10)

$$\sigma_u = \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2} \dots\dots\dots(3.10)$$

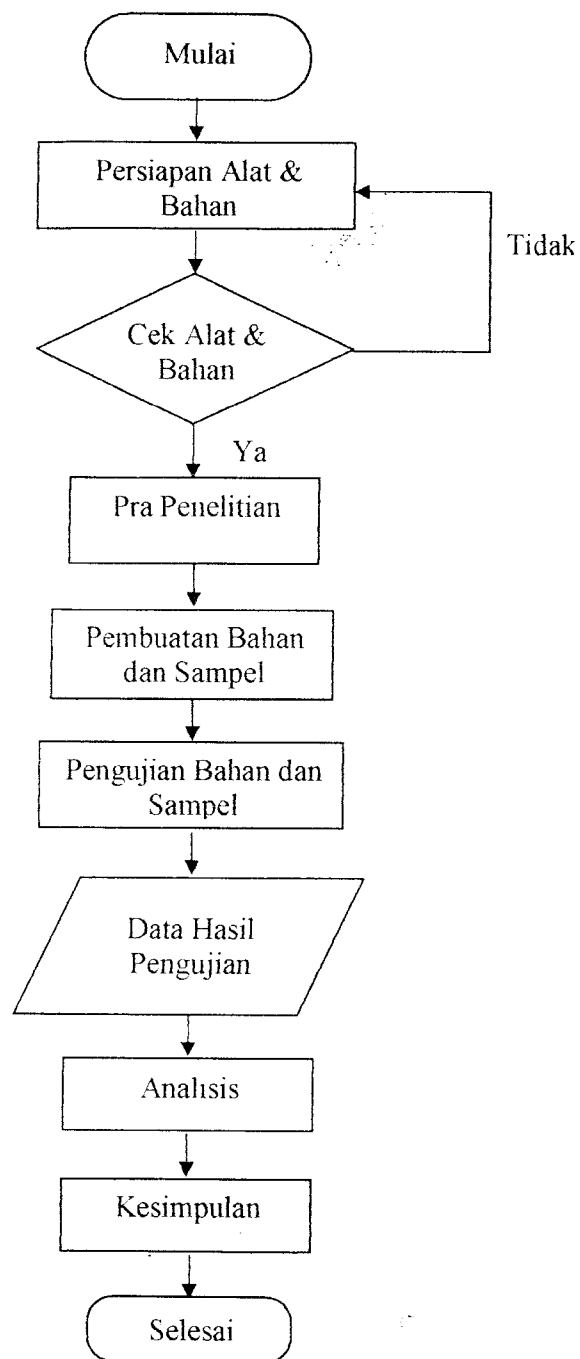
- dimana ,
- $\sigma_u$  = besar kuat lentur dinding (kg/cm<sup>2</sup>)
  - $P$  = beban maksimum pengujian (kg)
  - $l$  = jarak antara tumpuan (cm)
  - $b$  = lebar dinding (cm)
  - $h$  = tebal dinding (cm)

### 3.10 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 3.7.



**Gambar 3.7** *Flow Chart* Tahapan Penelitian

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang data hasil pengujian, pengolahan data dan pembahasan. Data mentah hasil pengujian perlu diolah untuk mendapatkan data terkoreksi. Setelah dikoreksi akan diperoleh hasil akhir kemudian akan dibahas untuk diambil kesimpulan.

#### 4.1. Hasil Uji Bahan

Kadar Lumpur yang terdapat dalam pasir tidak boleh melebihi 5%. Dalam pembahasan PBI 1971 pasal 33 ayat 3 dijelaskan bahwa kandungan lumpur yang disyaratkan untuk adukan pasangan, adukan plesteran, dan beton bitumen tidak boleh melebihi 5% terhadap berat keringnya. Kandungan lumpur pasir yang melebihi 5% dari berat keringnya dapat menghalangi ikatan antara pasta semen dengan pasir.

Hasil uji bahan menyimpulkan bahwa pasir sudah memenuhi standard dan dapat digunakan sebagai material benda uji seperti terlihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Kadar Kandungan Lumpur

No. Sampel	Berat Pasir (gr)	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Pasir (gr)		Kandungan Lumpur	Keterangan
			Sebelum dioven (Bo)	Setelah dioven (B)		
1	100	159	259	248,5	4,05	Layak
2	100	102,5	202,5	195,5	3,46	Layak
3	100	162,5	262,5	253	3,62	Layak

- Sampel I

Berat Pasir = 100 gr

Berat Cawan = 159 gr

Berat Pasir + Cawan (sebelum dioven) =  $B_0 = 259$  gr

Berat Pasir + Cawan (setelah dioven) =  $B = 248,5$  gr

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{B_0 - B}{B_0} \times 100\% = \frac{259 - 248,5}{259} \times 100\% = 4,05 \%$$

## 4.2. Kuat Desak Dinding Panel

Uji kuat desak dinding panel bertujuan untuk mengetahui besarnya kuat desak yang terjadi pada dinding panel tersebut. Pada pengujian desak dinding panel serat bendrat, setiap variasi memiliki 5 buah benda uji.

### 4.2.1 Pengukuran Dimensi Dinding Panel Desak

Sebelum pengujian tekan dilakukan, terlebih dahulu sampel perlu diukur dimensinya. Data – data hasil pengukuran sampel desak disajikan dalam Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Data – Data Pengukuran Sampel Desak

No.	Sampel	P (cm)	L (cm)	Tebal (cm)	A ( cm <sup>2</sup> )	Vol ( cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	BV ( t/m <sup>3</sup> )
1	D 00 00 01	50	50	3,093	154,625	7731,250	17,700	2,289
	D 00 00 02	50	50	3,106	155,300	7765,000	16,800	2,164
	D 00 00 03	50	50	3,130	156,500	7825,000	16,000	2,045
	D 00 00 04	50	50	3,040	152,000	7600,000	17,800	2,342
	D 00 00 05	50	50	3,105	155,250	7762,500	16,600	2,138
	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3,095</b>	<b>154,735</b>	<b>7736,750</b>	<b>16,980</b>	<b>2,195</b>
2	D 02 04 01	50	50	3,310	165,500	8275,000	17,500	2,115
	D 02 04 02	50	50	3,000	150,000	7500,000	18,300	2,440
	D 02 04 03	50	50	3,292	164,600	8230,000	18,000	2,187
	D 02 04 04	50	50	3,235	161,750	8087,500	17,500	2,164
	D 02 04 05	50	50	3,290	164,500	8225,000	17,600	2,140
	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3,225</b>	<b>161,270</b>	<b>8063,500</b>	<b>17,780</b>	<b>2,205</b>
3	D 04 04 01	50	50	3,320	166,000	8300,000	18,500	2,229
	D 04 04 02	50	50	3,215	160,750	8037,500	18,000	2,240
	D 04 04 03	50	50	3,180	159,000	7950,000	17,600	2,214
	D 04 04 04	50	50	3,240	162,000	8100,000	18,100	2,235
	D 04 04 05	50	50	3,244	162,200	8110,000	17,600	2,170

Tabel 4.2 lanjutan

	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3,240</b>	<b>161,990</b>	<b>8099,500</b>	<b>17,960</b>	<b>2,217</b>
4	D 06 04 01	50	50	3,270	163,500	8175,000	18,300	2,239
	D 06 04 02	50	50	3,290	164,500	8225,000	18,000	2,188
	D 06 04 03	50	50	3,230	161,500	8075,000	18,000	2,229
	D 06 04 04	50	50	3,240	162,000	8100,000	18,300	2,259
	D 06 04 05	50	50	3,260	163,000	8150,000	18,100	2,221
	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3,258</b>	<b>162,900</b>	<b>8145,000</b>	<b>18,140</b>	<b>2,227</b>
5	D 08 04 01	50	50	3,370	168,500	8425,000	18,500	2,196
	D 08 04 02	50	50	3,307	165,350	8267,500	18,800	2,274
	D 08 04 03	50	50	3,601	180,050	9002,500	20,800	2,310
	D 08 04 04	50	50	3,130	156,500	7825,000	18,300	2,339
	D 08 04 05	50	50	3,268	163,375	8168,750	18,700	2,289
	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>3,335</b>	<b>166,755</b>	<b>8337,750</b>	<b>19,020</b>	<b>2,282</b>

#### 4.2.2 Pengujian Berat Volume Dinding

Pengukuran berat volume bertujuan untuk mengetahui tingkat keseragaman berat volume sample dinding panel. Metode perhitungan untuk satu sampel adalah sebagai berikut :

Diketahui data pengukuran berat volume dinding panel pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Data Pengukuran Berat Volume Sampel D 04 04 03

Variabel	Data
Panjang ( $p$ )	50,0 cm
Lebar ( $b$ )	50,0 cm
Tebal ( $h$ )	3,18 cm
Berat Sampel ( $kg$ )	17.6 kg

Volume sampel = panjang  $\times$  lebar  $\times$  tebal sampel

$$v \text{ sampel} = p \times b \times h$$

$$= 50,0 \times 50,0 \times 3,18 = 7950,00 \text{ cm}^3.$$

Sesuai persamaan (3.2) maka nilai berat volume dinidng panel dihitung dengan cara berikut ini.





$$BV = \frac{m}{v}$$

$$= \frac{17,6}{7950} = 2,21 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3.$$

### 4.2.3 Pengolahan Data Kuat Desak Dinding Panel

Setelah pengukuran sampel dilakukan, maka sampel di uji desak yang akan didapat data-data primer berupa beban dan defleksi. Dari data tersebut akan diketahui tegangan maksimum ( $\sigma_{max}$ ), regangan maksimum ( $\epsilon_{max}$ ), modulus elastis ( $E$ ) dan energi ( $Et$ ). Berikut akan disajikan contoh pengolahan data untuk pengujian desak, data yang akan disajikan adalah data hasil sampel D 04 04 03.

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan dinding panel kawat bndrat tersebut dalam menahan beban desak maksimal yang dikerjakan, dengan penambahan variasi berat. Metode perhitungan untuk satu sampel adalah sebagai berikut ini.

**Tabel 4.4.** Data Sampel D 04 04 03

Variabel	Data
Panjang ( $p$ )	50,0 cm
Lebar ( $b$ )	50,0 cm
Tebal ( $h$ )	3,18 cm
Beban maksimum ( $P$ )	21200 Kg

Luasan bidang desak = panjang  $\times$  tebal sampel

$$A \text{ bidang tekan} = p \times h$$

$$= 50,0 \times 3,18 = 159 \text{ cm}^2.$$

Sesuai persamaan (3.3) maka besarnya kuat tekan dinding panel dihitung sebagai berikut

$$\sigma_{dsk} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{21200}{159} = 133.333 \text{ kg/cm}^2$$

Dengan memakai metode yang sama untuk setiap sampel, maka diperoleh data – data kuat desak tiap – tiap sampel. Data kuat desak sampel dapat dilihat pada Tabel 4.5.

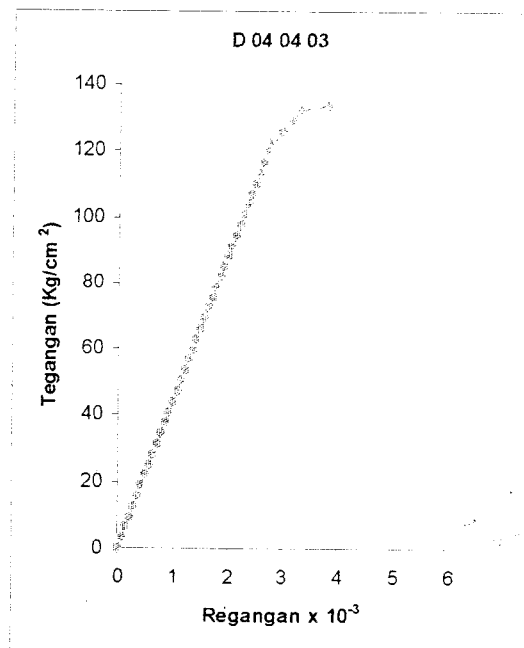
**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Desak D 04 04 03

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ x 10-3	Energi Kg/cm <sup>2</sup>
	Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3			
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	80	3,58	3,14	0,07	0,00
1000	92	7,16	6,29	0,14	0,00
1500	99	10,74	9,43	0,21	0,00
2000	104	14,33	12,58	0,29	0,00
2500	109	17,91	15,72	0,36	0,00
3000	113	21,49	18,87	0,43	0,00
3500	119	25,07	22,01	0,50	0,01
4000	122	28,65	25,16	0,57	0,01
4500	125,5	32,23	28,30	0,64	0,01
5000	129	35,81	31,45	0,72	0,01
5500	134	39,40	34,59	0,79	0,01
6000	137	42,98	37,74	0,86	0,02
6500	141	46,56	40,88	0,93	0,02
7000	144	50,14	44,03	1,00	0,02
7500	148	53,72	47,17	1,07	0,03
8000	152	57,30	50,31	1,15	0,03
8500	155	60,88	53,46	1,22	0,03
9000	158	64,47	56,60	1,29	0,04
9500	161,5	68,05	59,75	1,36	0,04
10000	164	71,63	62,89	1,43	0,05
10500	167	75,21	66,04	1,50	0,05
11000	170,5	78,79	69,18	1,58	0,05
11500	174	82,37	72,33	1,65	0,06
12000	179,5	85,95	75,47	1,72	0,06
12500	185	89,54	78,62	1,79	0,07
13000	189	93,12	81,76	1,86	0,08
13500	194	96,70	84,91	1,93	0,08
14000	197	100,28	88,05	2,01	0,09

Tabel 4.5 lanjutan

14500	202	103,86	91,19	2,08	0,09
15000	218	107,44	94,34	2,15	0,10
15500	213,5	111,02	97,48	2,22	0,11
16000	218	114,60	100,63	2,29	0,12
16500	227	118,19	103,77	2,36	0,12
17000	230	121,77	106,92	2,44	0,13
17500	234	125,35	110,06	2,51	0,14
18000	237,5	128,93	113,21	2,58	0,15
18500	240,5	132,51	116,35	2,65	0,15
19000	245	136,09	119,50	2,72	0,16
19500	250	139,67	122,64	2,79	0,17
20000	257,5	148,97	125,79	2,98	0,19
20500	266	157,47	128,93	3,15	0,22
21000	274	165,47	132,08	3,31	0,24
21200	298	189,47	133,33	3,79	0,30

Dari pengolahan data sampel D 04 04 03, tersebut maka dapat dibuat grafik hubungan tegangan-regangan, adapun gambar grafik dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan

#### 4.2.4. Perhitungan Modulus Elastisitas (E) dan Energi (Et) Sampel Desak

Setelah data - data primer diperoleh, kemudian dianalisis, sehingga diperoleh grafik hubungan tegangan-regangan, yang dapat digunakan untuk mencari besarnya nilai modulus elastis ( $E$ ) dan Energi yang diserap ( $Et$ ). Contoh perhitungan untuk mendapatkan besarnya nilai modulus elastisitas ( $E$ ) dan Energi yang diserap ( $Et$ ) untuk sampel D 04 04 03 adalah sebagai berikut .

Diketahui :

$$\sigma \text{ max} = 133.333 \text{ kg/cm}^2$$

$$0,4 \cdot \sigma \text{ max} = \sigma e = 53.333 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varepsilon e = 1.1502 \times 10^{-3}$$

Penyelesaian :

$$E = \frac{\sigma e}{\varepsilon e} = \frac{53.3333}{1.1502 \times 10^{-3}} = 46.3687 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$$

Besarnya energi yang diserap adalah :

$$Et = \left( \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \right) \times (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) + Et$$

$$Et = \left( \frac{133.333 + 132.08}{2} \right) \times (3,79 - 3,31) \times 0,001 + 0,24$$

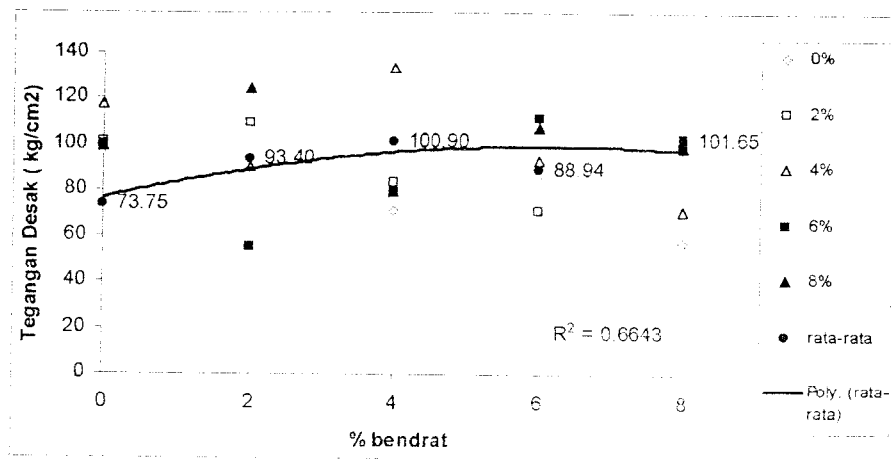
$$= 0,31 \text{ kg/cm}$$

Dengan cara yang sama maka dapat diperoleh besaran modulus elastis ( $E$ ), Energi yang diserap ( $Et$ ) dan Tegangan ( $\sigma'$ ) untuk tiap variasi sampel, yang dapat dilihat pada Tabel 4.6.

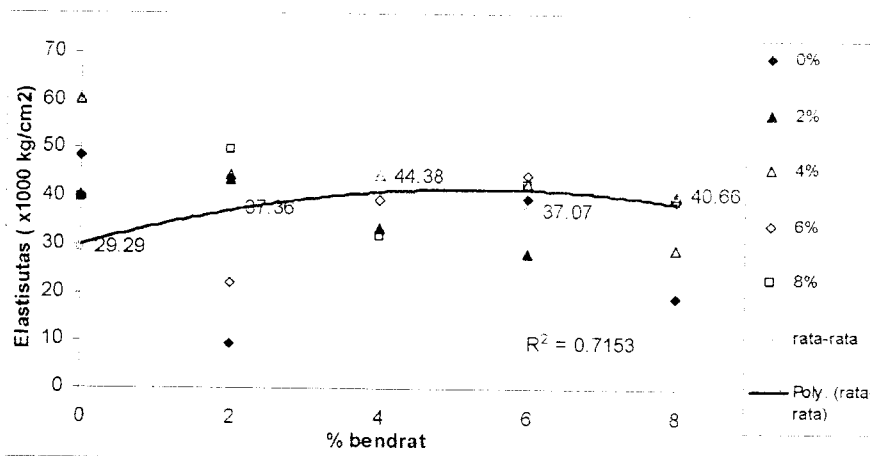
**Tabel 4.6** Hasil Pengolahan Kuat Tekan Dinding Panel

No	Kode	E x 10 <sup>3</sup>	Energi (Et)	$\sigma^t$
	Sampel	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	D 00 00 01	48,446	0,051	97,656
2	D 00 00 02	9,582	0,157	55,699
3	D 00 00 03	-	-	71,246
4	D 00 00 04	39,783	0,081	86,842
5	D 00 00 05	19,350	0,189	57,327
	Rerata	<b>29,290</b>	<b>0,135</b>	<b>73,754</b>
1	D 02 04 01	40,363	0,397	100,906
2	D 02 04 02	43,733	0,115	109,333
3	D 02 04 03	33,414	0,195	83,536
4	D 02 04 04	28,439	0,427	71,097
5	D 02 04 05	40,851	0,185	102,128
	Rerata	<b>37,360</b>	<b>0,264</b>	<b>93,400</b>
1	D 04 04 01	60,241	0,204	117,470
2	D 04 04 02	44,594	0,256	90,202
3	D 04 04 03	44,673	0,295	133,333
4	D 04 04 04	42,946	0,282	92,593
5	D 04 04 05	29,423	0,332	70,900
	Rerata	<b>44,375</b>	<b>0,274</b>	<b>100,900</b>
1	D 06 04 01	40,000	0,190	100,000
2	D 06 04 02	22,006	0,073	55,015
3	D 06 04 03	39,257	0,155	79,511
4	D 06 04 04	44,568	0,336	111,420
5	D 06 04 05	39,509	0,172	98,773
	Rerata	<b>37,068</b>	<b>0,185</b>	<b>88,944</b>
1	D 08 04 01	39,633	0,180	99,083
2	D 08 04 02	49,786	0,198	124,465
3	D 08 04 03	31,804	0,476	79,511
4	D 08 04 04	42,813	0,065	107,034
5	D 08 04 05	39,266	0,123	98,165
	Rerata	<b>40,661</b>	<b>0,208</b>	<b>101,651</b>

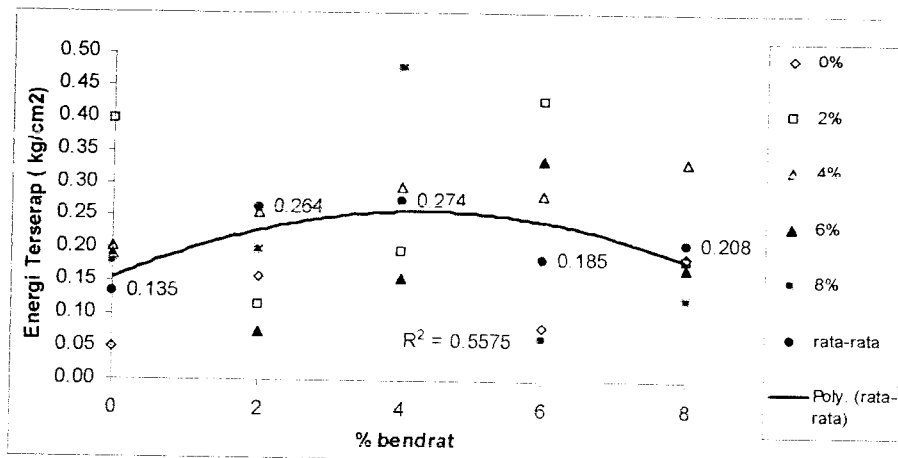
Untuk mengetahui hubungan antara tegangan maksimum, modulus elastis dan energi yang diserap terhadap penambahan persentase bendrat dengan panjang 4 cm dari berat mortar kering pada panel dinding, dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai Gambar 4.4.



**Gambar 4.2** Data sebaran hubungan antara persentase bendrat dan tegangan desak untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly (rata-rata)



**Gambar 4.3** Data sebaran hubungan antara persentase bendrat dan energi terserap untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly (rata-rata)



**Gambar 4.4** Data sebaran hubungan antara persentase bendrat dan elastisitas untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly (rata-rata)

Dari analisa data beban dan lendutan kuat tekan tiap variasi dapat diperoleh perbandingan tiap – tiap variasi dinding serat. Sebagai pembanding atau standar dinding panel serat bendrat adalah dipakai variasi I, yaitu sampel non-bendrat, dimana sampel ini tidak menggunakan penambahan kawat bendrat. Dengan menganggap nilai – nilai yang diperoleh dari analisa variasi I adalah 0 %. Dari hasil perhitungan tersebut akan diperoleh kenaikan atau penurunan nilai kekakuan dari dinding panel serat bendrat.

Dari Gambar 4.2 dari kurva tersebut terlihat bahwa nilai korelasi  $R^2$  yang kuat sehingga dengan penambahan persentase bendrat dalam panel akan meningkatkan tegangan desak yang dapat ditahan oleh panel, harga tegangan desak maksimum sekitar 101,65 kg/cm<sup>2</sup> yang diperoleh pada persentase berat 8 %. Kemudian untuk penurunan tegangan desak yang terjadi kemungkinan karena proses pencampuran yang kurang merata dan terjadi penggumpalan (*balling effect*).

Dari Gambar 4.3 menunjukkan peningkatan elastisitas panel yang sejalan dengan penambahan persentase kawat bendrat. Penambahan persentase bendrat akan membuat panel semakin kaku karena elastisitas baja lebih besar dibandingkan dengan elastisitas beton. Tetapi pada saat elastisitas mencapai maksimum pada grafik terlihat terjadi penurunan kembali. Hal ini dimungkinkan karena terjadinya penggumpalan (*balling effect*) yang disebabkan oleh penambahan persentase bendrat. Nilai elastisitas maksimum sekitar  $44,375 \times 1000 \text{ kg/cm}^2$  yang terjadi pada variasi 4 %.

Dari Gambar 4.4 kuva poly (rata-rata) berbentuk cekung ke bawah. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penambahan persentase bendrat akan meningkatkan pula efek gumpalan (*balling effect*) yang menyebabkan kurang meratanya penyebaran bendrat sehingga menyebabkan energi yang terserap menurun apabila persentase bendrat lebih besar dari 4 %.

### **4.3 Kuat Lentur Dinding Panel**

Uji kuat lentur dinding panel bertujuan untuk mengetahui besarnya kuat lentur yang terjadi pada dinding panel tersebut, yang mewakili beban gempa yang tegak lurus bidang panel.

#### **4.3.1 Pengukuran Dimensi Dinding Panel Lentur**

Sebelum pengujian tekan dilakukan, terlebih dahulu sampel perlu diukur dimensinya. Data – data hasil pengukuran sampel lentur disajikan dalam Tabel 4.7.



Tabel 4.7 Data – Data Pengukuran Sampel

No.	Sampel	L (cm)	P (cm)	Tebal (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Vol (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	BV (Kg/m <sup>3</sup> )
1	L 00 00 01	50	52	3,14	157,13	8170,50	18,00	2,20
	L 00 00 02	50	52	3,16	157,80	8205,60	17,50	2,13
	L 00 00 03	50	52	3,18	159,00	8268,00	19,00	2,30
	L 00 00 04	50	52	3,09	154,50	8034,00	17,40	2,17
	L 00 00 05	50	52	3,16	157,75	8203,00	17,80	2,17
	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>3,14</b>	<b>157,24</b>	<b>8176,22</b>	<b>17,94</b>	<b>2,19</b>
2	L 02 04 01	50	52	3,44	172,00	8944,00	19,50	2,18
	L 02 04 02	50	52	3,00	150,00	7800,00	19,50	2,50
	L 02 04 03	50	52	3,29	164,60	8559,20	19,20	2,24
	L 02 04 04	50	52	3,24	161,75	8411,00	18,80	2,24
	L 02 04 05	50	52	3,35	167,38	8703,50	17,60	2,02
	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>3,26</b>	<b>163,15</b>	<b>8483,54</b>	<b>18,92</b>	<b>2,24</b>
3	L 04 04 01	50	52	3,13	156,31	8128,25	17,90	2,20
	L 04 04 02	50	52	3,14	156,75	8151,00	18,40	2,26
	L 04 04 03	50	52	3,28	163,96	8526,05	18,00	2,11
	L 04 04 04	50	52	3,25	162,30	8439,60	19,30	2,29
	L 04 04 05	50	52	3,14	157,13	8170,50	18,00	2,20
	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>3,19</b>	<b>159,29</b>	<b>8283,08</b>	<b>18,32</b>	<b>2,21</b>
4	L 06 04 01	50	52	3,36	167,88	8729,50	18,70	2,14
	L 06 04 02	50	52	3,26	162,75	8463,00	18,50	2,19
	L 06 04 03	50	52	3,15	157,50	8190,00	17,50	2,14
	L 06 04 04	50	52	3,36	168,00	8736,00	20,00	2,29
	L 06 04 05	50	52	3,49	174,50	9074,00	19,60	2,16
	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>3,32</b>	<b>166,13</b>	<b>8638,50</b>	<b>18,86</b>	<b>2,18</b>
5	L 08 04 01	50	52	3,39	169,51	8814,65	19,30	2,19
	L 08 04 02	50	52	3,30	165,16	8588,06	18,40	2,14
	L 08 04 03	50	52	3,12	155,88	8105,89	17,50	2,16
	L 08 04 04	50	52	3,18	159,10	8273,20	17,10	2,07
	L 08 04 05	50	52	3,18	158,86	8260,53	17,50	2,12
	<b>Rata-rata =</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>3,23</b>	<b>161,70</b>	<b>8408,47</b>	<b>17,96</b>	<b>2,14</b>

#### 4.3.2. Pengolahan Data Kuat Lentur Dinding Panel

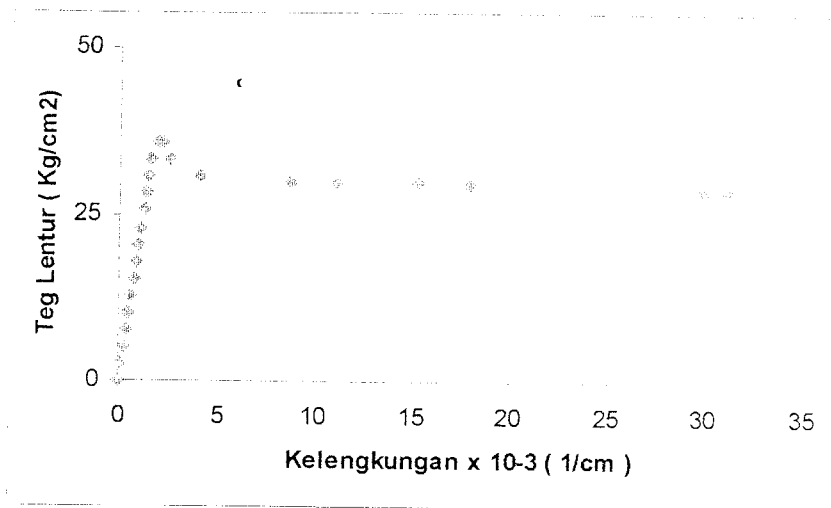
Uji kuat lentur dinding panel bertujuan untuk mengetahui besarnya kuat lentur yang terjadi pada dinding panel tersebut, yang mewakili beban gempa yang tegak lurus bidang panel.

Setelah pengukuran sampel dilakukan, maka sampel di uji lentur yang akan didapat data-data primer berupa beban dan defleksi. Dari data tersebut akan diketahui besar nilai kelengkungan ( $\Phi$ ), Momen ( $M$ ), Tegangan Lentur dan energi yang diserap ( $Et$ ). Berikut akan disajikan contoh pengolahan data untuk pengujian lentur, data yang akan disajikan berikut ini adalah sampel L 04 04 04.

**Tabel 4.8** Hasil Pengujian L 04 04 04

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm) x 10-3	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm2)	Energi (kg/cm)
	Dial 1 cm x 10-3	Dial 2 cm x 10-3	Dial 3 cm x 10-3				
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000
25	3,41	3,62	3,39	0,06	208,33	2,37	0,00007
50	6,81	7,24	6,79	0,11	416,67	4,75	0,00026
75	10,22	10,87	10,18	0,17	625,00	7,12	0,00059
100	13,62	14,49	13,57	0,22	833,33	9,49	0,00105
125	17,03	18,11	16,97	0,28	1041,67	11,86	0,00164
150	20,44	21,73	20,36	0,33	1250,00	14,24	0,00236
175	23,84	25,35	23,76	0,39	1458,33	16,61	0,00322
200	27,25	28,98	27,15	0,44	1666,67	18,98	0,00420
225	30,65	32,60	30,54	0,50	1875,00	21,35	0,00532
250	34,06	36,22	33,94	0,55	2083,33	23,73	0,00657
275	37,47	39,84	37,33	0,61	2291,67	26,10	0,00795
300	40,87	43,47	40,72	0,66	2500,00	28,47	0,00946
325	44,28	47,09	44,12	0,72	2708,33	30,85	0,01110
350	47,68	50,71	47,51	0,78	2916,67	33,22	0,01287
375	51,09	54,33	50,91	0,83	3125,00	35,59	0,01478
400	54,50	57,95	54,30	0,89	3333,33	37,96	0,01681
425	57,90	61,58	57,69	0,94	3541,67	40,34	0,01898
450	61,31	67,09	61,09	1,05	3750,00	42,71	0,02354
475	64,71	71,09	64,48	1,12	3958,33	45,08	0,02645
500	68,12	75,09	67,87	1,18	4166,67	47,45	0,02951
525	74,58	81,09	71,27	1,29	4375,00	49,83	0,03447
550	80,58	87,09	74,66	1,39	4583,33	52,20	0,03983
575	88,58	97,09	96,65	1,46	4791,67	54,57	0,04368
600	100,58	109,09	105,65	1,66	5000,00	56,94	0,05452
625	131,58	141,09	126,65	2,20	5208,33	59,32	0,08633
637,5	191,58	202,09	194,65	3,04	5312,50	60,50	0,13637
625	202,58	212,09	212,65	3,12	5208,33	59,32	0,14111

Dari pengolahan data sampel L 04 40 04, tersebut maka dapat dibuat grafik hubungan tegangan lentur-kelengkungan, adapun gambar grafik dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Grafik Hubungan Teg.Lentur-Kelengkungan

#### 4.3.3. Modulus Elastis

Setelah data - data primer diperoleh, kemudian dianalisis, sehingga diperoleh grafik hubungan tegangan-regangan, yang dapat digunakan untuk mencari besarnya nilai modulus elastis ( $E$ ). Contoh perhitungan untuk mendapatkan besarnya nilai modulus elastisitas ( $E$ ) dan Energi ( $EI$ ) untuk sampel I. 04 04 04 adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$P \text{ max} = 637,5 \text{ kg}$$

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

$$h = 3.25 \text{ cm}$$

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

pembacaan dial saat max :

$$\text{Dial 1} = y_1 = 182 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\text{Dial 2} = y_2 = 195 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\text{Dial 3} = y_3 = 185 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

penyelesaian :

#### a. Momen

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

$$M = 1/6 \times 637,5 \text{ kg} \times 50 \text{ cm} = 5312,5 \text{ kg.cm}$$

#### b. tegangan

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

$$= (1/12) \times 50 \times 3,25^3 = 143,0339 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{lt} \frac{M \cdot h/2}{I_x} = \frac{5312,5 \times 3,25/2}{143,0339} = 60,36 \text{ kg/cm}^2$$

#### c. Kelengkungan

$$\Phi = \frac{(2 \cdot y_2 - (y_1 + y_3)/2) \cdot 0.001}{\Delta x^2}$$

$$= \frac{(2 \cdot 195 - (182 + 185)/2) \cdot 0.001}{8,333^2} = 0,002974 \text{ 1/cm}$$

#### d. Energi (Et)

Besarnya energi yang diserap pada saat tegangan maximum adalah :

$$E_t = ((\sigma_1 + \sigma_2)/2) \times (\Phi_2 - \Phi_1) + E_t$$

$$E_t = ((60,50 + 59,32/2) \times (0.00304 - 0.00220)) + 0.008633$$

$$= 0.1366544 \text{ kg/cm}^3$$

Untuk pengujian lentur pada sampel non bendrat terjadi keruntuhan namun untuk sampel dengan persen berat bendrat 2, 4, 6 dan 8 % tidak terjadi keruntuhan hal ini karena tidak putus atau tercabutnya bendrat, untuk membandingkan energi antar variasi diperlukan nilai pembatas yang melingkupi semua variasi sampel bendrat sehingga energinya adalah energi terbatas ( $E_t$ ), dalam hal ini digunakan nilai kelengkungan 8,442 karena dapat mencakup semua variasi sampel bendrat.

Dengan cara yang sama maka dapat diperoleh besaran perhitungan momen, tegangan, kelengkungan dan energi terbatas untuk tiap variasi sampel, yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

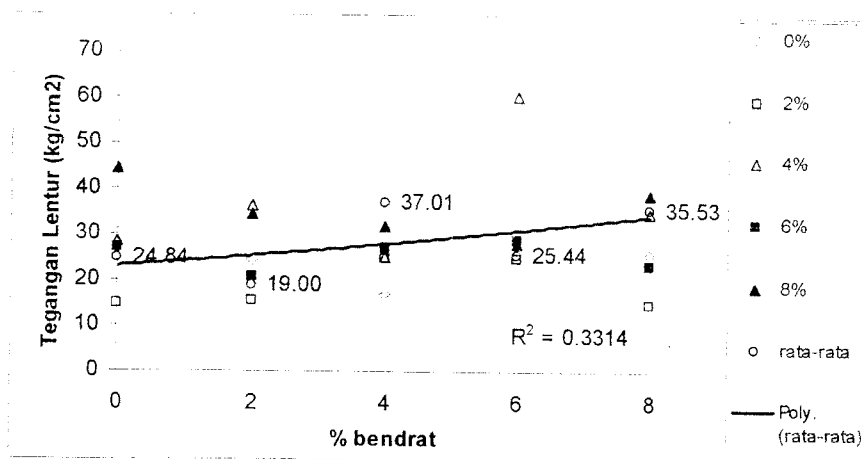
**Tabel 4.9** Hasil Pengolahan Kuat Lentur Dinding Panel

No.	Nama Sampel	$E_e$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$E_t$ batas (Kg/cm <sup>2</sup> )	Rasio Energi	$E$ total (Kg/cm <sup>2</sup> )	teg max (Kg/cm <sup>2</sup> )	Momen (Kg. cm)	$\Phi$ 10-3x(1/cm)
1	L 00 00 01	0,011	0,011	1,00	0,011	30,23	2895,83	2,992
2	L 00 00 02	0,014	0,014	1,00	0,013	24,58	2354,17	0,920
3	L 00 00 03	0,018	0,018	1,00	0,018	17,18	1645,83	1,803
4	L 00 00 04	0,021	0,021	1,00	0,021	26,10	2500,00	1,307
5	L 00 00 05	0,025	0,025	1,00	0,025	26,10	1645,83	1,638
	Rerata =	0,017	0,018	1,00	0,017	24,84	2208,33	1,73
6	L 02 04 01	0,016	0,187	11,39	0,272	14,87	2583,33	13,701
7	L 02 04 02	0,006	0,166	29,47	0,289	15,72	2854,17	15,956
8	L 02 04 03	0,014	0,210	15,19	0,339	24,63	3020,83	13,683
9	L 02 04 04	0,018	0,222	12,41	0,513	24,99	2270,83	19,180
10	L 02 04 05	0,008	0,160	19,35	0,290	14,81	2270,83	15,883
	Rerata =	0,012	0,189	17,56	0,340	19,00	2600,00	15,68
11	L 04 04 01	0,186	0,228	2,11	0,562	28,65	2925,00	31,151
12	L 04 04 02	0,370	0,594	1,61	0,892	36,12	3770,83	37,708
13	L 04 04 03	0,020	0,240	12,15	0,816	25,11	3041,67	30,014
14	L 04 04 04	0,020	0,431	12,50	0,816	60,50	5312,50	17,749
15	L 04 04 05	0,154	0,499	3,24	0,503	34,68	2854,17	10,277
	Rerata =	0,150	0,498	4,87	0,718	37,01	3580,83	25,38
16	L 06 04 01	0,015	0,228	14,96	0,846	27,06	3062,50	31,068
17	L 06 04 02	0,024	0,199	8,42	0,560	20,76	2895,83	24,596

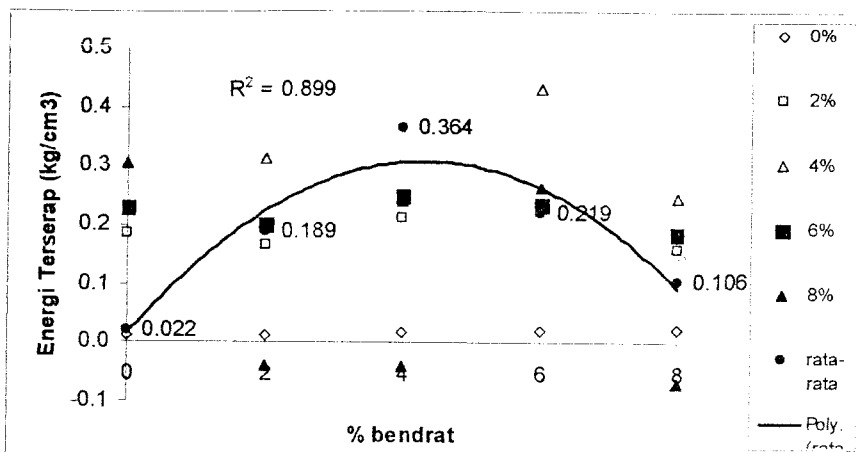
Tabel 4.9 lanjutan

18	L 06 04 03	0,016	0,248	15,35	0,852	27,21	2729,17	29,991
19	L 06 04 04	0,012	0,236	18,89	0,855	28,79	3083,33	29,886
20	L 06 04 05	0,013	0,185	14,22	0,699	23,40	2562,50	30,399
	Rerata =	0,016	0,219	14,37	0,762	25,44	2866,67	29,19
21	L 08 04 01	0,011	0,303	0,04	0,779	44,37	4250,00	20,487
22	L 08 04 02	0,334	0,450	1,35	0,702	34,37	3833,33	20,496
23	L 08 04 03	0,293	0,450	1,52	0,626	31,89	3375,00	31,508
24	L 08 04 04	0,210	0,308	1,47	0,415	28,15	2895,83	36,976
25	L 08 04 05	0,242	0,242	1,34	0,548	38,88	3270,83	36,976
	Rerata =	0,272	0,438	1,14	0,614	35,53	3525,00	29,289

Untuk mengetahui hubungan antara tegangan lentur dan energi yang diserap terhadap penambahan persentase berat mortar kering dengan panjang bendrat 4 cm dari pada panel dinding, dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.



**Gambar 4.6** Data sebaran hubungan antara persentase bendrat dan tegangan lentur untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly (rata-rata)



**Gambar 4.7** Data sebaran hubungan antara persentase bendrat dan energi terserap untuk berbagai persentase bendrat dan kurva pendekatan poly (rata-rata)

Dari Gambar 4.6 terlihat bahwa kurva poly (rata-rata) cenderung menanjak. Non-linearitas relatif kecil kemungkinan disebabkan oleh pengaruh efek gumpalan (*balling effect*) yang lemah. Sehingga dengan penambahan persentase berat kawat bendrat akan meningkatkan tegangan lentur yang dapat ditahan oleh panel. Tegangan lentur rata-rata yang dapat dicapai sekitar 37,01 kg/cm<sup>2</sup> dan maksimum 60,50 kg/cm<sup>2</sup> untuk panel dengan panjang 4 cm berat 4%.

Dari Gambar 4.7 terlihat bahwa kurva poly (rata-rata) berbentuk cekung ke bawah, hal ini mengindikasikan bahwa penambahan persentase bendrat akan meningkatkan pula efek gumpalan (*balling effect*) yang menyebabkan kurang meratanya penyebaran bendrat dan menjadikan energi yang terserap semakin menurun apabila persentase bendrat lebih besar dari 4 %.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan dan saran-saran untuk kelanjutan dan penyempurnaan tugas akhir mendatang.

#### 5.1 Kesimpulan

1. Perilaku desak panel secara umum menunjukkan bahwa penambahan persentase berat akan menambah tegangan desak maksimum rata-rata yang terjadi pada variasi 8 %.
2. Perilaku desak panel secara umum mengindikasikan bahwa penambahan persentase berat kawat bendrat akan meningkatkan elastisitas tetapi setelah mencapai nilai maksimum terjadi penurunan nilai elastisitas.
3. Penurunan nilai elastisitas disebabkan pada proses pencampuran terjadi efek gumpal (*balling effect*). Sehingga dengan penambahan persentase berat kawat bendrat akan menurunkan *workability* yang menyebabkan penurunan elastisitas.
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 kg/cm<sup>2</sup>.
5. Perilaku lentur panel mengindikasikan bahwa penambahan persentase berat bendrat akan meningkatkan tegangan lentur panel dengan nilai maksimum rata-rata sebesar 37,01 kg/cm<sup>2</sup>.
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.

## 5.2 Saran-saran

1. Tugas akhir sejenis akan lebih memuaskan hasilnya apabila jumlah benda uji setiap variasi panel ditambah sampai mencukupi dengan ketebalan yang lebih variatif, alat uji yang lebih canggih serta adanya pengawasan saat pembuatan sampel dan proses pengujian sehingga hasilnya bisa maksimal.
2. Perlu dilakukan uji geser untuk mengetahui pengaruh gaya horisontal.
3. Perlu dicari solusi pemotongan bendrat yang lebih efisien.
4. Perlu koordinasi yang lebih matang dengan pihak laboratorium supaya hasilnya maksimal.
5. Perlu diadakan penelitian pengaruh sambungan antar panel supaya bisa didapat kombinasi panel yang dapat dipakai di daerah rawan gempa sebagai panel non-struktur

## 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.
- Dipohusudo. I, (1994), **Struktur Beton Bertulang**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1989), **SPESIFIKASI BAHAN BANGUNAN BAGIAN A (Bahan Bangunan Bukan Logam)**, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum (1993), **Istilah Teknik Sipil Inggris – Indonesia**, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Effendy, Yusron dan Suwarna, Edy, (1995), **Studi Eksperimental Tinjauan Beton Fiber terhadap Kuat Lentur dan Kuat Desak Beton**, Tugas Akhir

Strata 1, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Kamarwan, Sidharta S (1995), **Mekanika Bahan Bagian dari Mekanika  
Teknik**, Universitas Indonesia Press, Jakarta.

Kusumadinata, Aditya dan B, Farhanuddin (sedang berlangsung), **Karakteristik  
Dinding Partisi Kawat Bendrat dengan Variasi Panjang 4 % Berat**,  
Proposal Tugas Akhir Strata 1 Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Mansyur, M dan Natsir, Muchlas A (Sedang Berlangsung), **Karakteristik  
Dinding Partisi Kawat Bendrat dengan Variasi Panjang 2 % Berat**,  
Proposal Tugas Akhir Strata 1 Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Nawy, Edward G, 1990, **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, terjemahan  
Bambang Suryoatmojo, Eresco, Bandung.

Rahayu, Tanjung dan Trihandoko, M. Nur, (1996). **Pengaruh Kawat Baja Lurus  
dan Berkait Terhadap Kuat Lentur dan Kuat Desak Beton Fiber**, Tugas  
Akhir Strata 1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Sarwidi (2005), **Penambahan Kawat Potongan Bendrat Pada Panel Untuk  
Bangunan Tahan Gempa**, Laporan Research Grant, Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,  
Jogjakarta

Suhendro, Bambang (2000), **Teori Model Struktur dan Teknik Eksperimental**,  
Beta Offset, Jogjakarta

Supramono dan Sugiarto (1993), **STATISTIKA**, Andi Offset, Jogjakarta

Suprianto dan M.A. Muhtadin (1996). **Studi Komparasi Beton Serat Bendrat  
dan Serat Plastik Pada Uji Lentur**, Tugas Akhir Strata 1 Jurusan Teknik  
Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,  
Jogjakarta.

Sutrisno, Pulung dan Ratmana, Badrudin Marma (2005), **Analisis Kekuatan  
Dinding Pasangan Bata Super Godean Sleman Yogyakarta denagn  
Variasi Mortar**, Tugas Akhir Strata 1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta..

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

Tular R.B (1984), **Perencanaan Bangunan Tahan Gempa**, Yayasan Lembaga  
Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

[www.balitbangjateng.go.id](http://www.balitbangjateng.go.id), **Kajian Kuat Beton Terhadap Penambahan Serat  
Bendrat Pada Campuran Beton**, ditulis oleh Kuntun Priyonggo Dosen  
Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto (2002), *opened on*  
17 Oktober 2005. 21:46 WIB.

[www.mortarutama.com](http://www.mortarutama.com), **Mortar Konvensional** *opened on* 20 Oktober 2005.  
21:15 WIB.

Zaenal A.Z (2003), **Rumah Idaman**, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

# *Lampiran I*

## *Kartu Peserta Tugas Akhir*



UNTUK DOSEN

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

PERIODE KE : III ( Mar 05 - Agst 05 )  
 TAHUN : 2004 - 2005  
**Sampai akhir Agustus 2005**

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Aldri Pranowo	00 511 099	Teknik Sipil
2.	M Tauhidayat	00 511 143	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Karakteristik Bdinding Partisi Menggunakan Variasi Berat Kawat Bendrat 4 Cm Panjang

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



Jogjakarta , 19-Sep-05  
 a.n. Dekan

Mr.H.Munadhir, MS

Catatan : \_\_\_\_\_  
 Seminar : \_\_\_\_\_  
 Sidang : \_\_\_\_\_  
 Pendadaran : \_\_\_\_\_

## KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Aldri Pranowo	00 511 099	Teknik Sipil
2.	M Tauhidayat	00 511 143	Teknik Sipil

### JUDUL TUGAS AKHIR

Karakteristik Bbinding Partisi Menggunakan Variasi Berat Kawat Bendrat 4 Cm Panjang

PERIODE KE : III ( Mar 05 - Agst 05 )

TAHUN : 2004 - 2005

**Sampai akhir Agustus 2005**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
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 Pembmbina II : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D



Jogjakarta , 19-Sep-05  
 a.n. Dekan

  
 Mr.H.Munadhir, MS

C  
 je

Sidang : \_\_\_\_\_

Pendadaran : \_\_\_\_\_

*Lampiran II*  
*Data dan Hasil Pengujian*





### PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR

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 %
6.	Rata – rata	<b>3,71 %</b>		

**KETERANGAN**

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran <b>LABORATORIUM</b>	Tanda Tangan 	Tanggal
<b>BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK</b> <b>FAKULTAS TEKNIK UII</b>		



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : D 00 00 01

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	35
1000	50
1500	58
2000	63
2500	68
3000	75
3500	80
4000	82

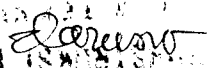
4500	84
5000	85
5500	86
6000	87
6500	88
7000	91
7500	93
8000	94
8500	95
9000	96
9500	98
10000	100

10500	101
11000	103
11500	106
12000	110
12500	115
13000	118
13500	122
14000	128
14500	132
15100	142

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK	



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 00 00 02

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	130
1000	150
1500	230
2000	270


2500	308
3000	359
3500	376
4000	400
4500	414
5000	430
5500	444
6000	452

6500	468
7000	479
7500	490
8000	502
8500	520
8650	560

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK	

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : D 00 00 03

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10- 3
0	0
500	5
1000	9
1500	13
2000	15
2500	17


3000	18
3500	18
4000	18
4500	14
5000	11
5500	11
6000	10
6500	7
7000	5
7500	3

8000	0
8500	3
9000	5
9500	8
10000	10
10500	14
11000	20
11150	30

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	 BOHON KONSTRUKSI TEKNIK	

FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
DAN PERENCANAAN



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 00 00 04

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	81
1000	96
1500	108
2000	114
2500	120
3000	130
3500	136

4000	141
4500	142
5000	151
5500	156
6000	159
6500	164
7000	168
7500	171
8000	174
8500	178
9000	180

9500	182
10000	184
10500	188
11000	192
11500	199
12000	203
12500	208
13000	212
13200	219

**KETERANGAN**

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 00 00 05

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>
0	0
500	15
1000	27
1500	38
2000	45


2500	53
3000	62
3500	70
4000	79
4500	86
5000	98
5500	109
6000	113

6500	122
7000	134
7500	144
8000	155
8500	165
8900	255

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		

**PENGUJIAN DESAK**  
**PANEL DINDING**

**No. Sampel : D 02 04 01**

**Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005**

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>
0	0
500	2
1000	63
1500	84
2000	96
2500	107
3000	114
3500	120
4000	126
4500	130,5
5000	134,5

5500	140
6000	144
6500	148
7000	151,5
7500	157
8000	164
8500	168,5
9000	176
9500	180
10000	186
10500	193
11000	206
11000	214
11000	246

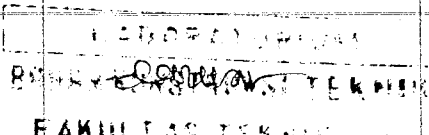
11500	267
12000	277
12500	285
13000	295
13500	306
14000	316
14500	327
15000	336
15500	366
16000	380
16500	397
16700	410

**KETERANGAN**

.....

.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	 LABORAN BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK	



**PENGUJIAN DESAK  
 PANEL DINDING**

**No. Sampel : D 02 04 02**

**Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005**

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>
0	0
500	12,5
1000	20
1500	25
2000	29
2500	33
3000	37,5
3500	41
4000	45,5
4500	50

5000	55
5500	60
6000	66
6500	70
7000	74,5
7500	78,5
8000	83
8500	88
9000	92
9500	95,5
10000	99
10500	102,5
11000	106

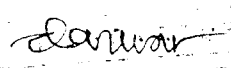
11500	109
12000	112
12500	116
13000	119
13500	121,5
14000	124,5
14500	127,5
15000	130,5
15500	132,5
16000	134
16400	139

**KETERANGAN**

.....

.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN	

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN





**PENGUJIAN DESAK**  
**PANEL DINDING**

No. Sampel : D 02 04 03

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>				
0	0	4000	28	9500	61,5
500	1	4500	30	10000	65
1000	5	5000	33	10500	68,5
1500	11	5500	35,5	11000	73,5
2000	14,5	6000	38,5	11500	80
2500	18,5	6500	41	12000	86
3000	22	7000	44	12500	93
3500	25	7500	47,5	13000	99
		8000	51	13500	147
		8500	54,5	13750	166
		9000	58		

**KETERANGAN**

.....

.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal



**PENGUJIAN DESAK**  
**PANEL DINDING**

No. Sampel : D 02 04 04

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	20
1000	30
1500	37
2000	46
2500	52,5
3000	61
3500	69

4000	78
4500	86
5000	95
5500	104
6000	120,5
6500	132,5
7000	140
7500	150
8000	162
8500	175,5
9000	197

9500	214,5
10000	248,5
10500	259
11000	272
11500	282
12000	293
12500	310
12750	359
11500	372
11500	438

**KETERANGAN**

.....

.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : D 02 04 05

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	0,5
1000	10,5
1500	22,5
2000	31
2500	38
3000	44
3500	47
4000	50
4500	52

5000	54
5500	56
6000	59
6500	61
7000	63
7500	66
8000	68,5
8500	71,5
9000	74,5
9500	78
10000	81
10500	84,5
11000	87,5

11500	90
12000	94
12500	98
13000	100
13500	104,5
14000	108,5
14500	113
15000	117,5
15500	122
16000	128
16500	135,5
16800	164

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 04 04 01

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>
0	0
500	83
1000	123
1500	136
2000	146
2500	152
3000	156
3500	160
4000	163
4500	167
5000	171
5500	175,5

6000	181
6500	184,5
7000	188
7500	193
8000	197
8500	200
9000	203
9500	206
10000	208
10500	210,5
11000	212
11500	215,5
12000	217,5
12500	220
13000	222,5

13500	225
14000	227,5
14500	230
15000	233
15500	236,5
16000	241
16500	245
17000	249
17500	253,5
18000	258
18500	266,5
19000	269
19500	272,5
19500	280

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS		



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 04 02

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>
0	0
500	27
1000	36
1500	42
2000	47
2500	51,5
3000	56
3500	61
4000	64
4500	65,5

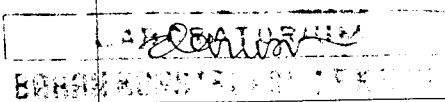
5000	69,5
5500	73,5
6000	77
6500	80,5
7000	84
7500	87
8000	91,5
8500	94,5
9000	98,5
9500	102
10000	106,5
10500	110
11000	114,5

11500	118
12000	123
12500	129
13000	134
13500	139,5
14000	145
14500	153
15000	161,5
15500	174
15800	186
14500	194
14500	211

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		

FAKULTAS TEKNIK



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 04 04 03

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>
0	0
500	80
1000	92
1500	99
2000	104
2500	109
3000	113
3500	119
4000	122
4500	125,5
5000	129
5500	134
6000	137

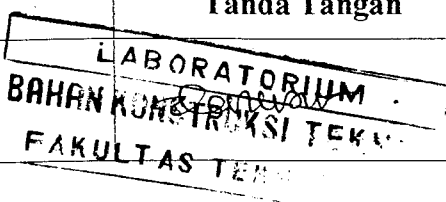
6500	141
7000	144
7500	148
8000	152
8500	155
9000	158
9500	161,5
10000	164
10500	167
11000	170,5
11500	174
12000	179,5
12500	185
13000	189
13500	194
14000	197

14500	202
15000	218
15500	213,5
16000	218
16500	227
17000	230
17500	234
18000	237,5
18500	240,5
19000	245
19500	250
20000	257,5
20500	266
21000	274
21200	298

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 04 04 04

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>
0	0
500	84
1000	99
1500	109
2000	116
2500	123
3000	129
3500	139,5
4000	141

4500	147
5000	155
5500	160
6000	166
6500	171,5
7000	177
7500	183
8000	188
8500	194
9000	198
9500	203
10000	208

10500	214
11000	221
11500	228
12000	234
12500	242,5
13000	248
13500	256,5
14000	267
14500	282
15000	294
15000	329

**KETERANGAN**

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

**No. Sampel : D 04 04 05**

**Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005**

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	30
1000	48
1500	62
2000	73
2500	80
3000	87
3500	95
4000	103
4500	110
5000	112

5500	119
6000	127
6500	130
7000	139
7500	142,5
8000	149
8500	153
9000	158,5
9500	164,5
10000	170
10500	175
11000	179,5
11500	185
12000	190,5

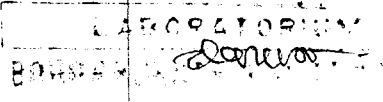
12500	205
13000	218,5
13500	226
14000	236
14500	246
14850	279
13500	298
13000	298
12500	307
12000	319
11500	335

**KETERANGAN**

.....

.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		





**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

**No. Sampel : D 06 04 01**

**Tanggal Pembuatan : 06/ 12/ 2005**

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	76
1000	110
1500	125
2000	136
2500	144
3000	151
3500	159
4000	163
4500	167

5000	170,5
5500	173
6000	175,5
6500	178
7000	181
7500	184
8000	188
8500	191,5
9000	195
9500	198
10000	201
10500	204
11000	206,5

11500	209
12000	213
12500	217
13000	220,5
13500	225
14000	227
14500	231,5
15000	240
15500	249
16000	258
16350	289

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 06 04 02

Tanggal Pembuatan : : 06/ 12/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	49
1000	62,5
1500	70,5
2000	79

2500	84
3000	88,5
3500	92,5
4000	96
4500	100
5000	103
5500	105
6000	105,5

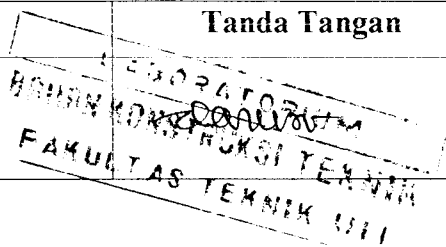
6500	106,5
7000	108,5
7500	112
8000	115,5
8500	121,5
9000	135
9050	154

**KETERANGAN**

.....

.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 06 04 03

Tanggal Pembuatan : : 06/ 12/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	4500	132	10500	162
0	0	5000	137	11000	165
500	24	5500	141	11500	168,5
1000	72	6000	144	12000	172,5
1500	88	6500	145,5	12500	178
2000	100,5	7000	147	13000	180
2500	110	7500	149	13500	183
3000	116	8000	150	14000	186,5
3500	123	8500	153	14500	191
4000	127	9000	155,5	15000	197
		9500	157,5	15500	203
		10000	160		

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 06 04 04

Tanggal Pembuatan : 06/ 12/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>
0	0
500	9
1000	17
1500	21,5
2000	25
2500	28
3000	31
3500	33,5
4000	35,5
4500	38
5000	40,5

5500	42,5
6000	45,5
6500	47,5
7000	49,5
7500	52
8000	55
8500	58
9000	61
9500	64,5
10000	67,5
10500	71
11000	75,5
11500	80
12000	84

12500	90
13000	94
13500	98,5
14000	104,5
14500	110
15000	119,5
15500	129
16000	134
16500	148
17000	168
17500	177
18000	193
18050	216

**KETERANGAN**

.....

.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 08 04 02

Tanggal Pembuatan : : 07/ 12/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	43
1000	62
1500	70,5
2000	75
2500	78,5
3000	81
3500	84
4000	86
4500	88,5
5000	90,5
5500	94
6000	96,5

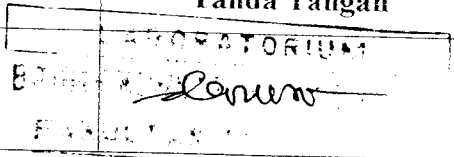
6500	100
7000	102
7500	105
8000	108
8500	110,5
9000	113
9500	115
10000	118,5
10500	120,5
11000	124,5
11500	126
12000	128,5
12500	132,5
13000	134
13500	137
14000	139

14500	142
15000	143,5
15500	146
16000	148,5
16500	152
17000	155
17500	158
18000	161
18500	166
19000	171
19500	176
20000	184
20350	201

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : D 08 04 03

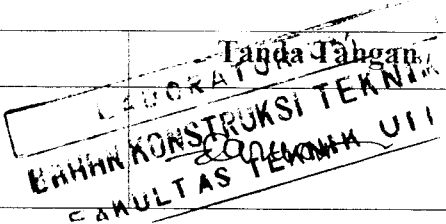
Tanggal Pembuatan : : : 07/ 12/ 2005

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3				
0	0	5000	262	11500	336
500	112	5500	268	12000	343
1000	169	6000	277,5	12500	349,5
1500	187	6500	283	13000	356
2000	203	7000	288	13500	360
2500	216	7500	295	14000	367
3000	225	8000	300	14500	374
3500	237	8500	306	15000	385
4000	245,5	9000	311,5	15150	424
4500	254	9500	315,5	13500	476
		10000	321	13000	578
		10500	325		
		11000	331		

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

**No. Sampel : D 08 04 04**

**Tanggal Pembuatan : : 07/ 12/ 2005**

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>
0	0
500	56
1000	58
1500	58
2000	60
2500	63
3000	67
3500	72
4000	75,5
4500	79
5000	82,5

5500	85
6000	89,5
6500	92
7000	94
7500	96
8000	97
8500	98,6
9000	99,5
9500	100
10000	100,5
10500	100,5
11000	100,5
11500	101
12000	102,5

12500	104
13000	105
13500	106
14000	107,5
14500	108
15000	109
15500	109
16000	109,5
16500	110
17000	115
17500	128

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

**PENGUJIAN DESAK  
 PANEL DINDING**

**No. Sampel : D 08 04 05**

**Tanggal Pembuatan : : 07/ 12/ 2005**

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3
0	0
500	34
1000	43
1500	54
2000	57
2500	60
3000	64
3500	69,5
4000	73,5
4500	77

5000	81
5500	84
6000	87,5
6500	92
7000	93
7500	96,5
8000	99,5
8500	102
9000	104
9500	107
10000	110
10500	112,5
11000	115,5

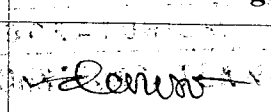
11500	118,5
12000	122
12500	127
13000	130
13500	134
14000	139
14500	145
15000	149,5
15500	155,5
16000	162,5
16050	182

**KETERANGAN**

.....

.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	 BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN	





**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : L 02 04 01

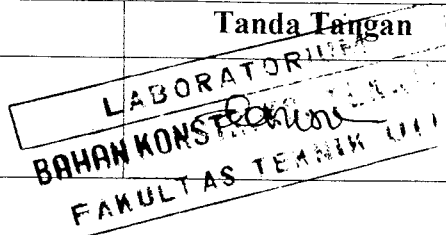
Tanggal Pembuatan : 17/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	0	0	0
75	3	0	4
100	12	6	15
125	19	11	22
150	28	22	33
175	34	30	40
200	42	37	47
225	50	45	55
250	59	54	64
275	67	61	71
300	75	70	79
310	98	115	105
300	122	150	125
275	186	240	190
250	227	255	230
225	259	344	265
200	304	404	308
175	349	458	347
175	406	529	400
175	463	600	435
175	503	650	448
160	540	707	455

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : L 02 04 02

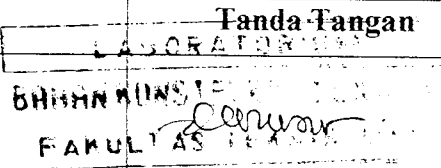
Tanggal Pembuatan : 17/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	1	0	3
75	3	0	8
100	7	0	15
125	11	0	20
150	18	3	25
175	22	12	30
200	28	16	35
225	34	22	41
250	39	27	47
275	44	31	52
300	49	35	56
342,5	53	40	62
325	63	58	85
300	73	74	105
275	78	82	115
250	91	105	140
225	107	126	163
200	192	240	280
175	358	510	456
165	615	822	496

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda-Tangan	Tanggal
		



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

**No. Sampel : L 02 04 03**

**Tanggal Pembuatan : 17/ 10/ 2005**

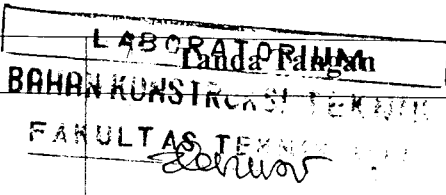
Beban	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	1	0	3
75	3	0	8
100	6	3	12
125	10	7	16
150	16	14	24
175	21	18	29
200	27	24	34
225	33	30	40
250	38	36	46
275	44	42	53
300	50	49	60
362,5	78	55	65
350	85	63	73
325	94	76	85
300	110	140	145
275	139	181	192
255	356	398	507
255	490	588	690
255	533	816	905

**KETERANGAN**

.....

.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran		Tanggal



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : L 02 04 04

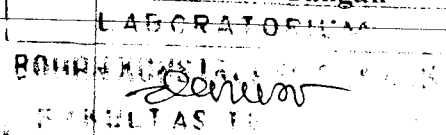
Tanggal Pembuatan : 17/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	3	0	3
75	11	0	9
100	20	0	18
125	29	4	26
150	39	12	35
175	50	22	45
200	58	30	52
225	65	40	60
250	73	50	65
275	80	61	74
285	110	86	92
250	133	125	120
200	198	226	194
175	292	291	237
175	522	673	515

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK	



**PENGUJIAN DESAK**  
**PANEL DINDING**

No. Sampel : L 02 04 05


Tanggal Pembuatan : 17/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	5	0	4
75	16	8	13
100	25	14	20
125	33	22	28
150	42	29	35
175	52	37	44
200	61	45	51
225	72	53	60
250	81	64	80
272,5	103	80	90
250	122	92	94
225	141	97	118
200	193	128	188
195	530	360	289
205	845	596	443
195	1049	780	566
175	1053	800	583
150	1197	1000	730
150	1218	1032	750

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
		



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : L 04 04 01

Tanggal Pembuatan : 18/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	6	0	5
75	15	0	13
100	24	0	21
125	33	0	28
150	42	0	38
175	53	4	48
200	62	14	57
225	72	22	67
250	82	29	76
275	94	40	88
300	105	51	98
325	115	60	109
350	134	82	131
351	142	94	146
325	162	120	180
300	212	215	283
292,5	451	529	654
292,5	553	673	811
292,5	783	957	1133
290	885	1081	1163
280	980	1224	
280	1135	1307	

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII		



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 04 02

Tanggal Pembuatan : 18/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	3	0	2
75	8	0	9
100	24	7	20
125	36	16	30
150	50	25	40
175	63	34	48
200	74	41	56
225	87	51	65
250	99	61	73
275	109	72	81
300	116	78	88
325	124	85	94
350	134	94	102
375	145	104	110
400	157	114	120
425	169	126	130
450	192	147	147
452,5	213	174	187
425	238	220	197
400	266	268	228
382,5	393	458	361
382,5	528	654	497
382,5	651	831	620
382,5	791	957	711
382,5	872	1147	853
382,5	950	1256	893
372,5	1031	1374	
355	1174	1581	

KETERANGAN

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII		



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 04 03

Tanggal Pembuatan : 18/ 10/ 2005

Beban (kg)	Dial 1	Pembacaan Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	0	0	0
75	0	0	0
100	0	0	0
125	2	0	2
150	5	6	5
175	10	15	10
200	16	20	16
225	21	26	21
250	28	34	28
275	33	40	33
300	38	45	38
325	41	49	41
350	48	55	48
365	106	134	106
350	116	154	116
325	149	195	149
310	304	536	304
300	526	696	526
285	688	901	688
277,5	977	1271	977
275	1042	1353	1042
270	1106	1573	1106
270	1134		1134

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII		





**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : L 04 04 04

Tanggal Pembuatan : 18/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	0	0	0
75	0	2	1
100	3	6	4
125	8	10	6
150	10	15	11
175	14	18	15
200	19	21	19
225	22	26	22
250	25	29	25
275	28	33	28
300	31	36	32
325	34	40	34
350	37	43	37
375	40	47	40
400	45	51	44

425	48	55	45
450	52	60	51
475	55	64	54
500	60	68	58
525	65	74	62
550	71	80	68
575	79	90	87
600	91	102	96
625	122	134	117
637,5	182	195	185
625	193	205	203
600	310	287	238
575	409	367	304
550	513	465	393
530	792	732	606
525	889	824	682
515	1053	985	742
512,5	1148	1093	768
507,5		1363	

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UTI	<i>[Signature]</i>	



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 04 05

Tanggal Pembuatan : 18/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	0	3	3
75	0	10	6
100	0	16	10
125	0	21	13
150	2	28	18
175	5	33	22
200	8	38	27
225	12	41	30
250	18	45	35
275	24	52	41
300	31	59	48
325	40	68	56
342,5	57	82	69
325	67	88	74
300	87	101	85
275	128	129	109
260	232	194	177
250	292	232	213
242,5	555	468	400
240	714	579	489
240	872	673	571
240	905	767	683
240		887	796

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII		



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : L 06 04 01

Tanggal Pembuatan : 18/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	6	0	4
75	12	0	9
100	19	11	15
125	25	18	22
150	32	22	28
175	38	30	38
200	44	37	40
225	50	44	47
250	57	52	55
275	65	60	63
300	74	69	73
325	82	75	81
350	96	92	96
367,5	132	142	146
350	146	171	186
327,5	201	255	246
325	249	320	377
315	329	445	523
307,5	503	720	791
307,5	576	885	827
307,5	682	1020	
305	756	1130	
305	830	1238	
305	858	1275	

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI FAKULTAS TEKNIK		



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : L 06 04 02

Tanggal Pembuatan : 18/10/2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	1	0	0
75	4	1	3
100	11	3	11
125	17	8	18
150	25	13	25
175	30	18	31
200	38	24	38
225	44	30	44
250	51	37	51
275	59	45	59
300	65	52	65
325	73	63	73
347,5	96	92	103
300	108	115	124
275	135	155	170
250	170	210	229
255	253	330	373
250	286	380	434
247,5	366	490	574
245	448	625	713
245	521	710	788
245	590	810	
235	767	1062	
225	881	1215	
220	1013	1380	

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laporan LABORATORIUM Tanda Tangan BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK <i>[Signature]</i>	Tanggal
---	---------



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : L 06 04 03

Tanggal Pembuatan : 18/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	1	1	1
75	6	6	3
100	11	11	7
125	16	17	11
150	23	23	17
175	29	30	24
200	36	37	29
225	42	43	35
250	49	52	43
275	59	62	54
300	83	87	81
325	151	182	172
327,5	212	275	270
325	246	323	329
300	315	440	452
285	448	631	621
285	549	780	661
275	587	828	
270	728	1030	
270	830	1180	
270	875	1250	

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK		



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : L 06 04 04

Tanggal Pembuatan : 18/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	4	0	5
75	8	0	9
100	13	0	13
125	18	6	18
150	23	11	22
175	27	15	27
200	32	20	31
225	36	25	35
250	41	30	41
275	46	35	47
300	51	41	53
325	55	46	57
350	62	55	64
370	85	90	93
350	105	110	110
335	160	190	178
330	269	380	328
325,5	419	590	528
325,5	541	760	708
325,5	648	892	738
325,5	708	980	750
325	783	1112	
325	875	1235	

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK SIPIL		



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : L 06 04 05

Tanggal Pembuatan : 18/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	1	0	3
75	6	0	5
100	12	2	9
125	18	8	14
150	26	16	21
175	32	22	27
200	41	30	33
225	49	38	40
250	55	43	46
275	63	50	52
300	71	59	57
307,5	79	66	63
300	109	88	83
285	273	224	180
285	416	325	266
285	638	470	377
285	791	582	460
285	1082	840	611
285	1319	995	690
285	1440	1075	711
285		1218	740
285		1317	1317

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK	<i>[Signature]</i>	



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : L 08 04 02

Tanggal Pembuatan : 19/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	8	9	5
75	18	14	12
100	27	25	18
125	35	32	24
150	44	40	30
175	51	47	35
200	56	54	39
225	60	57	44
250	66	63	49
275	71	72	55
300	76	78	61
325	81	87	68
350	87	96	74
375	95	108	83
400	105	120	97
425	116	135	109
450	138	157	130
460	184	184	157
450	204	251	230
437,5	318	307	412
425	403	421	548
420	532	605	687
400	708	847	
385	869	1059	
375	911	1229	

**KETERANGAN**

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK		





**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

No. Sampel : L 08 04 01

Tanggal Pembuatan : 19/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	6	0	2
75	12	0	9
100	20	0	12
125	25	4	17
150	32	13	24
175	39	18	28
200	46	25	34
225	53	31	40
250	60	37	45
275	66	43	51
300	74	51	57
325	84	60	66
350	97	71	74
375	118	89	80
400	151	116	113
425	232	186	153
450	399	313	240
475	452	355	270
500	504	398	303
510	603	484	378
500	686	560	434
475	877	759	537
450	1019	894	630
425	1248	1129	776
412,5	1420	1276	892
405	1568		923
400	1571		
397,5	1617		

**KETERANGAN**

.....  
.....  
**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN		



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : L 08 04 03

Tanggal Pembuatan : 19/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	4	0	0
75	11	0	4
100	17	0	15
125	22	6	17
150	30	13	26
175	36	17	31
200	41	26	38
225	44	32	44
250	53	39	50
275	59	45	58
300	67	57	67
325	78	68	79
350	93	84	94
375	109	105	115
400	141	143	155
405	157	168	182
400	194	215	248
375	410	532	668
367,5	637	869	1080
350	712	964	
325	806	1102	
310	891	1225	

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	<i>[Signature]</i>	



**PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING**

**No. Sampel : L 08 04 04**

**Tanggal Pembuatan : 19/10/2005**

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	6	0
75	13	17	1
100	22	26	9
125	35	35	16
150	37	44	25
175	45	53	33
200	54	63	42
225	63	75	52
250	76	89	63
275	90	105	71
300	111	131	100
325	137	162	127
347,5	233	280	245
325	281	345	328
307,5	530	701	721
305	757	1025	1059
300	959	1384	1164
285	1052	1539	
285	1131		

**KETERANGAN**

.....  
.....

**Diperiksa Oleh :**

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN		



PENGUJIAN DESAK  
PANEL DINDING

No. Sampel : L 08 04 05

Tanggal Pembuatan : 19/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	3	1	4
75	11	15	12
100	21	27	23
125	32	38	33
150	44	55	47
175	61	72	71
200	73	87	84
225	88	108	100
250	102	124	116
275	116	144	135
300	134	164	157
325	163	202	189
350	201	250	234
375	232	294	274
392,5	302	384	378
375	460	604	654
360	536	735	812
360	608	820	852
350	672	928	883
340	733	1019	906
337,5	767	1045	911
327,5	880	1216	
325	314	1216	
310	1042	1432	

KETERANGAN

.....  
.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN		

Analisis Sampel Desak

Nama Sampel = D 00 00 01

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan	Regangan	
	Dial	Koreksi	$\sigma = P/A$	$\epsilon = \Delta L / L_0$	
	(cm) x 10 <sup>-3</sup>	(cm) x 10 <sup>-3</sup>	(kg/cm <sup>2</sup> )	x 10 <sup>-3</sup>	
0	0	0,00	0,00	0,00	0,00000
500	35	3,36	3,23	0,07	0,00011
1000	50	6,72	6,47	0,13	0,00043
1500	58	10,08	9,70	0,20	0,00098
2000	63	13,44	12,93	0,27	0,00174
2500	68	16,80	16,17	0,34	0,00272
3000	75	20,16	19,40	0,40	0,00391
3500	80	23,52	22,64	0,47	0,00532
4000	82	26,88	25,87	0,54	0,00695
4500	84	30,24	29,10	0,60	0,00880
5000	85	33,60	32,34	0,67	0,01086
5500	86	36,96	35,57	0,74	0,01315
6000	87	40,32	38,80	0,81	0,01564
6500	88	43,68	42,04	0,87	0,01836
7000	91	47,04	45,27	0,94	0,02129
7500	93	50,40	48,50	1,01	0,02444
8000	94	51,36	51,74	1,03	0,02541
8500	95	53,36	54,97	1,07	0,02754
9000	96	56,36	58,21	1,13	0,03094
9500	98	58,36	61,44	1,17	0,03333
10000	100	60,36	64,67	1,21	0,03585
10500	101	61,36	67,91	1,23	0,03718
11000	103	64,36	71,14	1,29	0,04135
11500	106	66,36	74,37	1,33	0,04426
12000	110	66,36	77,61	1,33	0,04426
12500	115	66,36	80,84	1,33	0,04426
13000	118	68,36	84,07	1,37	0,04756
13500	122	69,36	87,31	1,39	0,04927
14000	128	70,36	90,54	1,41	0,05105
14500	132	70,36	93,78	1,41	0,05105
15100	142	70,36	97,66	1,41	0,05105

Nama Sampel = D 00 00 02

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan	Regangan	Energi
	Dial		$\sigma = P/A$	$\epsilon = \Delta L / L_0$	
	(cm) x 10 <sup>-3</sup>		(kg/cm <sup>2</sup> )	x 10 <sup>-3</sup>	
0	0		0,00	0,00	

500	130	3,22	0,23	0,000
1000	150	6,44	0,45	0,001
1500	230	9,66	0,68	0,003
2000	270	12,88	0,90	0,006
2500	308	16,10	1,13	0,009
3000	359	19,32	1,36	0,013
3500	376	22,54	1,58	0,018
4000	400	25,76	1,81	0,023
4500	414	28,98	2,03	0,029
5000	430	32,20	2,26	0,036
5500	444	35,42	2,49	0,044
6000	452	38,63	2,71	0,052
6500	468	41,85	2,94	0,062
7000	479	45,07	3,17	0,071
7500	490	48,29	3,39	0,082
8000	502	51,51	3,62	0,093
8500	520	54,73	3,98	0,113
8650	560	55,70	4,78	0,157

Nama Sampel = D 00 00 03

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ x 10 <sup>-3</sup>	Energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	5	2,51	3,19	0,05	0,00008
1000	9	5,02	6,39	0,10	0,00032
1500	13	7,54	9,58	0,15	0,00072
2000	15	10,05	12,78	0,20	0,00128
2500	17	12,56	15,97	0,25	0,00201
3000	18	15,07	19,17	0,30	0,00289
3500	18	17,58	22,36	0,35	0,00393
4000	18	20,10	25,56	0,40	0,00514
4500	14	22,61	28,75	0,45	0,00650
5000	11	25,12	31,95	0,50	0,00803
5500	11	27,63	35,14	0,55	0,00971
6000	10	30,14	38,34	0,60	0,01156
6500	7	32,66	41,53	0,65	0,01356
7000	5	35,17	44,73	0,70	0,01573
7500	3	37,68	47,92	0,75	0,01806
8000	0	40,19	51,12	0,80	0,02055
8500	3	42,70	54,31	0,85	0,02319
9000	5	45,22	57,51	0,90	0,02600
9500	8	47,73	60,70	0,95	0,02897
10000	10	50,24	63,90	1,00	0,03210
10500	14	54,02	67,09	1,08	0,03705

11000	20	60,02	70,29	1,20	0,04529
11150	30	70,02	71,25	1,40	0,05945

Nama Sampel = D 00 00 04

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan	Regangan	Energi
	Dial	Koreksi	$\sigma = P/A$	$\epsilon = \Delta L / L_0$	
	(cm) x 10-3	(cm) x 10-3	(kg/cm <sup>2</sup> )	x 10-3	
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	81	2,00	3,29	0,04	0,00007
1000	96	4,00	6,58	0,08	0,00026
1500	108	6,00	9,87	0,12	0,00059
2000	114	8,00	13,16	0,16	0,00105
2500	120	10,00	16,45	0,20	0,00164
3000	130	12,00	19,74	0,24	0,00237
3500	136	14,00	23,03	0,28	0,00322
4000	141	16,00	26,32	0,32	0,00421
4500	142	18,00	29,61	0,36	0,00533
5000	151	20,00	32,89	0,40	0,00658
5500	156	22,00	36,18	0,44	0,00796
6000	159	24,00	39,47	0,48	0,00947
6500	164	26,00	42,76	0,52	0,01112
7000	168	28,00	46,05	0,56	0,01289
7500	171	30,00	49,34	0,60	0,01480
8000	174	32,00	52,63	0,64	0,01684
8500	178	34,00	55,92	0,68	0,01901
9000	180	36,00	59,21	0,72	0,02132
9500	182	38,00	62,50	0,76	0,02375
10000	184	40,00	65,79	0,80	0,02632
10500	188	44,00	69,08	0,88	0,03171
11000	192	48,00	72,37	0,96	0,03737
11500	199	55,00	75,66	1,10	0,04773
12000	203	59,00	78,95	1,18	0,05391
12500	208	64,00	82,24	1,28	0,06197
13000	212	68,00	85,53	1,36	0,06868
13200	219	75,00	86,84	1,50	0,08075

Nama Sampel = D 00 00 05

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan	Regangan	Energi
	Dial	Koreksi	$\sigma = P/A$	$\epsilon = \Delta L / L_0$	
	(cm) x 10-3	(cm) x 10-3	(kg/cm <sup>2</sup> )	x 10-3	
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	15	8,32	3,22	0,17	0,00027
1000	27	16,64	6,44	0,33	0,00107
1500	38	24,97	9,66	0,50	0,00241

2000	45	33,29	12,88	0,67	0,00429
2500	53	41,61	16,10	0,83	0,00670
3000	62	49,93	19,32	1,00	0,00955
3500	70	58,25	22,54	1,17	0,01313
4000	79	66,57	25,76	1,33	0,01715
4500	86	74,90	28,99	1,50	0,02171
5000	98	86,26	32,21	1,73	0,02866
5500	109	97,26	35,43	1,95	0,03610
6000	113	101,26	38,65	2,03	0,03906
6500	122	110,26	41,87	2,21	0,04631
7000	134	122,26	45,09	2,45	0,05675
7500	144	132,26	48,31	2,65	0,06609
8000	155	143,26	51,53	2,87	0,07707
8500	165	153,26	54,75	3,07	0,08770
8900	255	243,26	57,33	4,87	0,18857



Analisis Sampel Desak

Nama Sampel = 02 04 01

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	2	9,98	2,91	0,20	0,00029
1000	63	19,95	5,81	0,40	0,00116
1500	84	29,93	8,72	0,60	0,00261
2000	96	39,90	11,63	0,80	0,00464
2500	107	49,88	14,53	1,00	0,00725
3000	114	59,86	17,44	1,20	0,01044
3500	120	69,83	20,35	1,40	0,01421
4000	126	79,81	23,26	1,60	0,01856
4500	130,5	89,78	26,16	1,80	0,02349
5000	134,5	99,76	29,07	2,00	0,02900
5500	140	109,73	31,98	2,19	0,03509
6000	144	119,71	34,88	2,39	0,04176
6500	148	129,69	37,79	2,59	0,04901
7000	151,5	139,66	40,70	2,79	0,05684
7500	157	149,64	43,60	2,99	0,06525
8000	164	159,61	46,51	3,19	0,07424
8500	168,5	169,59	49,42	3,39	0,08381
9000	176	179,57	52,33	3,59	0,09396
9500	180	189,54	55,23	3,79	0,10469
10000	186	199,52	58,14	3,99	0,11600
10500	193	209,49	61,05	4,19	0,12789
11000	206	219,47	63,95	4,39	0,14036
11000	214	219,47	63,95	4,39	0,14036
11000	246	219,47	63,95	4,39	0,14036
11500	267	229,44	66,86	4,59	0,15341
12000	277	239,42	69,77	4,79	0,16704
12500	285	249,40	72,67	4,99	0,18125
13000	295	259,37	75,58	5,19	0,19604
13500	306	269,35	78,49	5,39	0,21141
14000	316	279,3	81,40	5,59	0,22736
14500	327	289,299894	84,30	5,79	0,24389
15000	336	299,275753	87,21	5,99	0,26100
15500	366	329,232976	90,12	6,58	0,31412
16000	380	343,232976	93,02	6,86	0,33976
16500	397	360,232976	95,93	7,20	0,37188
16700	410	373,232976	97,09	7,46	0,39697

Nama Sampel = 02 04 02

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	energi
0	0	0,00	0,00	
500	12,5	3,33	0,07	0,00011
1000	20	6,67	0,13	0,00045
1500	25	10,00	0,20	0,00101
2000	29	13,33	0,27	0,00180
2500	33	16,67	0,34	0,00281
3000	37,5	20,00	0,40	0,00404
3500	41	23,33	0,47	0,00550
4000	45,5	26,67	0,54	0,00719
4500	50	30,00	0,61	0,00910
5000	55	33,33	0,67	0,01123
5500	60	36,67	0,74	0,01359
6000	66	40,00	0,81	0,01617
6500	70	43,33	0,88	0,01898
7000	74,5	46,67	0,94	0,02201
7500	78,5	50,00	1,01	0,02527
8000	83	53,33	1,08	0,02875
8500	88	56,67	1,15	0,03245
9000	92	60,00	1,21	0,03638
9500	95,5	63,33	1,28	0,04054
10000	99	66,67	1,35	0,04492
10500	102,5	70,00	1,41	0,04952
11000	106	73,33	1,48	0,05435
11500	109	76,67	1,55	0,05940
12000	112	80,00	1,62	0,06468
12500	116	83,33	1,68	0,07018
13000	119	86,67	1,75	0,07591
13500	121,5	90,00	1,80	0,08008
14000	124,5	93,33	1,86	0,08558
14500	127,5	96,67	1,92	0,09128
15000	130,5	100,00	1,98	0,09718
15500	132,5	103,33	2,02	0,10124
16000	134	106,67	2,05	0,10439
16400	139	109,33	2,15	0,11519

Nama Sampel = 02 04 03

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	energi
---------------	----------------------------------	------------------------	---	--	--------

4500	86	108,6	27,82	2,17	0,03020
5000	95	120,6	30,91	2,41	0,03729
5500	104	132,7	34,00	2,65	0,04512
6000	120,5	144,8	37,09	2,90	0,05370
6500	132,5	156,8	40,19	3,14	0,06302
7000	140	168,9	43,28	3,38	0,07309
7500	150	180,9	46,37	3,62	0,08390
8000	162	193,0	49,46	3,86	0,09546
8500	175,5	205,1	52,55	4,10	0,10777
9000	197	217,1	55,64	4,34	0,12082
9500	214,5	229,2	58,73	4,58	0,13461
10000	248,5	241,3	61,82	4,83	0,14916
10500	259	253,3	64,91	5,07	0,16444
11000	272	265,4	68,01	5,31	0,18048
11500	282	277,4	71,10	5,55	0,19726
12000	293	289,5	74,19	5,79	0,21479
12500	310	301,6	77,28	6,03	0,23306
12750	359	353,0	78,83	7,06	0,31333
11500	372	366,0	71,10	7,32	0,33282
11500	438	432,0	71,10	8,64	0,42667

Nama Sampel = 02 04 05

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	0,5	3,25	2,99	0,07	0,00010
1000	10,5	6,50	5,97	0,13	0,00039
1500	22,5	9,76	8,96	0,20	0,00087
2000	31	13,01	11,95	0,26	0,00155
2500	38	16,26	14,94	0,33	0,00243
3000	44	19,51	17,92	0,39	0,00350
3500	47	22,77	20,91	0,46	0,00476
4000	50	26,02	23,90	0,52	0,00622
4500	52	29,27	26,89	0,59	0,00787
5000	54	32,52	29,87	0,65	0,00972
5500	56	35,77	32,86	0,72	0,01176
6000	59	39,03	35,85	0,78	0,01399
6500	61	42,28	38,83	0,85	0,01642
7000	63	45,53	41,82	0,91	0,01904
7500	66	48,78	44,81	0,98	0,02186
8000	68,5	52,04	47,80	1,04	0,02487
8500	71,5	55,29	50,78	1,11	0,02808
9000	74,5	58,54	53,77	1,17	0,03148
9500	78	61,79	56,76	1,24	0,03507

10000	81	65,04	59,75	1,30	0,03886
10500	84,5	68,30	62,73	1,37	0,04285
11000	87,5	71,55	65,72	1,43	0,04702
11500	90	73,95	68,71	1,48	0,05024
12000	94	77,95	71,70	1,56	0,05586
12500	98	81,95	74,68	1,64	0,06172
13000	100	83,95	77,67	1,68	0,06476
13500	104,5	88,45	80,66	1,77	0,07189
14000	108,5	92,45	83,64	1,85	0,07846
14500	113	96,95	86,63	1,94	0,08612
15000	117,5	101,45	89,62	2,03	0,09405
15500	122	105,9463	92,61	2,12	0,10225
16000	128	111,9463	95,59	2,24	0,11355
16500	135,5	119,4463	98,58	2,39	0,12811
16800	164	147,9463	100,37	2,96	0,18481

0	0	0	0,00	0,00	
500	1	2,8	3,04	0,06	0,00008
1000	5	5,5	6,08	0,11	0,00034
1500	11	8,3	9,11	0,17	0,00076
2000	14,5	11,1	12,15	0,22	0,00135
2500	18,5	13,9	15,19	0,28	0,00211
3000	22	16,6	18,23	0,33	0,00303
3500	25	19,4	21,26	0,39	0,00413
4000	28	22,2	24,30	0,44	0,00539
4500	30	25,0	27,34	0,50	0,00682
5000	33	27,7	30,38	0,55	0,00842
5500	35,5	30,5	33,41	0,61	0,01019
6000	38,5	33,3	36,45	0,67	0,01213
6500	41	36,1	39,49	0,72	0,01424
7000	44	38,8	42,53	0,78	0,01651
7500	47,5	42,4	45,57	0,85	0,01966
8000	51	45,9	48,60	0,92	0,02295
8500	54,5	49,4	51,64	0,99	0,02646
9000	58	52,9	54,68	1,06	0,03018
9500	61,5	56,4	57,72	1,13	0,03412
10000	65	59,9	60,75	1,20	0,03826
10500	68,5	63,4	63,79	1,27	0,04262
11000	73,5	68,4	66,83	1,37	0,04915
11500	80	74,9	69,87	1,50	0,05804
12000	86	80,9	72,90	1,62	0,06661
12500	93	87,9	75,94	1,76	0,07702
13000	99	93,9	78,98	1,88	0,08632
13500	147	141,9	82,02	2,84	0,16360
13750	166	160,9	83,54	3,22	0,19505

Nama Sampel = 02 04 04

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	energi
0	0	0,0	0,00	0,00	
500	20	12,1	3,09	0,24	0,00037
1000	30	24,1	6,18	0,48	0,00149
1500	37	36,2	9,27	0,72	0,00336
2000	46	48,3	12,36	0,97	0,00597
2500	52,5	60,3	15,46	1,21	0,00932
3000	61	72,4	18,55	1,45	0,01342
3500	69	84,4	21,64	1,69	0,01827
4000	78	96,5	24,73	1,93	0,02387

Nama Sampel D 04 04 01

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	83	4,25	2,83	0,09	0,00012
1000	123	8,51	5,66	0,17	0,00048
1500	136	12,76	8,49	0,26	0,00108
2000	146	17,02	11,33	0,34	0,00193
2500	152	21,27	14,16	0,43	0,00301
3000	156	25,53	16,99	0,51	0,00434
3500	160	29,78	19,82	0,60	0,00590
4000	163	34,03	22,65	0,68	0,00771
4500	167	38,29	25,48	0,77	0,00976
5000	171	42,54	28,31	0,85	0,01204
5500	175,5	46,80	31,14	0,94	0,01457
6000	181	51,05	33,98	1,02	0,01734
6500	184,5	55,31	36,81	1,11	0,02036
7000	188	59,56	39,64	1,19	0,02361
7500	193	63,81	42,47	1,28	0,02710
8000	197	68,07	45,30	1,36	0,03083
8500	200	72,32	48,13	1,45	0,03481
9000	203	76,58	50,96	1,53	0,03903
9500	206	80,83	53,79	1,62	0,04348
10000	208	85,08	56,63	1,70	0,04818
10500	210,5	89,34	59,46	1,79	0,05312
11000	212	93,59	62,29	1,87	0,05830
11500	215,5	97,85	65,12	1,96	0,06372
12000	217,5	102,10	67,95	2,04	0,06938
12500	220	106,36	70,78	2,13	0,07528
13000	222,5	110,61	73,61	2,21	0,08142
13500	225	114,86	76,44	2,30	0,08781
14000	227,5	119,12	79,28	2,38	0,09443
14500	230	123,37	82,11	2,47	0,10130
15000	233	127,63	84,94	2,55	0,10840
15500	236,5	131,88	87,77	2,64	0,11575
16000	241	136,14	90,60	2,72	0,12334
16500	245	140,39	93,43	2,81	0,13117
17000	249	144,64	96,26	2,89	0,13924
17500	253,5	148,90	99,09	2,98	0,14755
18000	258	153,2	101,93	3,06	0,15610
18500	266,5	161,8	104,76	3,24	0,17405
19000	269	164,3374	107,59	3,29	0,17936
19500	272,5	167,8374	110,42	3,36	0,18699
19500	280	175,3374	110,42	3,51	0,20355

Nama Sampel = D 04 04 02

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	27	5,45	3,11	0,11	0,00017
1000	36	10,91	6,22	0,22	0,00068
1500	42	16,36	9,33	0,33	0,00153
2000	47	21,81	12,44	0,44	0,00271
2500	51,5	27,27	15,55	0,55	0,00424
3000	56	32,72	18,66	0,65	0,00611
3500	61	38,17	21,77	0,76	0,00831
4000	64	43,63	24,88	0,87	0,01086
4500	65,5	49,08	27,99	0,98	0,01374
5000	69,5	54,53	31,10	1,09	0,01696
5500	73,5	59,99	34,21	1,20	0,02052
6000	77	65,44	37,33	1,31	0,02442
6500	80,5	70,89	40,44	1,42	0,02867
7000	84	76,35	43,55	1,53	0,03325
7500	87	81,80	46,66	1,64	0,03816
8000	91,5	87,25	49,77	1,75	0,04342
8500	94,5	92,70	52,88	1,85	0,04902
9000	98,5	98,16	55,99	1,96	0,05496
9500	102	103,61	59,10	2,07	0,06123
10000	106,5	109,06	62,21	2,18	0,06785
10500	110	114,52	65,32	2,29	0,07480
11000	114,5	119,97	68,43	2,40	0,08210
11500	118	125,42	71,54	2,51	0,08973
12000	123	130,88	74,65	2,62	0,09770
12500	129	136,33	77,76	2,73	0,10601
13000	134	141,78	80,87	2,84	0,11466
13500	139,5	147,24	83,98	2,94	0,12365
14000	145	152,69	87,09	3,05	0,13298
14500	153	158,14	90,20	3,16	0,14265
15000	161,5	169,18	93,31	3,38	0,16291
15500	174	181,68	96,42	3,63	0,18663
15800	186	193,68	98,29	3,87	0,20999
14500	194	201,68	90,20	4,03	0,22507
14500	211	218,68	90,20	4,37	0,25574

Nama Sampel = 04 04 03

Beban (Kg)	Pembacaan Dial	Koreksi	Tegangan $\sigma = P/A$	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$	Energi
---------------	-------------------	---------	----------------------------	---	--------

	(cm) x 10-3	(cm) x 10-3	(kg/cm2)	(cm) x 10-3	
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	80	3,58	3,08	0,07	0,00011
1000	92	7,16	6,16	0,14	0,00044
1500	99	10,74	9,24	0,21	0,00099
2000	104	14,33	12,33	0,29	0,00177
2500	109	17,91	15,41	0,36	0,00276
3000	113	21,49	18,49	0,43	0,00397
3500	119	25,07	21,57	0,50	0,00541
4000	122	28,65	24,65	0,57	0,00706
4500	125,5	32,23	27,73	0,64	0,00894
5000	129	35,81	30,82	0,72	0,01104
5500	134	39,40	33,90	0,79	0,01335
6000	137	42,98	36,98	0,86	0,01589
6500	141	46,56	40,06	0,93	0,01865
7000	144	50,14	43,14	1,00	0,02163
7500	148	53,72	46,22	1,07	0,02483
8000	152	57,30	49,31	1,15	0,02825
8500	155	60,88	52,39	1,22	0,03190
9000	158	64,47	55,47	1,29	0,03576
9500	161,5	68,05	58,55	1,36	0,03984
10000	164	71,63	61,63	1,43	0,04415
10500	167	75,21	64,71	1,50	0,04867
11000	170,5	78,79	67,80	1,58	0,05342
11500	174	82,37	70,88	1,65	0,05838
12000	179,5	85,95	73,96	1,72	0,06357
12500	185	89,54	77,04	1,79	0,06898
13000	189	93,12	80,12	1,86	0,07461
13500	194	96,70	83,20	1,93	0,08046
14000	197	100,28	86,29	2,01	0,08653
14500	202	103,86	89,37	2,08	0,09282
15000	218	107,4	92,45	2,15	0,09933
15500	213,5	111,023566	95,53	2,22	0,10606
16000	218	114,604971	98,61	2,29	0,11302
16500	227	118,19	101,69	2,36	0,12019
17000	230	121,77	104,78	2,44	0,12758
17500	234	125,3	107,86	2,51	0,13520
18000	237,5	128,930592	110,94	2,58	0,14304
18500	240,5	132,511998	114,02	2,65	0,15109
19000	245	136,09	117,10	2,72	0,15937
19500	250	139,67	120,18	2,79	0,16787
20000	257,5	149,0	123,27	2,98	0,19050
20500	266	157,469092	126,35	3,15	0,21171
21000	274	165,469092	129,43	3,31	0,23217
21200	298	189,47	130,66	3,79	0,29460



Nama Sampel = D 04 04 04

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi
0	0	0,00	0,00	
500	84	3,02	0,14	0,00021
1000	99	6,04	0,28	0,00083
1500	109	9,06	0,41	0,00187
2000	116	12,08	0,55	0,00333
2500	123	15,11	0,69	0,00520
3000	129	18,13	0,83	0,00749
3500	139,5	21,15	0,96	0,01019
4000	141	24,17	1,10	0,01331
4500	147	27,19	1,24	0,01685
5000	155	30,21	1,38	0,02080
5500	160	33,23	1,51	0,02517
6000	166	36,25	1,65	0,02995
6500	171,5	39,27	1,79	0,03515
7000	177	42,30	1,93	0,04077
7500	183	45,32	2,07	0,04680
8000	188	48,34	2,20	0,05325
8500	194	51,36	2,34	0,06011
9000	198	54,38	2,48	0,06739
9500	203	57,40	2,62	0,07509
10000	208	60,42	2,75	0,08320
10500	214	63,44	2,89	0,09173
11000	221	66,47	3,03	0,10067
11500	228	69,49	3,17	0,11003
12000	234	72,51	3,30	0,11980
12500	242,5	75,53	3,44	0,13000
13000	248	78,55	3,58	0,14060
13500	256,5	81,57	3,74	0,15348
14000	267	84,59	3,95	0,17092
14500	282	87,61	4,25	0,19675
15000	294	90,63	4,49	0,21814
15000	329	90,63	5,19	0,28159

Nama Sampel = D 04 04 05

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	30	5,29	3,08	0,11	0,00016

1000	48	10,57	6,17	0,21	0,00065
1500	62	15,86	9,25	0,32	0,00147
2000	73	21,15	12,33	0,42	0,00261
2500	80	26,43	15,41	0,53	0,00407
3000	87	31,72	18,50	0,63	0,00587
3500	95	37,01	21,58	0,74	0,00799
4000	103	42,29	24,66	0,85	0,01043
4500	110	47,58	27,74	0,95	0,01320
5000	112	52,87	30,83	1,06	0,01630
5500	119	58,15	33,91	1,16	0,01972
6000	127	63,44	36,99	1,27	0,02347
6500	130	68,73	40,07	1,37	0,02754
7000	139	74,01	43,16	1,48	0,03194
7500	142,5	79,30	46,24	1,59	0,03667
8000	149	84,59	49,32	1,69	0,04172
8500	153	89,87	52,40	1,80	0,04710
9000	158,5	95,16	55,49	1,90	0,05280
9500	164,5	100,45	58,57	2,01	0,05883
10000	170	105,73	61,65	2,11	0,06519
10500	175	111,02	64,73	2,22	0,07187
11000	179,5	116,30	67,82	2,33	0,07888
11500	185	121,59	70,90	2,43	0,08621
12000	190,5	126,88	73,98	2,54	0,09387
12500	205	141,34	77,07	2,83	0,11571
13000	218,5	154,84	80,15	3,10	0,13693
13500	226	162,34	83,23	3,25	0,14919
14000	236	172,34	86,31	3,45	0,16614
14500	246	182,34	89,40	3,65	0,18371
14850	279	215,34	91,55	4,31	0,24342
13500	298	234,34	83,23	4,69	0,27663
13000	298	234,34	80,15	4,69	0,27663
12500	307	243,34	77,07	4,87	0,29078
12000	319	255,34	73,98	5,11	0,30891
11500	335	271,34	70,90	5,43	0,33209

Analisis Sampel Desak

Nama Sampel = 06 04 01

Beban	Pembacaan		Tegangan	Regangan	Energi
(Kg)	Dial	Koreksi	$\sigma = P/A$	$\epsilon = \Delta L / L_0$	
	(cm) x 10-3	(cm) x 10-3	(kg/cm2)	(cm) x 10-3	
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	76	3,73	2,82	0,07	0,00011
1000	110	7,45	5,64	0,15	0,00042
1500	125	11,18	8,46	0,22	0,00095
2000	136	14,90	11,28	0,30	0,00168
2500	144	18,63	14,10	0,37	0,00263
3000	151	22,35	16,93	0,45	0,00378
3500	159	26,08	19,75	0,52	0,00515
4000	163	29,80	22,57	0,60	0,00673
4500	167	33,53	25,39	0,67	0,00851
5000	170,5	37,25	28,21	0,75	0,01051
5500	173	40,98	31,03	0,82	0,01272
6000	175,5	44,70	33,85	0,89	0,01513
6500	178	48,43	36,67	0,97	0,01776
7000	181	52,15	39,49	1,04	0,02060
7500	184	55,88	42,31	1,12	0,02364
8000	188	59,60	45,13	1,19	0,02690
8500	191,5	63,33	47,95	1,27	0,03037
9000	195	67,05	50,78	1,34	0,03405
9500	198	70,78	53,60	1,42	0,03794
10000	201	74,50	56,42	1,49	0,04203
10500	204	78,23	59,24	1,56	0,04634
11000	206,5	81,95	62,06	1,64	0,05086
11500	209	85,68	64,88	1,71	0,05559
12000	213	89,41	67,70	1,79	0,06053
12500	217	93,13	70,52	1,86	0,06568
13000	220,5	96,86	73,34	1,94	0,07104
13500	225	100,58	76,16	2,01	0,07661
14000	227	104,31	78,98	2,09	0,08239
14500	231,5	107,91	81,81	2,16	0,08818
15000	240	116,41	84,63	2,33	0,10233
15500	249	125,41	87,45	2,51	0,11782
16000	258	134,41	90,27	2,69	0,13381
16350	289	165,41	92,24	3,31	0,19039

Nama Sampel = 06 04 02

Beban	Pembacaan	Tegangan	Regangan	Energi
(Kg)	Dial	$\sigma = P/A$	$\epsilon = \Delta L / L_0$	
	(cm) x 10-3	(kg/cm2)	(cm) x 10-3	

0	0	0,00	0,00	
500	49	3,01	0,09	0,00013
1000	62,5	6,02	0,17	0,00052
1500	70,5	9,02	0,26	0,00117
2000	79	12,03	0,35	0,00209
2500	84	15,04	0,43	0,00326
3000	88,5	18,05	0,52	0,00470
3500	92,5	21,05	0,61	0,00639
4000	96	24,06	0,69	0,00835
4500	100	27,07	0,78	0,01057
5000	103	30,08	0,87	0,01305
5500	105	33,08	0,95	0,01579
6000	105,5	36,09	1,04	0,01879
6500	106,5	39,10	1,13	0,02205
7000	108,5	42,11	1,21	0,02557
7500	112	45,11	1,30	0,02936
8000	115,5	48,12	1,39	0,03340
8500	121,5	51,13	1,48	0,03771
9000	135	54,14	1,76	0,05256
9050	154	54,44	2,14	0,07319

Nama Sampel = 06 04 03

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	24	3,41	3,02	0,07	0,00010
1000	72	6,83	6,04	0,14	0,00041
1500	88	10,24	9,06	0,20	0,00093
2000	100,5	13,65	12,08	0,27	0,00165
2500	110	17,07	15,11	0,34	0,00258
3000	116	20,48	18,13	0,41	0,00371
3500	123	23,89	21,15	0,48	0,00505
4000	127	27,31	24,17	0,55	0,00660
4500	132	30,72	27,19	0,61	0,00835
5000	137	34,13	30,21	0,68	0,01031
5500	141	37,55	33,23	0,75	0,01248
6000	144	40,96	36,25	0,82	0,01485
6500	145,5	44,37	39,27	0,89	0,01743
7000	147	47,78	42,30	0,96	0,02021
7500	149	51,20	45,32	1,02	0,02320
8000	150	54,61	48,34	1,09	0,02640
8500	153	58,02	51,36	1,16	0,02980
9000	155,5	61,44	54,38	1,23	0,03341
9500	157,5	64,85	57,40	1,30	0,03723
10000	160	68,26	60,42	1,37	0,04125

10500	162	71,68	63,44	1,43	0,04547
11000	165	75,09	66,47	1,50	0,04991
11500	168,5	78,50	69,49	1,57	0,05455
12000	172,5	81,92	72,51	1,64	0,05940
12500	178	85,33	75,53	1,71	0,06445
13000	180	88,87	78,55	1,78	0,06991
13500	183	91,87	81,57	1,84	0,07471
14000	186,5	95,37	84,59	1,91	0,08053
14500	191	99,87	87,61	2,00	0,08828
15000	197	105,87	90,63	2,12	0,09897
15500	203	111,87	93,66	2,24	0,11003
15850	227	135,87	95,77	2,72	0,15549

Nama Sampel = 06 04 04

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	9	4,91	2,97	0,10	0,00015
1000	17	9,83	5,95	0,20	0,00058
1500	21,5	14,74	8,92	0,29	0,00131
2000	25	19,65	11,89	0,39	0,00234
2500	28	24,56	14,87	0,49	0,00365
3000	31	29,48	17,84	0,59	0,00526
3500	33,5	34,39	20,81	0,69	0,00716
4000	35,5	39,30	23,79	0,79	0,00935
4500	38	44,21	26,76	0,88	0,01183
5000	40,5	49,13	29,74	0,98	0,01461
5500	42,5	54,04	32,71	1,08	0,01768
6000	45,5	58,95	35,68	1,18	0,02104
6500	47,5	63,86	38,66	1,28	0,02469
7000	49,5	68,78	41,63	1,38	0,02863
7500	52	73,69	44,60	1,47	0,03287
8000	55	78,60	47,58	1,57	0,03740
8500	58	83,51	50,55	1,67	0,04222
9000	61	88,43	53,52	1,77	0,04733
9500	64,5	93,34	56,50	1,87	0,05273
10000	67,5	98,25	59,47	1,97	0,05843
10500	71	103,16	62,44	2,06	0,06442
11000	75,5	108,08	65,42	2,16	0,07070
11500	80	112,99	68,39	2,26	0,07727
12000	84	117,90	71,36	2,36	0,08414
12500	90	122,81	74,34	2,46	0,09130
13000	94	127,73	77,31	2,55	0,09875
13500	98,5	132,64	80,29	2,65	0,10649

14000	104,5	137,55	83,26	2,75	0,11452
14500	110	142,46	86,23	2,85	0,12285
15000	119,5	152,70	89,21	3,05	0,14082
15500	129	162,20	92,18	3,24	0,15805
16000	134	167,20	95,15	3,34	0,16741
16500	148	181,20	98,13	3,62	0,19447
17000	168	201,20	101,10	4,02	0,23432
17500	177	210,20	104,07	4,20	0,25278
18000	193	226,20	107,05	4,52	0,28656
18050	216	249,20	107,34	4,98	0,33587

Nama Sampel = 06 04 05

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan	Regangan	Energi
	Dial (cm) x 10 <sup>-3</sup>	Koreksi (cm) x 10 <sup>-3</sup>	$\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10 <sup>-3</sup>	
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	35	4,32	3,03	0,09	0,00013
1000	51	8,64	6,06	0,17	0,00052
1500	60	12,95	9,09	0,26	0,00118
2000	66,5	17,27	12,12	0,35	0,00209
2500	71,5	21,59	15,15	0,43	0,00327
3000	77	25,91	18,18	0,52	0,00471
3500	82	30,22	21,21	0,60	0,00641
4000	86,5	34,54	24,24	0,69	0,00837
4500	90	38,86	27,27	0,78	0,01060
5000	94	43,18	30,30	0,86	0,01308
5500	97	47,50	33,33	0,95	0,01583
6000	100	51,81	36,36	1,04	0,01884
6500	103	56,13	39,39	1,12	0,02211
7000	106,5	60,45	42,42	1,21	0,02565
7500	108	64,77	45,45	1,30	0,02944
8000	111,5	69,08	48,48	1,38	0,03350
8500	114	73,40	51,52	1,47	0,03781
9000	117	77,72	54,55	1,55	0,04239
9500	120	82,04	57,58	1,64	0,04723
10000	123	86,36	60,61	1,73	0,05234
10500	127	90,67	63,64	1,81	0,05770
11000	131	94,99	66,67	1,90	0,06333
11500	135,5	99,31	69,70	1,99	0,06922
12000	140	103,63	72,73	2,07	0,07537
12500	144,5	107,94	75,76	2,16	0,08178
13000	149	112,65	78,79	2,25	0,08905
13500	151,5	115,15	81,82	2,30	0,09307
14000	155	118,65	84,85	2,37	0,09890
14500	161,5	125,15	87,88	2,50	0,11013

				2,65	0,12354
15000	169	132,65	90,91	2,71	0,12908
15500	172	135,65	93,94	2,76	0,13386
16000	174,5	138,15	96,97	3,15	0,17179
16100	194	157,65	97,58		

Analisis Sampel Desak

Nama Sampel = 08 04 01

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	19	4,14	2,82	0,08	0,00012
1000	21	8,29	5,64	0,17	0,00047
1500	37	12,43	8,46	0,25	0,00105
2000	44	16,58	11,28	0,33	0,00187
2500	47,5	20,72	14,10	0,41	0,00292
3000	51,5	24,86	16,93	0,50	0,00421
3500	54	29,01	19,75	0,58	0,00573
4000	57	33,15	22,57	0,66	0,00748
4500	59	37,29	25,39	0,75	0,00947
5000	62	41,44	28,21	0,83	0,01169
5500	66	45,58	31,03	0,91	0,01414
6000	70,5	49,73	33,85	0,99	0,01683
6500	74	53,87	36,67	1,08	0,01976
7000	77	58,01	39,49	1,16	0,02291
7500	81,5	62,16	42,31	1,24	0,02630
8000	85,5	66,30	45,13	1,33	0,02992
8500	89	70,45	47,95	1,41	0,03378
9000	92	74,59	50,78	1,49	0,03787
9500	95	78,73	53,60	1,57	0,04220
10000	99,5	82,88	56,42	1,66	0,04676
10500	103	87,02	59,24	1,74	0,05155
11000	106,5	91,17	62,06	1,82	0,05658
11500	111	95,31	64,88	1,91	0,06184
12000	115	99,45	67,70	1,99	0,06733
12500	120,5	103,60	70,52	2,07	0,07306
13000	123,5	107,74	73,34	2,15	0,07902
13500	127,5	111,88	76,16	2,24	0,08522
14000	131	116,03	78,98	2,32	0,09164
14500	135,5	120,17	81,81	2,40	0,09831
15000	140,5	124,32	84,63	2,49	0,10520
15500	145,5	128,46	87,45	2,57	0,11233
16000	153,5	137,55	90,27	2,75	0,12850
16200	182	166,05	91,40	3,32	0,18027

Nama Sampel = 08 04 02

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi
---------------	----------------------------------	---	--	--------



0	0	0,00	0,00	0,00008
500	43	2,82	0,06	0,00033
1000	62	5,64	0,12	0,00075
1500	70,5	8,46	0,18	0,00133
2000	75	11,28	0,24	0,00208
2500	78,5	14,10	0,30	0,00300
3000	81	16,93	0,35	0,00408
3500	84	19,75	0,41	0,00533
4000	86	22,57	0,47	0,00675
4500	88,5	25,39	0,53	0,00833
5000	90,5	28,21	0,59	0,01008
5500	94	31,03	0,65	0,01199
6000	96,5	33,85	0,71	0,01407
6500	100	36,67	0,77	0,01632
7000	102	39,49	0,83	0,01874
7500	105	42,31	0,89	0,02132
8000	108	45,13	0,94	0,02407
8500	110,5	47,95	1,00	0,02698
9000	113	50,78	1,06	0,03006
9500	115	53,60	1,12	0,03331
10000	118,5	56,42	1,18	0,03673
10500	120,5	59,24	1,24	0,04031
11000	124,5	62,06	1,30	0,04406
11500	126	64,88	1,36	0,04797
12000	128,5	67,70	1,42	0,05205
12500	132,5	70,52	1,48	0,05630
13000	134	73,34	1,54	0,06071
13500	137	76,16	1,59	0,06529
14000	139	78,98	1,65	0,07004
14500	142	81,81	1,71	0,07495
15000	143,5	84,63	1,77	0,08003
15500	146	87,45	1,83	0,08528
16000	148,5	90,27	1,89	0,09069
16500	152	93,09	1,95	0,09627
17000	155	95,91	2,01	0,10202
17500	158	98,73	2,07	0,10793
18000	161	101,55	2,13	0,12038
18500	166	104,37	2,25	0,13095
19000	171	107,19	2,35	0,14181
19500	176	110,01	2,45	0,15964
20000	184	112,83	2,61	0,19834
20350	201	114,81	2,95	

Nama Sampel = 08 04 03

Beban (Kg)	Pembacaan Dial	Koreksi	Tegangan $\sigma = P/A$	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$	Energi
---------------	-------------------	---------	----------------------------	---	--------

	(cm) x 10-3	(cm) x 10-3	(kg/cm2)	(cm) x 10-3	
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	112	6,65	2,82	0,13	0,00019
1000	169	13,30	5,64	0,27	0,00075
1500	187	19,96	8,46	0,40	0,00169
2000	203	26,61	11,28	0,53	0,00300
2500	216	33,26	14,10	0,67	0,00469
3000	225	39,91	16,93	0,80	0,00676
3500	237	46,57	19,75	0,93	0,00919
4000	245,5	53,22	22,57	1,06	0,01201
4500	254	59,87	25,39	1,20	0,01520
5000	262	66,52	28,21	1,33	0,01877
5500	268	73,18	31,03	1,46	0,02271
6000	277,5	79,83	33,85	1,60	0,02702
6500	283	86,48	36,67	1,73	0,03171
7000	288	93,13	39,49	1,86	0,03678
7500	295	99,78	42,31	2,00	0,04222
8000	300	106,44	45,13	2,13	0,04804
8500	306	113,09	47,95	2,26	0,05423
9000	311,5	119,74	50,78	2,39	0,06080
9500	315,5	126,39	53,60	2,53	0,06774
10000	321	133,05	56,42	2,66	0,07506
10500	325	139,70	59,24	2,79	0,08275
11000	331	146,35	62,06	2,93	0,09082
11500	336	153,00	64,88	3,06	0,09927
12000	343	159,66	67,70	3,19	0,10809
12500	349,5	166,31	70,52	3,33	0,11728
13000	356	172,96	73,34	3,46	0,12685
13500	360	176,85	76,16	3,54	0,13267
14000	367	183,85	78,98	3,68	0,14353
14500	374	190,85	81,81	3,82	0,15478
15000	385	201,85	84,63	4,04	0,17309
15150	424	240,85	85,47	4,82	0,23943
13500	476	292,85	76,16	5,86	0,32348
13000	578	394,85	73,34	7,90	0,47598

Nama Sampel = 08 04 04

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	56	1,13	2,82	0,02	0,00003
1000	58	2,25	5,64	0,05	0,00013
1500	58	3,38	8,46	0,07	0,00029
2000	60	4,51	11,28	0,09	0,00051
2500	63	5,63	14,10	0,11	0,00079

3000	67	6,76	16,93	0,14	0,00114
3500	72	7,89	19,75	0,16	0,00156
4000	75,5	9,01	22,57	0,18	0,00203
4500	79	10,14	25,39	0,20	0,00257
5000	82,5	11,27	28,21	0,23	0,00318
5500	85	12,40	31,03	0,25	0,00385
6000	89,5	13,52	33,85	0,27	0,00458
6500	92	14,65	36,67	0,29	0,00537
7000	94	15,78	39,49	0,32	0,00623
7500	96	16,90	42,31	0,34	0,00715
8000	97	18,03	45,13	0,36	0,00814
8500	98,6	19,16	47,95	0,38	0,00919
9000	99,5	20,28	50,78	0,41	0,01030
9500	100	21,41	53,60	0,43	0,01148
10000	100,5	22,54	56,42	0,45	0,01271
10500	100,5	23,66	59,24	0,47	0,01402
11000	100,5	24,79	62,06	0,50	0,01539
11500	101	25,92	64,88	0,52	0,01682
12000	102,5	27,04	67,70	0,54	0,01831
12500	104	28,17	70,52	0,56	0,01987
13000	105	29,30	73,34	0,59	0,02149
13500	106	30,43	76,16	0,61	0,02317
14000	107,5	31,55	78,98	0,63	0,02492
14500	108	32,68	81,81	0,65	0,02673
15000	109	33,81	84,63	0,68	0,02861
15500	109	33,47	87,45	0,67	0,02802
16000	109,5	33,97	90,27	0,68	0,02891
16500	110	34,47	93,09	0,69	0,02983
17000	115	39,47	95,91	0,79	0,03928
17500	128	52,47	98,73	1,05	0,06458

Nama Sampel = 08 04 05

Beban (Kg)	Pembacaan Dial (cm) x 10-3	Koreksi (cm) x 10-3	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan $\epsilon = \Delta L / L_0$ (cm) x 10-3	Energi
0	0	0,00	0,00	0,00	
500	34	4,13	2,82	0,08	0,00012
1000	43	8,25	5,64	0,17	0,00047
1500	54	12,38	8,46	0,25	0,00105
2000	57	16,51	11,28	0,33	0,00186
2500	60	20,63	14,10	0,41	0,00291
3000	64	24,76	16,93	0,50	0,00419
3500	69,5	28,89	19,75	0,58	0,00570
4000	73,5	33,01	22,57	0,66	0,00745
4500	77	37,14	25,39	0,74	0,00943
5000	81	41,27	28,21	0,83	0,01164

5500	84	45,39	31,03	0,91	0,01409
6000	87,5	49,52	33,85	0,99	0,01676
6500	92	53,65	36,67	1,07	0,01967
7000	93	57,77	39,49	1,16	0,02282
7500	96,5	61,90	42,31	1,24	0,02619
8000	99,5	66,03	45,13	1,32	0,02980
8500	102	70,16	47,95	1,40	0,03364
9000	104	74,28	50,78	1,49	0,03772
9500	107	78,41	53,60	1,57	0,04202
10000	110	82,54	56,42	1,65	0,04656
10500	112,5	86,66	59,24	1,73	0,05134
11000	115,5	90,79	62,06	1,82	0,05634
11500	118,5	94,92	64,88	1,90	0,06158
12000	122	99,04	67,70	1,98	0,06705
12500	127	103,17	70,52	2,06	0,07276
13000	130	107,30	73,34	2,15	0,07869
13500	134	111,42	76,16	2,23	0,08486
14000	139	115,55	78,98	2,31	0,09127
14500	145	121,90	81,81	2,44	0,10147
15000	149,5	127,25	84,63	2,54	0,11038
15500	155,5	130,74	87,45	2,61	0,11639
16000	162,5	134,24	90,27	2,68	0,12261
16050	182	134,59	90,55	2,69	0,12324

### Analisis Sampel Lentur

Nama Sampel = L 00 00 01

Beban (kg)	Pembacaan			$\phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	5,29	10,007606	4,84	0,215	208,33	2,18	0,00130
50	10,58	20,015212	9,68	0,431	416,67	4,35	0,00478
75	15,87	30,022817	14,52	0,646	625,00	6,53	0,01043
100	21,16	40,030423	19,36	0,861	833,33	8,70	0,01826
125	26,45	50,038029	24,20	1,076	1041,67	10,88	0,02827
150	31,74	60,045635	29,04	1,292	1250,00	13,05	0,04044
175	37,03	70,05324	33,88	1,507	1458,33	15,23	0,05480
200	42,32	80,060846	38,72	1,722	1666,67	17,40	0,07133
225	47,60	90,068452	43,56	1,938	1875,00	19,58	0,09003
250	52,89	100,07606	48,40	2,153	2083,33	21,75	0,11091
275	58,18	110,08366	53,24	2,368	2291,67	23,93	0,13396
300	63,47	120,09127	58,08	2,583	2500,00	26,10	0,15919
347,5	73,52	139,10572	67,28	2,992	2895,83	30,23	0,18777

Nama Sampel = L 00 00 02

Beban (kg)	Pembacaan			$\phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	5,94	6,097858	7,14	0,081	208,33	2,18	0,00117
50	11,88	12,19572	14,28	0,163	416,67	4,35	0,00451
75	17,82	18,29358	21,42	0,244	625,00	6,53	0,01003
100	23,76	24,39143	28,56	0,326	833,33	8,70	0,01773
125	29,70	30,48929	35,71	0,407	1041,67	10,88	0,02760
150	35,64	36,58715	42,85	0,489	1250,00	13,05	0,03964
150	35,64	36,58715	42,85	0,489	1250,00	13,05	0,05269
175	41,57	42,68501	49,99	0,570	1458,33	15,23	0,06691
200	47,51	48,78287	57,13	0,652	1666,67	17,40	0,08330
225	53,45	54,88073	64,27	0,733	1875,00	19,58	0,10187
282,5	67,11	68,9058	80,69	0,920	2354,17	24,58	0,12414

Nama Sampel = L 00 00 03

Beban (kg)	Pembacaan			$\phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000

25	13,10	14,47346	13,10	0,228	208,33	2,18	0,00132
50	26,20	28,94691	26,20	0,456	416,67	4,35	0,00481
75	39,30	43,42037	39,30	0,685	625,00	6,53	0,01047
100	52,40	57,89382	52,39	0,913	833,33	8,70	0,01831
125	65,50	72,36728	65,49	1,141	1041,67	10,88	0,02833
150	78,60	86,84073	78,59	1,369	1250,00	13,05	0,04052
175	91,70	101,3142	91,69	1,597	1458,33	15,23	0,05489
197,5	103,49	114,3403	103,48	1,803	1645,83	17,18	0,07130

Nama Sampel = L 00 00 04

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	7,90	7,305456	6,19	0,109	208,33	2,18	0,00120
50	15,81	14,61091	12,38	0,218	416,67	4,35	0,00457
75	23,71	21,91637	18,58	0,327	625,00	6,53	0,01011
100	31,62	29,22182	24,77	0,436	833,33	8,70	0,01784
125	39,52	36,52728	30,96	0,545	1041,67	10,88	0,02773
150	47,42	43,83273	37,15	0,653	1250,00	13,05	0,03980
175	55,33	51,13819	43,34	0,762	1458,33	15,23	0,05405
200	63,23	58,44365	49,54	0,871	1666,67	17,40	0,07047
225	71,14	65,7491	55,73	0,980	1875,00	19,58	0,08907
250	79,04	73,05456	61,92	1,089	2083,33	21,75	0,10984
275	86,95	80,36001	68,11	1,198	2291,67	23,93	0,13279
300	94,85	87,66547	74,31	1,307	2500,00	26,10	0,15791

Nama Sampel = L 00 00 05

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	7,44	8,327781	6,91	0,136	208,33	2,18	0,00122
50	14,89	16,65556	13,82	0,273	416,67	4,35	0,00462
75	22,33	24,98334	20,73	0,409	625,00	6,53	0,01020
100	29,78	33,31113	27,64	0,546	833,33	8,70	0,01795
125	37,22	41,63891	34,55	0,682	1041,67	10,88	0,02787
150	44,67	49,96669	41,46	0,819	1250,00	13,05	0,03997
175	52,11	58,29447	48,37	0,955	1458,33	15,23	0,05425
200	59,56	66,62225	55,28	1,092	1666,67	17,40	0,07069
225	67,00	74,95003	62,19	1,228	1875,00	19,58	0,08932
250	74,44	83,27781	69,10	1,365	2083,33	21,75	0,11012
275	81,89	91,60556	76,01	1,501	2291,67	23,93	0,13309
300	89,33	99,93338	82,92	1,638	2500,00	26,10	0,15824

## Analisis Sampel Lentur

Nama Sampel = L 02 04 01

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	7,93	7,97	7,76	0,117	208,33	2,32	0,00128
50	15,86	15,94	15,52	0,233	416,67	4,65	0,00488
75	23,78	23,92	23,28	0,350	625,00	6,97	0,01081
100	31,71	31,89	31,04	0,467	833,33	9,30	0,01906
125	39,64	39,86	38,80	0,583	1041,67	11,62	0,02963
150	47,57	47,83	46,55	0,700	1250,00	13,94	0,04253
175	55,50	55,80	54,31	0,817	1458,33	16,27	0,05775
200	63,42	63,78	62,07	0,933	1666,67	18,59	0,07529
225	71,35	71,75	69,83	1,050	1875,00	20,91	0,09516
250	79,28	79,72	77,59	1,166	2083,33	23,24	0,11735
275	87,21	87,69	85,35	1,283	2291,67	25,56	0,14187
300	95,14	95,66	93,11	1,400	2500,00	27,89	0,16871
310	118,56	141,18	119,26	2,354	2583,33	28,81	0,19801
300	142,56	176,18	139,26	3,045	2500,00	27,89	0,22706
275	206,56	266,18	204,26	4,708	2291,67	25,56	0,25544
250	247,56	281,18	244,26	4,557	2083,33	23,24	0,27969
225	279,56	370,18	279,26	6,638	1875,00	20,91	0,30385
200	324,56	430,18	322,26	7,732	1666,67	18,59	0,32469
175	369,56	484,18	361,26	8,682	1458,33	16,27	0,34307
175	426,56	555,18	414,26	9,935	1458,33	16,27	0,36059
175	483,56	626,18	449,26	11,318	1458,33	16,27	0,37824
175	523,56	676,18	462,26	12,376	1458,33	16,27	0,39556
160	560,56	733,18	469,26	13,701	1333,33	14,87	0,41246

Nama Sampel = L 02 04 02

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	5,27	4,31	5,42	0,047	208,33	2,38	0,00124
50	10,53	8,63	10,85	0,095	416,67	4,76	0,00486
75	15,80	12,94	16,27	0,142	625,00	7,14	0,01086
100	21,06	17,26	21,69	0,189	833,33	9,53	0,01924
125	26,33	21,57	27,12	0,236	1041,67	11,91	0,03001
150	31,59	25,88	32,54	0,284	1250,00	14,29	0,04315
175	36,86	30,20	37,97	0,331	1458,33	16,67	0,05868
200	42,12	34,51	43,39	0,378	1666,67	19,05	0,07659

225	47,39	38,83	48,81	0,426	1875,00	21,43	0,09688
250	52,65	43,14	54,24	0,473	2083,33	23,81	0,11955
275	57,92	47,45	59,66	0,520	2291,67	26,20	0,14460
300	63,18	51,77	65,08	0,567	2500,00	28,58	0,17204
342,5	66,99	56,55	75,08	0,606	2854,17	32,63	0,20268
325	76,99	74,55	98,08	0,886	2708,33	30,96	0,23475
300	86,99	90,55	118,08	1,131	2500,00	28,58	0,26476
275	91,99	98,55	128,08	1,254	2291,67	26,20	0,29227
250	104,99	121,55	153,08	1,642	2083,33	23,81	0,31767
225	120,99	142,55	176,08	1,966	1875,00	21,43	0,34062
200	205,99	256,55	293,08	3,795	1666,67	19,05	0,36269
175	371,99	526,55	469,08	9,109	1458,33	16,67	0,38586
165	628,99	838,55	509,08	15,956	1375,00	15,72	0,40890

Nama Sampel = L 02 04 03

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	5,68	6,15	5,31	0,098	208,33	2,41	0,00131
50	11,36	12,29	10,62	0,196	416,67	4,83	0,00503
75	17,04	18,44	15,93	0,294	625,00	7,24	0,01116
100	22,72	24,59	21,25	0,392	833,33	9,66	0,01971
125	28,40	30,74	26,56	0,489	1041,67	12,07	0,03068
150	34,08	36,88	31,87	0,587	1250,00	14,49	0,04406
175	39,77	43,03	37,18	0,685	1458,33	16,90	0,05985
200	45,45	49,18	42,49	0,783	1666,67	19,32	0,07806
225	51,13	55,33	47,80	0,881	1875,00	21,73	0,09869
250	56,81	61,47	54,08	0,972	2083,33	24,15	0,12172
275	62,49	67,62	61,08	1,058	2291,67	26,56	0,14716
300	68,17	73,77	68,08	1,143	2500,00	28,98	0,17502
362,5	96,41	80,23	73,08	1,090	3020,83	35,02	0,20696
350	103,41	88,23	81,08	1,213	2916,67	33,81	0,24150
325	112,41	101,23	93,08	1,436	2708,33	31,39	0,27432
300	128,41	165,23	153,08	2,732	2500,00	28,98	0,30580
275	157,41	206,23	200,08	3,366	2291,67	26,56	0,33421
255	374,41	423,23	515,08	5,785	2125,00	24,63	0,36223
255	508,41	613,23	698,08	8,974	2125,00	24,63	0,39005
255	551,41	841,23	913,08	13,683	2125,00	24,63	0,41939

Nama Sampel = L 02 04 04

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				



0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	8,81	9,70	8,13	0,158	208,33	2,27	0,00129
50	17,61	19,41	16,26	0,315	416,67	4,54	0,00486
75	26,42	29,11	24,40	0,473	625,00	6,81	0,01069
100	35,22	38,82	32,53	0,630	833,33	9,09	0,01880
125	44,03	48,52	40,66	0,788	1041,67	11,36	0,02918
150	52,83	58,23	48,79	0,945	1250,00	13,63	0,04183
175	61,64	67,93	56,92	1,103	1458,33	15,90	0,05676
200	70,44	77,63	65,05	1,260	1666,67	18,17	0,07395
225	79,25	87,34	73,19	1,418	1875,00	20,44	0,09341
250	88,05	97,04	81,32	1,575	2083,33	22,72	0,11515
275	96,86	106,75	89,45	1,733	2291,67	24,99	0,13916
300	124,41	132,65	106,26	2,160	2500,00	27,26	0,16571
362,5	147,41	171,65	134,26	2,916	3020,83	32,94	0,19656
350	212,41	272,65	208,26	4,824	2916,67	31,80	0,23084
325	306,41	337,65	251,26	5,709	2708,33	29,53	0,26239
300	536,41	719,65	529,26	13,053	2500,00	27,26	0,29813
275	837,41	1055,65	721,26	19,180	2291,67	24,99	0,33038

Nama Sampel = L 02 04 05

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	9,39	7,94	7,83	0,105	208,33	2,47	0,00134
50	18,78	15,88	15,66	0,209	416,67	4,94	0,00514
75	28,18	23,82	23,49	0,314	625,00	7,40	0,01142
100	37,57	31,76	31,32	0,419	833,33	9,87	0,02016
125	46,96	39,70	39,15	0,523	1041,67	12,34	0,03137
150	56,35	47,64	46,98	0,628	1250,00	14,81	0,04504
175	65,75	55,58	54,81	0,733	1458,33	17,27	0,06119
200	75,14	63,52	62,64	0,837	1666,67	19,74	0,07980
225	84,53	71,46	70,47	0,942	1875,00	22,21	0,10088
250	93,92	79,40	91,13	0,954	2083,33	24,68	0,12433
272,5	116,35	97,61	101,13	1,245	2270,83	26,90	0,15041
250	135,35	109,61	105,13	1,425	2083,33	24,68	0,17637
225	154,35	114,61	129,13	1,260	1875,00	22,21	0,19965
200	206,35	145,61	199,13	1,274	1666,67	19,74	0,22064
195	543,35	377,61	300,13	4,802	1625,00	19,25	0,24366
205	858,35	613,61	454,13	8,222	1708,33	20,23	0,26682
195	1062,35	797,61	577,13	11,167	1625,00	19,25	0,28951
175	1066,35	817,61	594,13	11,592	1458,33	17,27	0,30819
150	1210,35	1017,61	741,13	15,256	1250,00	14,81	0,32790
150	1231,35	1049,61	761,13	15,883	1250,00	14,81	0,34333

225	105,35	80,72328059	73,24	1,039	1875,00	22,89	0,10406
250	117,05	89,69253399	81,38	1,154	2083,33	25,44	0,12834
275	128,76	98,66178739	89,52	1,270	2291,67	27,98	0,15516
300	140,46	107,6310408	97,66	1,385	2500,00	30,52	0,18453
325	152,17	116,6002942	105,80	1,501	2708,33	33,07	0,21644
350	163,87	125,5695476	113,94	1,616	2916,67	35,61	0,25090
375	175,58	134,538801	122,07	1,732	3125,00	38,16	0,28790
400	187,28	143,5080544	130,21	1,847	3333,33	40,70	0,32744
425	198,99	152,4773078	138,35	1,963	3541,67	43,24	0,36953
450	222,18	176,3534962	156,95	2,349	3750,00	45,79	0,41443
452,5	243,18	203,3534962	196,95	2,688	3770,83	46,04	0,46068
425	268,18	249,3534962	206,95	3,760	3541,67	43,24	0,50639
400	296,18	297,3534962	237,95	4,718	3333,33	40,70	0,54932
382,5	423,18	487,3534962	370,95	8,318	3187,50	38,92	0,59273
382,5	558,18	683,3534962	506,95	12,012	3187,50	38,92	0,63534
382,5	681,1797921	860,3534962	629,9521	15,338	3187,50	38,92	0,67759
382,5	821,1797921	986,3534962	720,9521	17,304	3187,50	38,92	0,71847
382,5	902,1797921	1176,353496	862,9521	21,170	3187,50	38,92	0,76126
382,5	980,1797921	1285,353496	902,9521	23,460	3187,50	38,92	0,80247
372,5	1061,179792	1403,353496		32,776	3104,17	37,90	0,85019
355	1204,179792	1610,353496		37,708	2958,33	36,12	0,89214

Nama Sampel = L 04 04 03

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	0,00	5,8442621	5,35	0,130	208,33	2,32	0,00129
50	5,00	11,6885242	10,70	0,224	416,67	4,65	0,00487
75	9,00	17,5327863	16,05	0,325	625,00	6,97	0,01079
100	15,00	23,3770484	21,40	0,411	833,33	9,30	0,01901
125	21,00	29,2213105	26,75	0,498	1041,67	11,62	0,02956
150	26,00	35,0655726	32,10	0,592	1250,00	13,95	0,04244
175	32,00	40,9098347	37,45	0,678	1458,33	16,27	0,05764
200	40,00	46,7540968	42,81	0,750	1666,67	18,60	0,07514
225	45,00	52,5983589	48,16	0,844	1875,00	20,92	0,09500
250	53,00	58,442621	53,51	0,916	2083,33	23,25	0,11716
275	59,00	64,2868831	58,86	1,003	2291,67	25,57	0,14166
300	64,00	70,1311452	64,21	1,097	2500,00	27,90	0,16848
325	69,00	75,9754073	69,56	1,190	2708,33	30,22	0,19764
350	76,00	81,8196694	74,91	1,270	2916,67	32,55	0,22910
365	136,00	159,864366	132,81	2,669	3041,67	33,94	0,26375
350	148,00	179,864366	142,81	3,086	2916,67	32,55	0,29741
325	174,00	220,864366	175,81	3,842	2708,33	30,22	0,32955
310	401,00	561,864366	330,81	10,913	2583,33	28,83	0,36615
300	507,00	721,864366	552,81	13,159	2500,00	27,90	0,39676

## Analisis Sampel Lentur

Nama Sampel = L 04 04 01

Beban (kg)	Pembacaan			$\phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	10,19	9,4268477	10,51	0,122	208,33	2,56	0,00140
50	20,39	18,853695	21,02	0,245	416,67	5,12	0,00536
75	30,58	28,280543	31,52	0,367	625,00	7,67	0,01188
100	40,78	37,707391	42,03	0,490	833,33	10,23	0,02095
125	50,97	47,134238	52,54	0,612	1041,67	12,79	0,03259
150	61,17	56,561086	63,05	0,735	1250,00	15,35	0,04678
175	71,36	65,987934	73,55	0,857	1458,33	17,91	0,06353
200	81,56	75,414781	84,06	0,979	1666,67	20,46	0,08283
225	91,75	84,841629	94,57	1,102	1875,00	23,02	0,10470
250	101,95	94,268477	105,08	1,224	2083,33	25,58	0,12912
275	112,14	103,69532	115,59	1,347	2291,67	28,14	0,15610
300	122,34	113,12217	126,09	1,469	2500,00	30,70	0,18564
325	132,53	122,54902	136,60	1,592	2708,33	33,25	0,21774
350	152,46	144,98265	158,76	1,935	2916,67	35,81	0,25261
351	160,46	156,98265	173,76	2,115	2925,00	35,91	0,28866
325	180,46	182,98265	207,76	2,475	2708,33	33,25	0,32360
300	230,46	277,98265	310,76	4,109	2500,00	30,70	0,35721
292,5	469,46	591,98265	681,76	8,760	2437,50	29,93	0,39217
292,5	571,46	735,98265	838,76	11,043	2437,50	29,93	0,42438
292,5	801,46	1019,9827	1160,76	15,248	2437,50	29,93	0,45852
290	903,46	1143,9827	1190,76	17,868	2416,67	29,67	0,49094
280	998,46	1286,9827		29,876	2333,33	28,65	0,53210
280	1153,46	1369,9827		31,151	2333,33	28,65	0,56203

Nama Sampel = L 04 04 02

Beban (kg)	Pembacaan			$\phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	11,71	8,969253399	8,14	0,115	208,33	2,54	0,00139
50	23,41	17,9385068	16,28	0,231	416,67	5,09	0,00532
75	35,12	26,9077602	24,41	0,346	625,00	7,63	0,01179
100	46,82	35,8770136	32,55	0,462	833,33	10,17	0,02081
125	58,53	44,846267	40,69	0,577	1041,67	12,72	0,03237
150	70,23	53,8155204	48,83	0,693	1250,00	15,26	0,04648
175	81,94	62,7847738	56,97	0,808	1458,33	17,81	0,06313
200	93,64	71,75402719	65,11	0,924	1666,67	20,35	0,08232

285	664,00	926,864366	714,81	16,766	2375,00	26,50	0,42756
277,5	929,00	1296,86437	1003,81	23,433	2312,50	25,81	0,46039
275	986,00	1378,86437	1068,81	24,917	2291,67	25,57	0,48756
270	1094,00	1598,86437	1132,81	30,014	2250,00	25,11	0,51800

Nama Sampel = L 04 04 04

Beban	Pembacaan			$\Phi$	Momen	Teg/Lentur	Energi
(kg)	Dial 1	Dial 2	Dial 3	(1/cm)	(1/6).P.L kg.cm	(kg/cm <sup>2</sup> )	
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	3,41	3,622138511	3,39	0,055	208,33	2,37	0,00124
50	6,81	7,244277021	6,79	0,111	416,67	4,75	0,00486
75	10,22	10,86641553	10,18	0,166	625,00	7,12	0,01084
100	13,62	14,48855404	13,57	0,221	833,33	9,49	0,01920
125	17,03	18,11069255	16,97	0,277	1041,67	11,86	0,02994
150	20,44	21,73283106	20,36	0,332	1250,00	14,24	0,04304
175	23,84	25,35496957	23,76	0,388	1458,33	16,61	0,05852
200	27,25	28,97710808	27,15	0,443	1666,67	18,98	0,07637
225	30,65	32,5992466	30,54	0,498	1875,00	21,35	0,09659
250	34,06	36,22138511	33,94	0,554	2083,33	23,73	0,11919
275	37,47	39,84352362	37,33	0,609	2291,67	26,10	0,14416
300	40,87	43,46566213	40,72	0,664	2500,00	28,47	0,17150
325	44,28	47,08780064	44,12	0,720	2708,33	30,85	0,20121
350	47,68	50,70993915	47,51	0,775	2916,67	33,22	0,23330
375	51,09	54,33207766	50,91	0,830	3125,00	35,59	0,26776
400	54,50	57,95421617	54,30	0,886	3333,33	37,96	0,30459
425	57,90	61,57635468	57,69	0,941	3541,67	40,34	0,34380
450	61,31	67,08765575	61,09	1,051	3750,00	42,71	0,38543
475	64,71	71,08765575	64,48	1,117	3958,33	45,08	0,42939
500	68,12	75,08765575	67,87	1,183	4166,67	47,45	0,47572
525	74,58	81,08765575	71,27	1,285	4375,00	49,83	0,52447
550	80,58	87,08765575	74,66	1,390	4583,33	52,20	0,57558
575	88,58	97,08765575	96,65	1,463	4791,67	54,57	0,62904
600	100,5757435	109,0876558	105,6491	1,657	5000,00	56,94	0,68499
625	131,5757435	141,0876558	126,6491	2,204	5208,33	59,32	0,74367
637,5	191,5757435	202,0876558	194,6491	3,039	5312,50	60,50	0,80442
625	202,5757435	212,0876558	212,6491	3,119	5208,33	59,32	0,86441
600	319,5757435	294,0876558	247,6491	4,386	5000,00	56,94	0,92381
575	418,5757435	374,0876558	313,6491	5,502	4791,67	54,57	0,98068
550	522,5757435	472,0876558	402,6491	6,935	4583,33	52,20	1,03550
530	801,5757435	739,0876558	615,6491	11,082	4416,67	50,30	1,09090
525	898,5757435	831,0876558	691,6491	12,486	4375,00	49,83	1,14237
515	1062,575744	992,0876558	751,6491	15,510	4291,67	48,88	1,19474
512,5	1157,575744	1100,087656	777,6491	17,749	4270,83	48,64	1,24574
507,5		1370,087656		39,459	4229,17	48,17	1,31585

Nama Sampel = L 04 04 05

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	6,31	5,122006	6,03	0,059	208,33	2,53	0,00132
50	12,62	10,24401	12,07	0,117	416,67	5,06	0,00518
75	18,93	15,36602	18,10	0,176	625,00	7,59	0,01157
100	25,24	20,48802	24,13	0,235	833,33	10,13	0,02049
125	31,55	25,61003	30,17	0,293	1041,67	12,66	0,03194
150	37,86	30,73204	36,20	0,352	1250,00	15,19	0,04592
175	44,17	35,85404	42,23	0,411	1458,33	17,72	0,06243
200	50,48	40,97605	48,27	0,469	1666,67	20,25	0,08148
225	56,79	46,09806	54,30	0,528	1875,00	22,78	0,10306
250	63,09	51,22006	60,33	0,586	2083,33	25,32	0,12716
275	69,40	56,34207	66,37	0,645	2291,67	27,85	0,15380
300	75,71	63,2988	72,40	0,757	2500,00	30,38	0,18303
325	85,00	72,2988	80,85	0,888	2708,33	32,91	0,21481
342,5	102,00	86,2988	93,85	1,075	2854,17	34,68	0,24879
325	112,00	92,2988	98,85	1,140	2708,33	32,91	0,28265
300	132,00	105,2988	109,85	1,291	2500,00	30,38	0,31445
275	173,00	133,2988	133,85	1,630	2291,67	27,85	0,34390
260	277,00	198,2988	201,85	2,263	2166,67	26,33	0,37162
250	337,00	236,2988	237,85	2,666	2083,33	25,32	0,39784
242,5	600,00	472,2988	424,85	6,223	2020,83	24,56	0,42634
240	759,00	583,2988	513,85	7,634	2000,00	24,30	0,45218
240	917,00	677,2988	595,85	8,614	2000,00	24,30	0,47746
240	950,00	771,2988	707,85	10,277	2000,00	24,30	0,50343
240		891,2988	820,8504	19,759	2000,00	24,30	0,53721
240			940,8504	-6,774	2000,00	24,30	0,53498
240			976,8504	-7,033	2000,00	24,30	0,55903

## Analisis Sampel Lentur

Nama Sampel = L 06 04 01

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	10,19	9,4268477	10,51	0,122	208,33	2,22	0,00123
50	20,39	18,853695	21,02	0,245	416,67	4,44	0,00468
75	30,58	28,280543	31,52	0,367	625,00	6,65	0,01035
100	40,78	37,707391	42,03	0,490	833,33	8,87	0,01823
125	50,97	47,134238	52,54	0,612	1041,67	11,09	0,02833
150	61,17	56,561086	63,05	0,735	1250,00	13,31	0,04065
175	71,36	65,987934	73,55	0,857	1458,33	15,52	0,05519
200	81,56	75,414781	84,06	0,979	1666,67	17,74	0,07195
225	91,75	84,841629	94,57	1,102	1875,00	19,96	0,09092
250	101,95	94,268477	105,08	1,224	2083,33	22,18	0,11211
275	112,14	103,69532	115,59	1,347	2291,67	24,39	0,13552
300	122,34	113,12217	126,09	1,469	2500,00	26,61	0,16115
325	132,53	122,54902	136,60	1,592	2708,33	28,83	0,18899
350	152,46	144,98265	158,76	1,935	2916,67	31,05	0,21927
351	160,46	156,98265	173,76	2,115	2925,00	31,14	0,25054
325	180,46	182,98265	207,76	2,475	2708,33	28,83	0,28089
300	230,46	277,98265	310,76	4,109	2500,00	26,61	0,31024
292,5	469,46	591,98265	681,76	8,760	2437,50	25,95	0,34118
292,5	571,46	735,98265	838,76	11,043	2437,50	25,95	0,36941
292,5	801,46	1019,9827	1160,76	15,248	2437,50	25,95	0,39956
290	903,46	1143,9827	1190,76	17,868	2416,67	25,73	0,42801
280	998,46	1286,9827		29,876	2333,33	24,84	0,46530
280	1153,46	1369,9827		31,151	2333,33	24,84	0,49142

Nama Sampel = L 06 04 02

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	10,19	9,426847662	10,51	0,122	208,33	2,36	0,00130
50	20,39	18,85369532	21,02	0,245	416,67	4,72	0,00496
75	30,58	28,28054299	31,52	0,367	625,00	7,08	0,01099
100	40,78	37,70739065	42,03	0,490	833,33	9,44	0,01937
125	50,97	47,13423831	52,54	0,612	1041,67	11,80	0,03011
150	61,17	56,56108597	63,05	0,735	1250,00	14,16	0,04321
175	71,36	65,98793363	73,55	0,857	1458,33	16,52	0,05867
200	81,56	75,4147813	84,06	0,979	1666,67	18,88	0,07649

225	91,75	84,84162896	94,57	1,102	1875,00	21,24	0,09667
250	101,95	94,26847662	105,08	1,224	2083,33	23,60	0,11920
275	112,14	103,6953243	115,59	1,347	2291,67	25,96	0,14410
300	122,34	113,1221719	126,09	1,469	2500,00	28,32	0,17136
325	132,53	122,5490196	136,60	1,592	2708,33	30,67	0,20098
350	152,46	144,9826546	158,76	1,935	2916,67	33,03	0,23318
351	160,46	156,9826546	173,76	2,115	2925,00	33,13	0,26644
325	180,46	182,9826546	207,76	2,475	2708,33	30,67	0,29870
300	230,46	277,9826546	310,76	4,109	2500,00	28,32	0,32983
292,5	469,46	591,9826546	681,76	8,760	2437,50	27,61	0,36244
292,5	571,46	735,9826546	838,76	11,043	2437,50	27,61	0,39233
292,5	801,46	1019,982655	1160,76	15,248	2437,50	27,61	0,42414
290	903,46	1143,982655	1190,76	17,868	2416,67	27,37	0,45425
280	998,46	1286,982655		29,876	2333,33	26,43	0,49316
280	1153,46	1369,982655		31,151	2333,33	26,43	0,52086

Nama Sampel = L 06 04 03

Beban	Pembacaan			$\Phi$	Momen	Teg/Lentur	Energi
(kg)	Dial 1	Dial 2	Dial 3	(1/cm)	(1/6).P.L	(kg/cm <sup>2</sup> )	
					kg.cm		
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	6,40	6,30040323	7,05	0,085	208,33	2,52	0,00134
50	12,80	12,6008065	14,10	0,169	416,67	5,04	0,00521
75	19,20	18,9012097	21,14	0,254	625,00	7,56	0,01159
100	25,60	25,2016129	28,19	0,338	833,33	10,08	0,02049
125	32,00	31,5020161	35,24	0,423	1041,67	12,60	0,03192
150	38,40	37,8024194	42,29	0,508	1250,00	15,12	0,04586
175	44,80	44,1028226	49,33	0,592	1458,33	17,64	0,06232
200	51,20	50,4032258	56,38	0,677	1666,67	20,16	0,08130
225	57,61	56,703629	63,43	0,762	1875,00	22,68	0,10280
250	64,01	65,9450605	70,48	0,931	2083,33	25,20	0,12691
275	74,38	75,9450605	81,76	1,063	2291,67	27,71	0,15349
300	98,38	100,94506	108,76	1,416	2500,00	30,23	0,18282
325	166,38	195,94506	199,76	3,007	2708,33	32,75	0,21591
327,5	227,38	288,94506	297,76	4,541	2729,17	33,01	0,25032
325	261,38	336,94506	356,76	5,253	2708,33	32,75	0,28391
300	330,38	453,94506	479,76	7,241	2500,00	30,23	0,31739
285	463,38	644,94506	648,76	10,567	2375,00	28,72	0,35020
285	564,38	793,94506	688,76	13,843	2375,00	28,72	0,38220
275	602,38	841,94506		19,911	2291,67	27,71	0,41648
270	743,38	1043,94506		24,713	2250,00	27,21	0,44875
270	845,38	1193,94506		28,299	2250,00	27,21	0,47955
270	890,38	1263,94506		29,991	2250,00	27,21	0,50845

Nama Sampel = L 06 04 04

Beban	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
(kg)							
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	6,40	6,300403226	7,05	0,085	208,33	2,21	0,00119
50	12,80	12,60080645	14,10	0,169	416,67	4,43	0,00460
75	19,20	18,90120968	21,14	0,254	625,00	6,64	0,01022
100	25,60	25,2016129	28,19	0,338	833,33	8,86	0,01805
125	32,00	31,50201613	35,24	0,423	1041,67	11,07	0,02810
150	38,40	37,80241935	42,29	0,508	1250,00	13,29	0,04037
175	44,80	44,10282258	49,33	0,592	1458,33	15,50	0,05485
200	51,20	50,40322581	56,38	0,677	1666,67	17,72	0,07154
225	57,61	56,70362903	63,43	0,762	1875,00	19,93	0,09045
250	64,01	65,94506048	70,48	0,931	2083,33	22,14	0,11165
275	74,38	75,94506048	81,76	1,063	2291,67	24,36	0,13504
300	98,38	100,9450605	108,76	1,416	2500,00	26,57	0,16085
325	166,38	195,9450605	199,76	3,007	2708,33	28,79	0,19013
327,5	227,38	288,9450605	297,76	4,541	2729,17	29,01	0,22056
325	261,38	336,9450605	356,76	5,253	2708,33	28,79	0,25017
300	330,38	453,9450605	479,76	7,241	2500,00	26,57	0,27984
285	463,38	644,9450605	648,76	10,567	2375,00	25,24	0,30907
285	564,38	793,9450605	688,76	13,843	2375,00	25,24	0,33759
275	602,38	841,9450605		19,911	2291,67	24,36	0,36846
270	743,38	1043,94506		24,713	2250,00	23,92	0,39740
270	845,38	1193,94506		28,299	2250,00	23,92	0,42490
270	890,38	1263,94506		29,991	2250,00	23,92	0,45051

Nama Sampel = L 06 04 05

Beban	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
(kg)							
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	7,44	7,079145	6,32	0,105	208,33	2,05	0,00113
50	14,89	14,15829	12,65	0,210	416,67	4,11	0,00431
75	22,33	21,23743	18,97	0,314	625,00	6,16	0,00955
100	29,77	28,31658	25,29	0,419	833,33	8,21	0,01684
125	37,21	35,39572	31,61	0,524	1041,67	10,26	0,02618
150	44,66	42,47487	37,94	0,629	1250,00	12,32	0,03757
175	52,10	49,55401	44,26	0,733	1458,33	14,37	0,05102
200	59,54	56,63316	50,58	0,838	1666,67	16,42	0,06652
225	66,99	63,7123	56,91	0,943	1875,00	18,47	0,08407
250	74,43	70,79145	63,23	1,048	2083,33	20,53	0,10367
275	81,87	77,87059	69,55	1,152	2291,67	22,58	0,12533
300	89,31	84,94974	74,31	1,268	2500,00	24,63	0,14905
307,5	97,77	92,85544	80,31	1,392	2562,50	25,25	0,17411



300	127,77	114,8554	100,31	1,666	2509,00	24,63	0,19932
285	291,77	250,8554	197,31	3,703	2375,00	23,40	0,22538
285	434,77	351,8554	283,31	4,963	2375,00	23,40	0,25004
285	656,77	496,8554	394,31	6,742	2375,00	23,40	0,27521
285	809,77	608,8554	477,31	8,268	2375,00	23,40	0,30014
285	1100,77	866,8554	628,31	12,516	2375,00	23,40	0,32778
285	1337,77	1021,855	707,31	14,705	2375,00	23,40	0,35337
285	1458,77	1101,855	728,31	15,987	2375,00	23,40	0,37805
285		1244,855	757,31	29,096	2375,00	23,40	0,41456
285		1343,855	1334,306	30,399	2375,00	23,40	0,43926

## Analisis Sampel Lentur

Nama Sampel = L 08 04 01

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	10,19	9,4268477	10,51	0,122	208,33	2,18	0,00121
50	20,39	18,853695	21,02	0,245	416,67	4,35	0,00460
75	30,58	28,280543	31,52	0,367	625,00	6,53	0,01016
100	40,78	37,707391	42,03	0,490	833,33	8,70	0,01789
125	50,97	47,134238	52,54	0,612	1041,67	10,88	0,02780
150	61,17	56,561086	63,05	0,735	1250,00	13,05	0,03989
175	71,36	65,987934	73,55	0,857	1458,33	15,23	0,05415
200	81,56	75,414781	84,06	0,979	1666,67	17,40	0,07058
225	91,75	84,841629	94,57	1,102	1875,00	19,58	0,08919
250	101,95	94,268477	105,08	1,224	2083,33	21,75	0,10998
275	112,14	103,69532	115,59	1,347	2291,67	23,93	0,13294
300	122,34	113,12217	126,09	1,469	2500,00	26,10	0,15808
325	132,53	122,54902	136,60	1,592	2708,33	28,28	0,18539
350	152,46	144,98265	158,76	1,935	2916,67	30,45	0,21509
351	160,46	156,98265	173,76	2,115	2925,00	30,54	0,24577
325	180,46	182,98265	207,76	2,475	2708,33	28,28	0,27554
300	230,46	277,98265	310,76	4,109	2500,00	26,10	0,30436
292,5	469,46	591,98265	681,76	8,760	2437,50	25,45	0,33478
292,5	571,46	735,98265	838,76	11,043	2437,50	25,45	0,36251
292,5	801,46	1019,9827	1160,76	15,248	2437,50	25,45	0,39217
290	903,46	1143,9827	1190,76	17,868	2416,67	25,23	0,42013
280	998,46	1286,9827		29,876	2333,33	24,36	0,45693
280	1153,46	1369,9827		31,151	2333,33	24,36	0,48257

Nama Sampel = L 08 04 02

Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	10,19	9,4268477	10,51	0,122	208,33	2,18	0,00121
50	20,39	18,853695	21,02	0,245	416,67	4,35	0,00460
75	30,58	28,280543	31,52	0,367	625,00	6,53	0,01016
100	40,78	37,707391	42,03	0,490	833,33	8,70	0,01789
125	50,97	47,134238	52,54	0,612	1041,67	10,88	0,02780
150	61,17	56,561086	63,05	0,735	1250,00	13,05	0,03989
175	71,36	65,987934	73,55	0,857	1458,33	15,23	0,05415
200	81,56	75,414781	84,06	0,979	1666,67	17,40	0,07058

225	91,75	84,841629	94,57	1,102	1875,00	19,58	0,08919
250	101,95	94,268477	105,08	1,224	2083,33	21,75	0,10998
275	112,14	103,69532	115,59	1,347	2291,67	23,93	0,13294
300	122,34	113,12217	126,09	1,469	2500,00	26,10	0,15808
325	132,53	122,54902	136,60	1,592	2708,33	28,28	0,18539
350	152,46	144,98265	158,76	1,935	2916,67	30,45	0,21509
351	160,46	156,98265	173,76	2,115	2925,00	30,54	0,24577
325	180,46	182,98265	207,76	2,475	2708,33	28,28	0,27554
300	230,46	277,98265	310,76	4,109	2500,00	26,10	0,30436
292,5	469,46	591,98265	681,76	8,760	2437,50	25,45	0,33478
292,5	571,46	735,98265	838,76	11,043	2437,50	25,45	0,36251
292,5	801,46	1019,9827	1160,76	15,248	2437,50	25,45	0,39217
290	903,46	1143,9827	1190,76	17,868	2416,67	25,23	0,42013
280	998,46	1286,9827		29,876	2333,33	24,36	0,45693
280	1153,46	1369,9827		31,151	2333,33	24,36	0,48257

Nama Sampel = L 08 04 03

Beban	Pembacaan			$\Phi$	Momen	Teg/Lentur	Energi
(kg)	Dial 1	Dial 2	Dial 3	(1/cm)	(1/6).P.L	(kg/cm <sup>2</sup> )	
					kg.cm		
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	10,19	9,426848	10,51	0,122	208,33	2,57	0,00141
50	20,39	18,8537	21,02	0,245	416,67	5,14	0,00539
75	30,58	28,28054	31,52	0,367	625,00	7,72	0,01194
100	40,78	37,70739	42,03	0,490	833,33	10,29	0,02107
125	50,97	47,13424	52,54	0,612	1041,67	12,86	0,03276
150	61,17	56,56109	63,05	0,735	1250,00	15,43	0,04703
175	71,36	65,98793	73,55	0,857	1458,33	18,00	0,06387
200	81,56	75,41478	84,06	0,979	1666,67	20,58	0,08329
225	91,75	84,84163	94,57	1,102	1875,00	23,15	0,10527
250	101,95	94,26848	105,08	1,224	2083,33	25,72	0,12983
275	112,14	103,6953	115,59	1,347	2291,67	28,29	0,15696
300	122,34	113,1222	126,09	1,469	2500,00	30,87	0,18666
325	132,53	122,549	136,60	1,592	2708,33	33,44	0,21893
350	152,46	144,9827	158,76	1,935	2916,67	36,01	0,25400
351	160,46	156,9827	173,76	2,115	2925,00	36,11	0,29024
325	180,46	182,9827	207,76	2,475	2708,33	33,44	0,32537
300	230,46	277,9827	310,76	4,109	2500,00	30,87	0,35916
292,5	469,46	591,9827	681,76	8,760	2437,50	30,09	0,39429
292,5	571,46	735,9827	838,76	11,043	2437,50	30,09	0,42667
292,5	801,46	1019,983	1160,76	15,248	2437,50	30,09	0,46096
290	903,46	1143,983	1190,76	17,868	2416,67	29,84	0,49355
280	998,46	1286,983		29,876	2333,33	28,81	0,53488
280	1153,46	1369,983		31,151	2333,33	28,81	0,56496

Nama Sampel = L 08 04 04

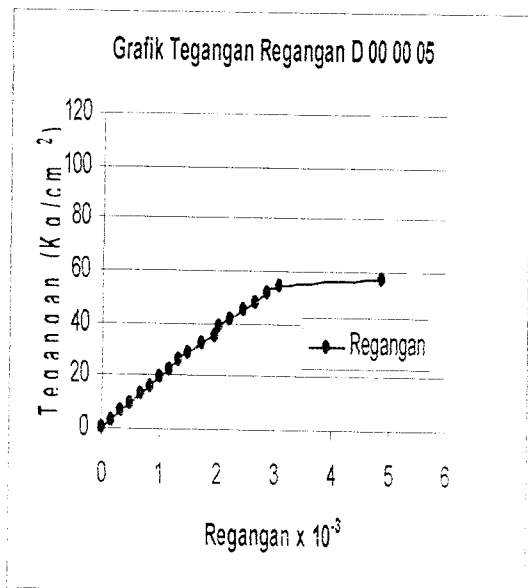
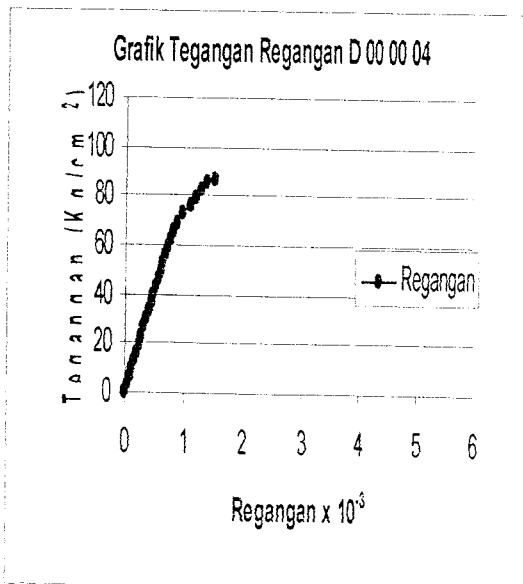
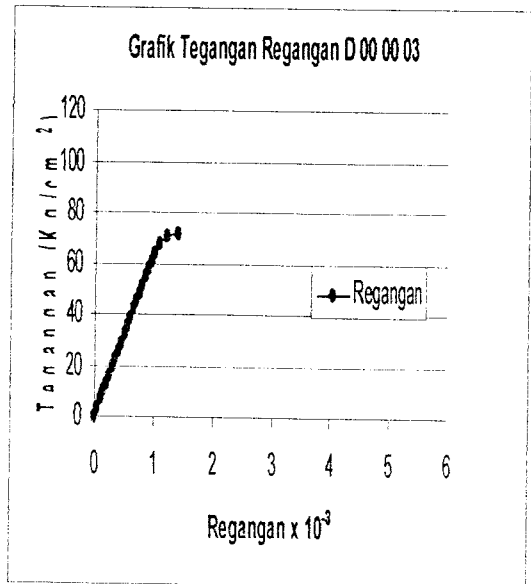
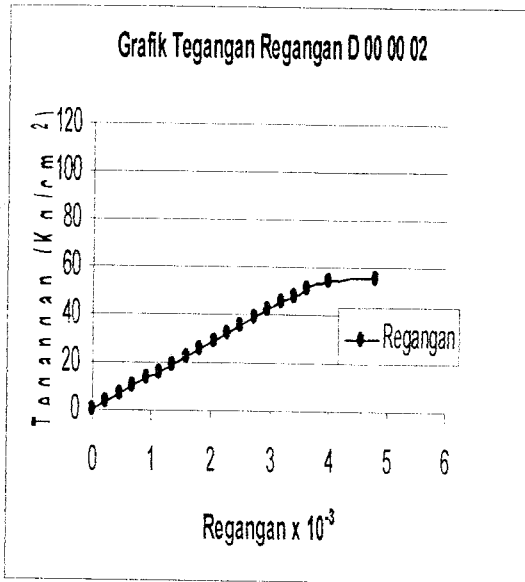
Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	10,19	9,426847662	10,51	0,122	208,33	2,47	0,00136
50	20,39	18,85369532	21,02	0,245	416,67	4,94	0,00518
75	30,58	28,28054299	31,52	0,367	625,00	7,41	0,01148
100	40,78	37,70739065	42,03	0,490	833,33	9,88	0,02024
125	50,97	47,13423831	52,54	0,612	1041,67	12,35	0,03148
150	61,17	56,56108597	63,05	0,735	1250,00	14,81	0,04518
175	71,36	65,98793363	73,55	0,857	1458,33	17,28	0,06135
200	81,56	75,4147813	84,06	0,979	1666,67	19,75	0,07999
225	91,75	84,84162896	94,57	1,102	1875,00	22,22	0,10110
250	101,95	94,26847662	105,08	1,224	2083,33	24,69	0,12468
275	112,14	103,6953243	115,59	1,347	2291,67	27,16	0,15073
300	122,34	113,1221719	126,09	1,469	2500,00	29,63	0,17924
325	132,53	122,5490196	136,60	1,592	2708,33	32,10	0,21023
350	152,46	144,9826546	158,76	1,935	2916,67	34,57	0,24391
351	160,46	156,9826546	173,76	2,115	2925,00	34,67	0,27870
325	180,46	182,9826546	207,76	2,475	2708,33	32,10	0,31245
300	230,46	277,9826546	310,76	4,109	2500,00	29,63	0,34494
292,5	469,46	591,9826546	681,76	8,760	2437,50	28,89	0,37885
292,5	571,46	735,9826546	838,76	11,043	2437,50	28,89	0,41003
292,5	801,46	1019,982655	1160,76	15,248	2437,50	28,89	0,44312
290	903,46	1143,982655	1190,76	17,868	2416,67	28,64	0,47450
280	998,46	1286,982655		29,876	2333,33	27,65	0,51466
280	1153,46	1369,982655		31,151	2333,33	27,65	0,54359

Nama Sampel = L 08 04 05

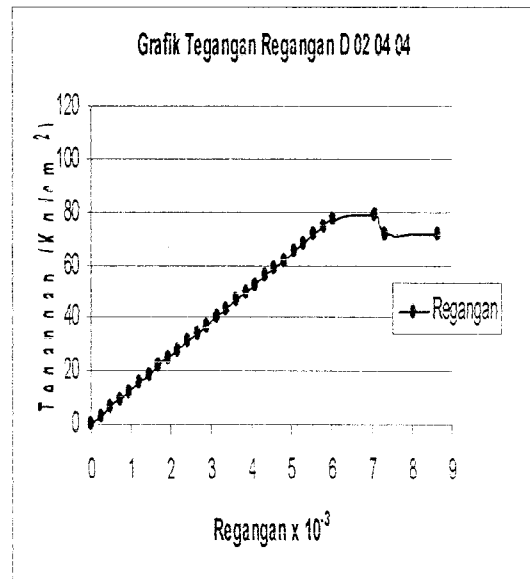
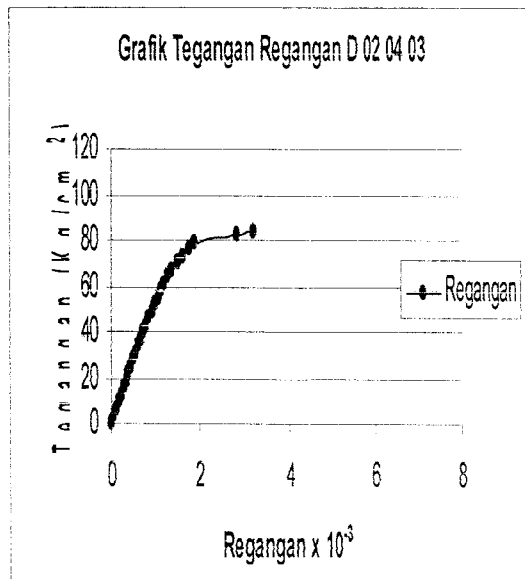
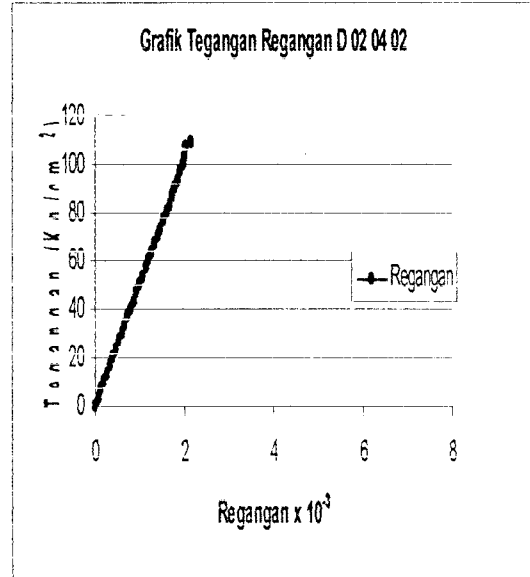
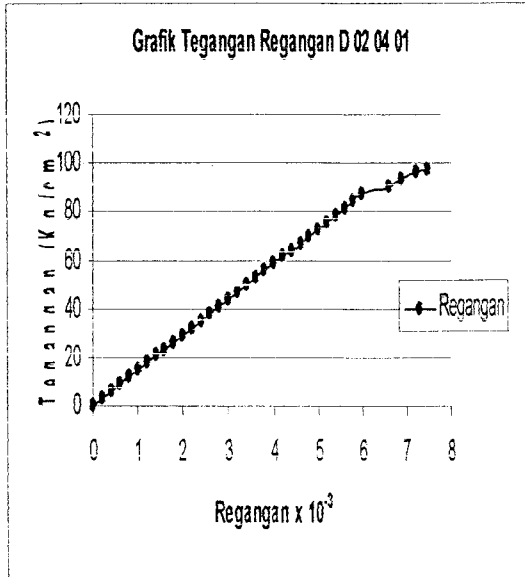
Beban (kg)	Pembacaan			$\Phi$ (1/cm)	Momen (1/6).P.L kg.cm	Teg/Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Energi
	Dial 1	Dial 2	Dial 3				
0	0,00	0	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
25	8,71	46,032	39,76	0,977	208,33	2,48	0,00222
50	17,41	92,0641	79,53	1,953	416,67	4,95	0,00691
75	26,12	138,096	119,29	2,930	625,00	7,43	0,01408
100	34,83	184,128	159,06	3,907	833,33	9,91	0,02372
125	43,53	230,16	198,82	4,884	1041,67	12,38	0,03584
150	52,24	276,192	238,59	5,860	1250,00	14,86	0,05044
175	60,95	322,224	278,35	6,837	1458,33	17,34	0,06752
200	69,65	368,256	318,12	7,814	1666,67	19,81	0,08707
225	78,36	414,288	357,88	8,791	1875,00	22,29	0,10910
250	117,55	460,32	397,65	9,548	2083,33	24,77	0,13338
275	131,55	506,352	437,41	10,486	2291,67	27,24	0,16033

300	149,55	552,384	477,18	11,396	2500,00	29,72	0,18972
325	178,55	598,416	516,94	12,227	2708,33	32,20	0,22151
350	216,55	644,449	556,70	12,993	2916,67	34,67	0,25571
375	247,55	690,481	596,47	13,809	3125,00	37,15	0,29244
392,5	317,55	779,765	701,32	15,121	3270,83	38,88	0,33177
375	475,55	999,765	977,32	18,333	3125,00	37,15	0,37299
360	551,55	1130,77	1135,32	20,421	3000,00	35,66	0,41149
360	623,55	1215,77	1175,32	22,062	3000,00	35,66	0,44880
350	687,55	1323,77	1206,32	24,489	2916,67	34,67	0,48639
340	748,55	1414,77	1229,32	26,505	2833,33	33,68	0,52259
337,5	782,55	1440,77	1234,32	26,973	2812,50	33,44	0,55661
327,5	895,55	1611,77		39,971	2729,17	32,44	0,60255
325	329,5514924	1611,77		44,046	2708,33	32,20	0,63895
310	1057,551492	1827,77		45,025	2583,33	30,71	0,67138

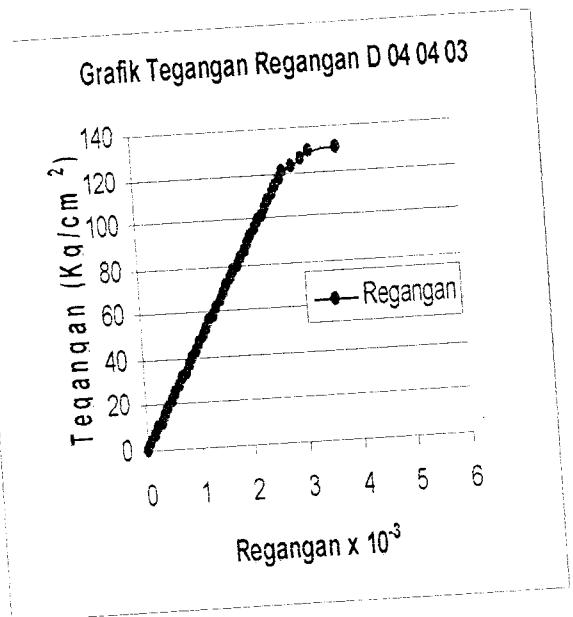
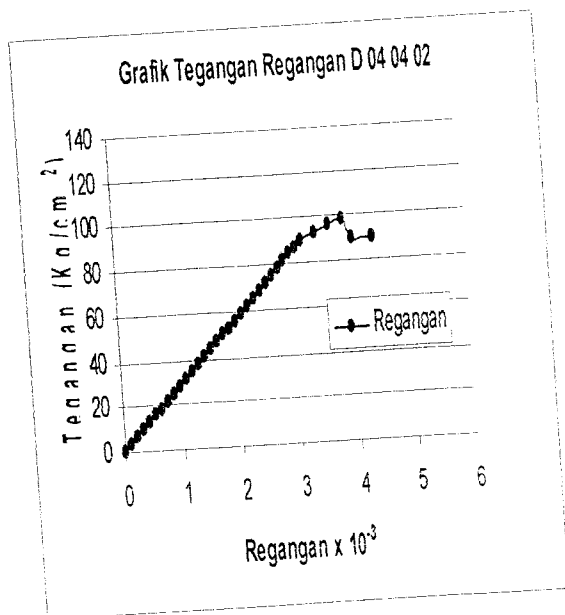
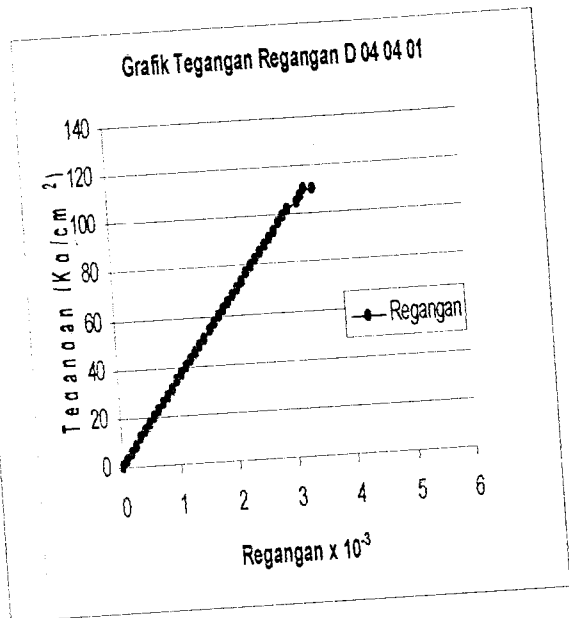
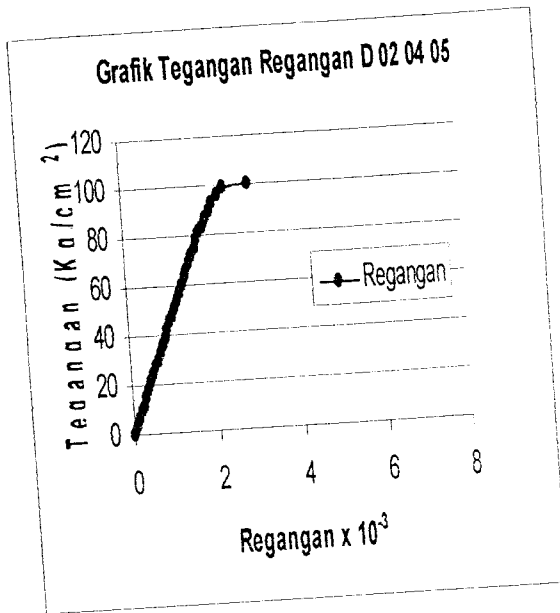
**Gambar Grafik Regangan-Tegangan**



**Gambar Grafik Regangan-Tegangan**

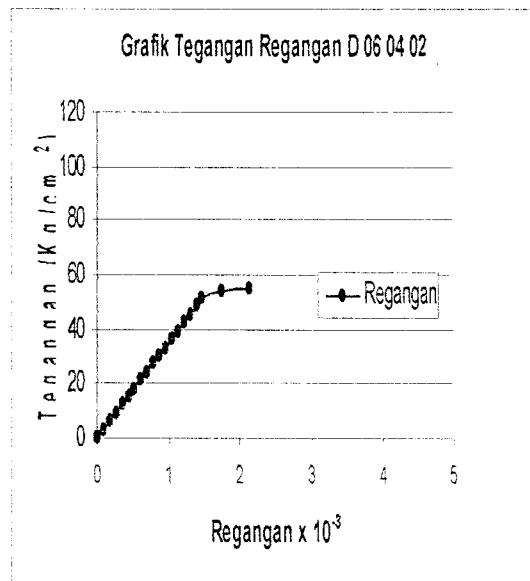
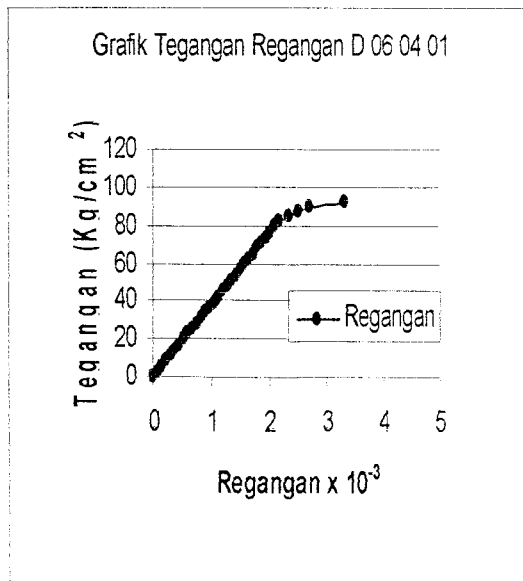
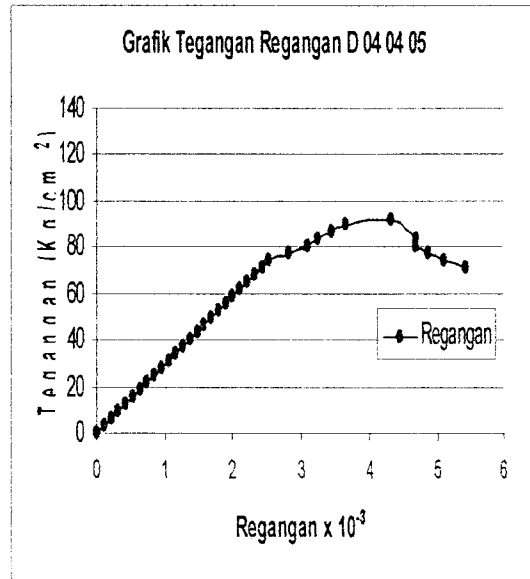
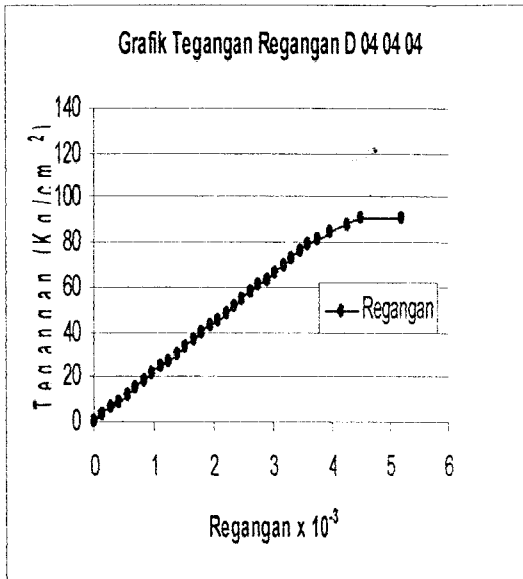


**Gambar Grafik Regangan-Tegangan**

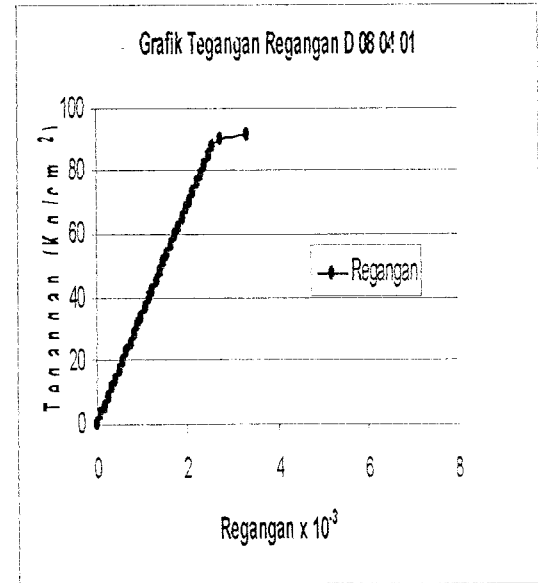
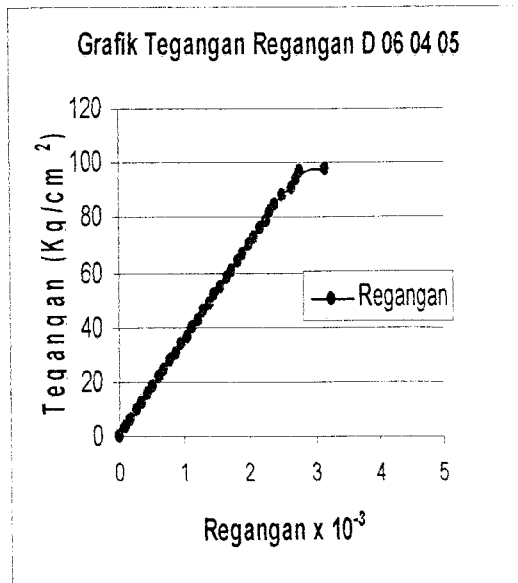
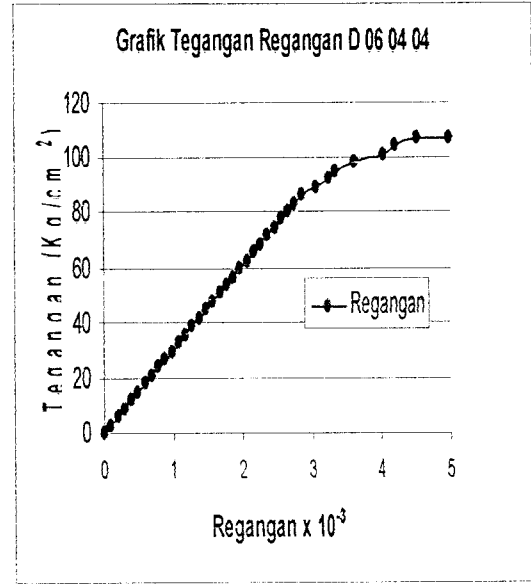
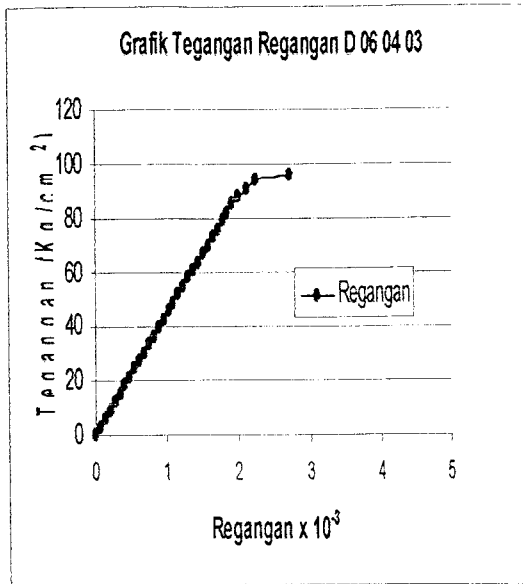




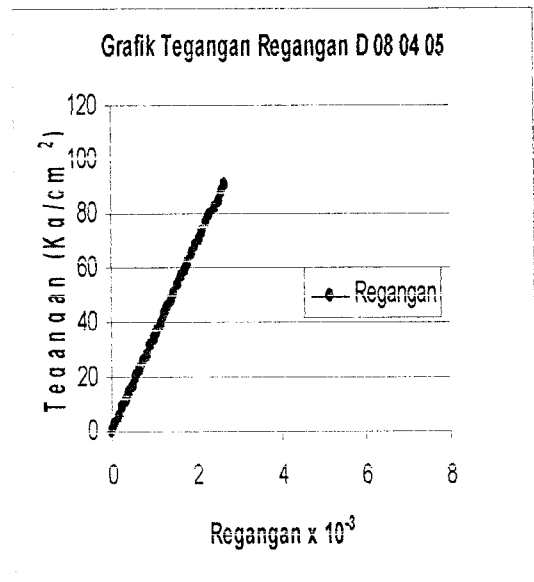
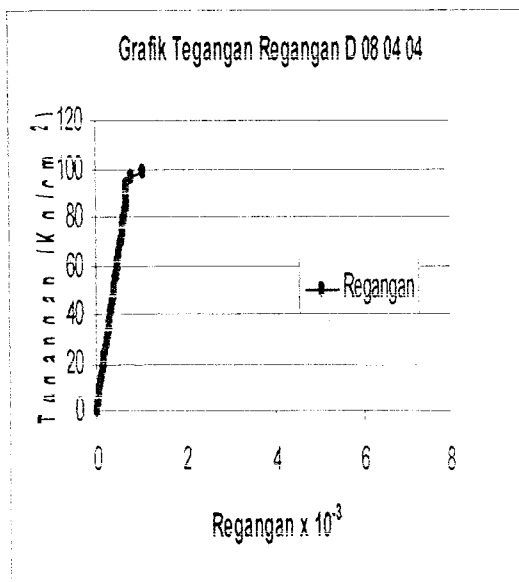
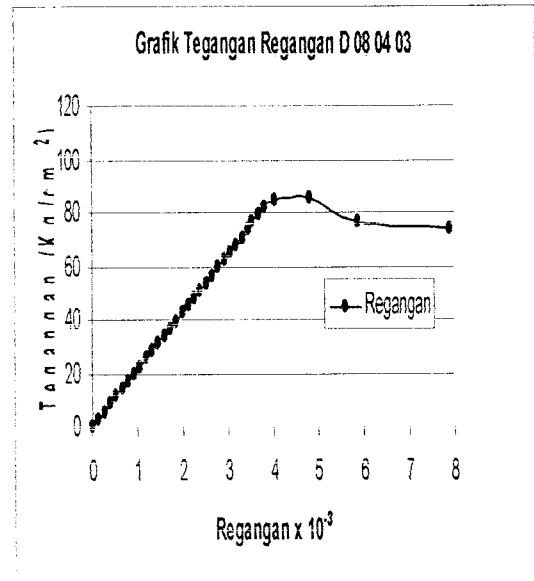
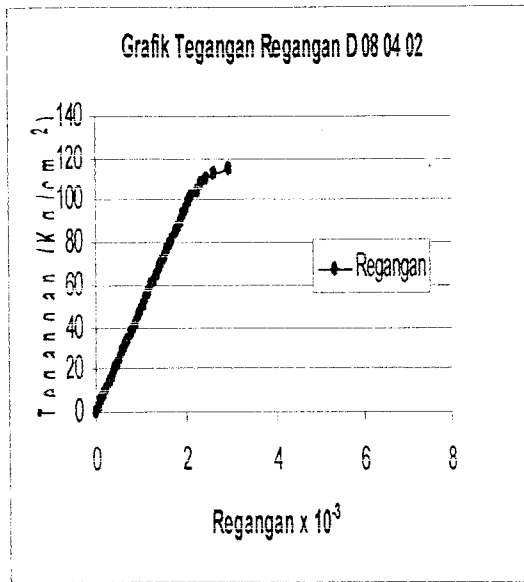
**Gambar Grafik Regangan-Tegangan**



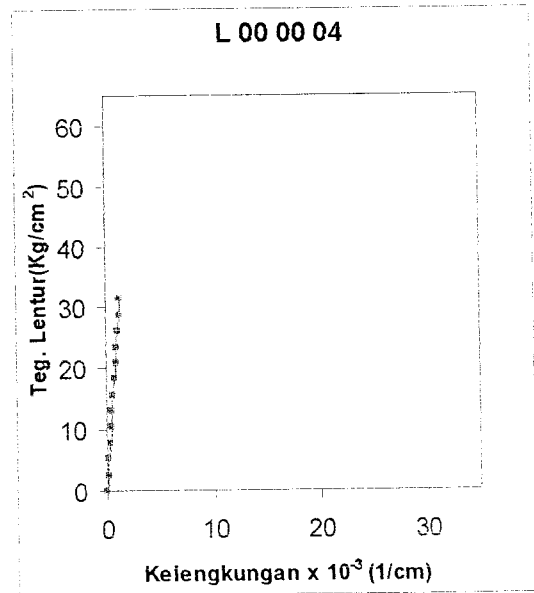
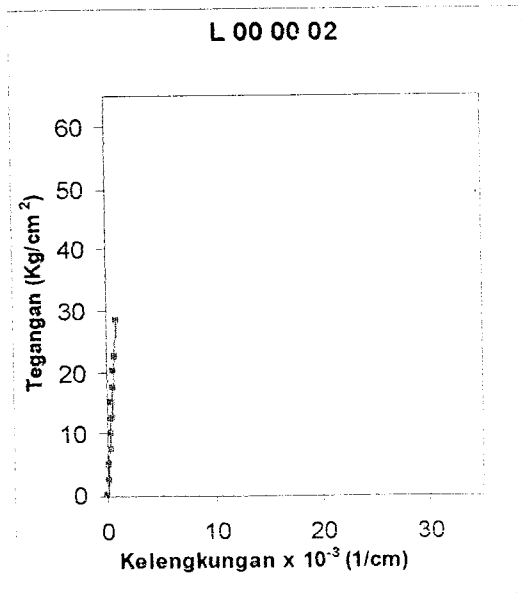
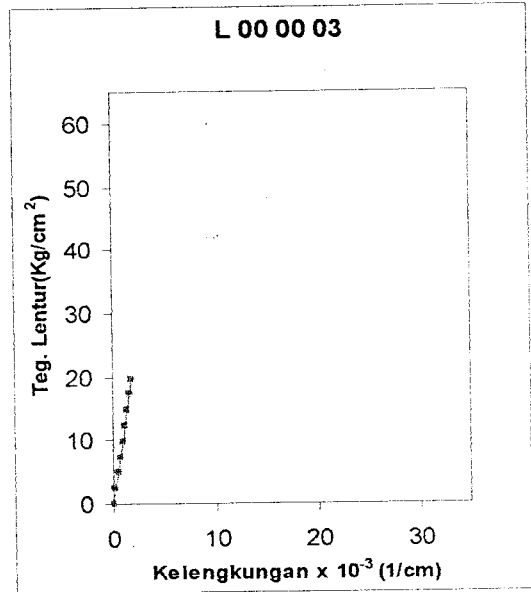
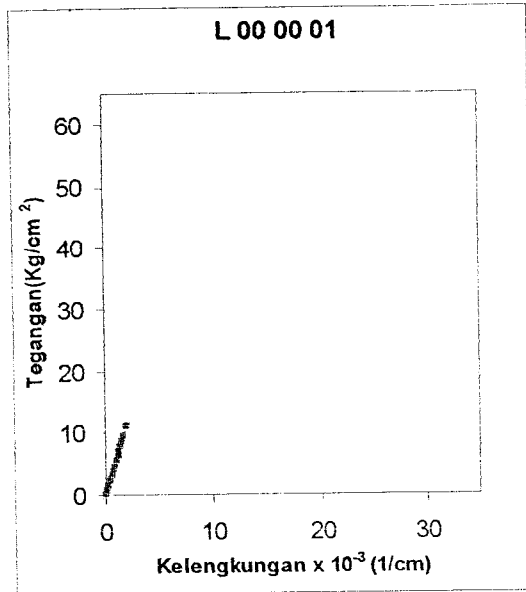
**Gambar Grafik Regangan-Tegangan**



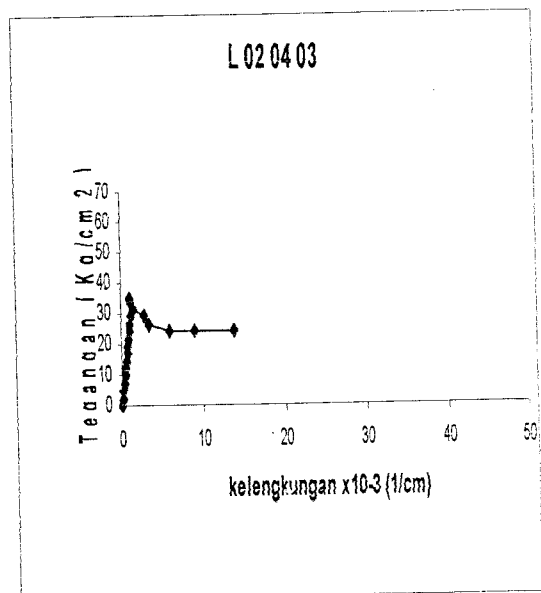
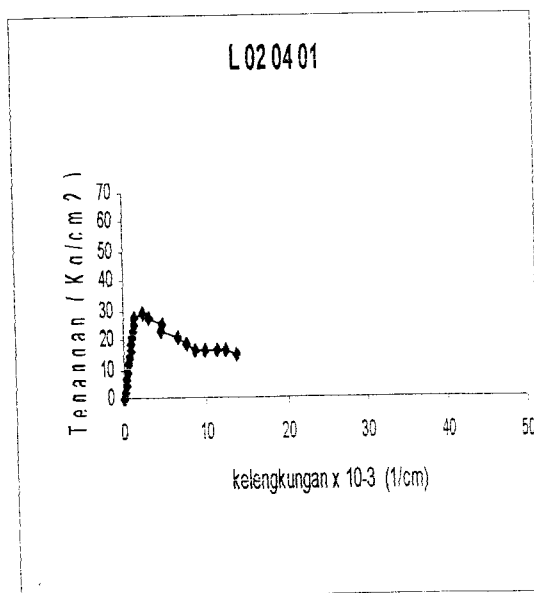
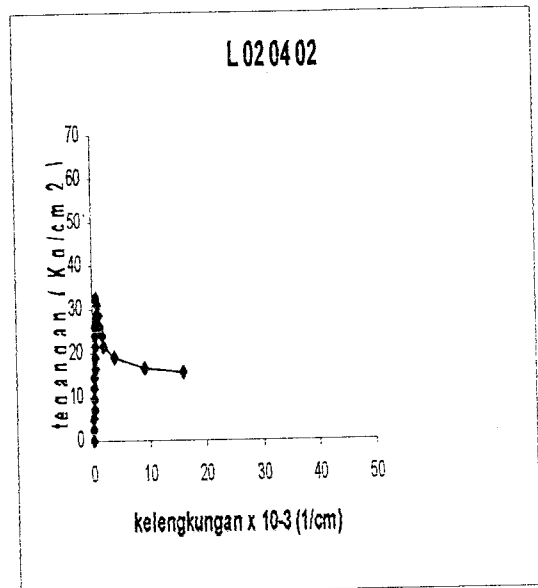
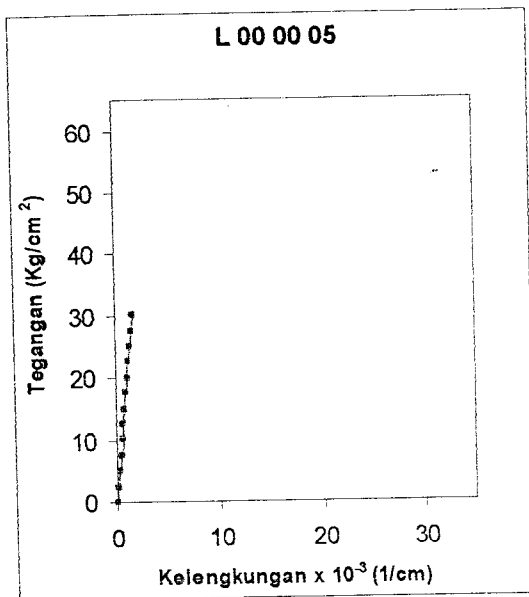
**Gambar Grafik Regangan-Tegangan**



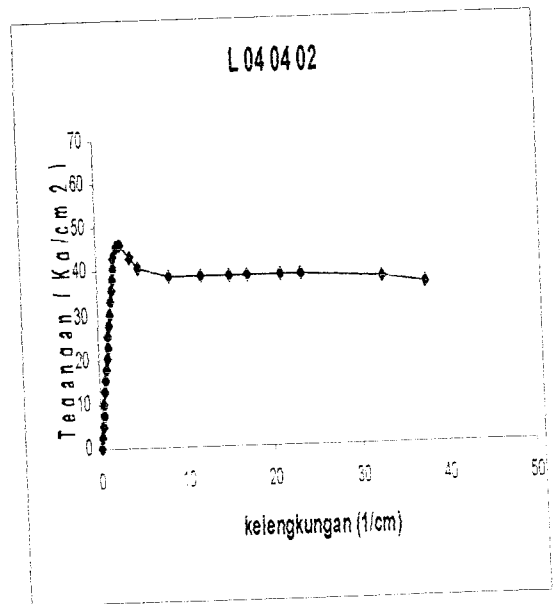
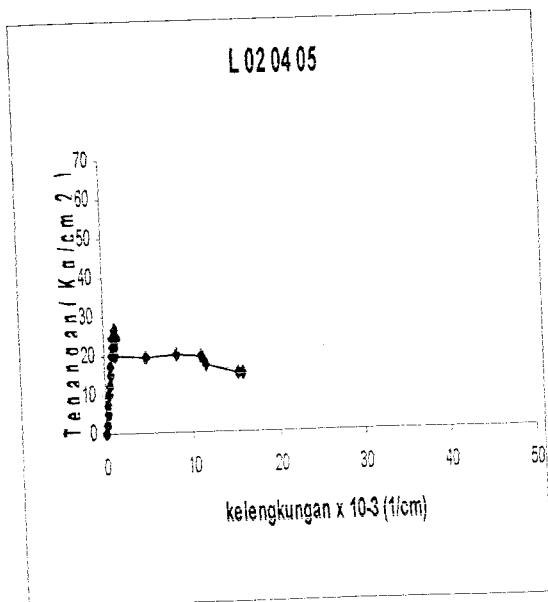
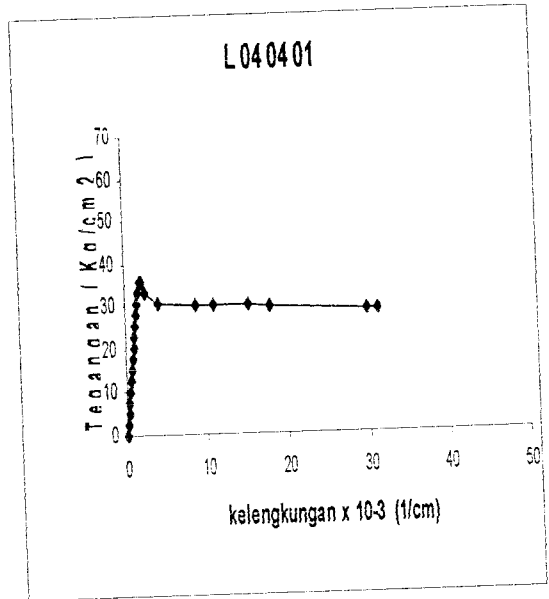
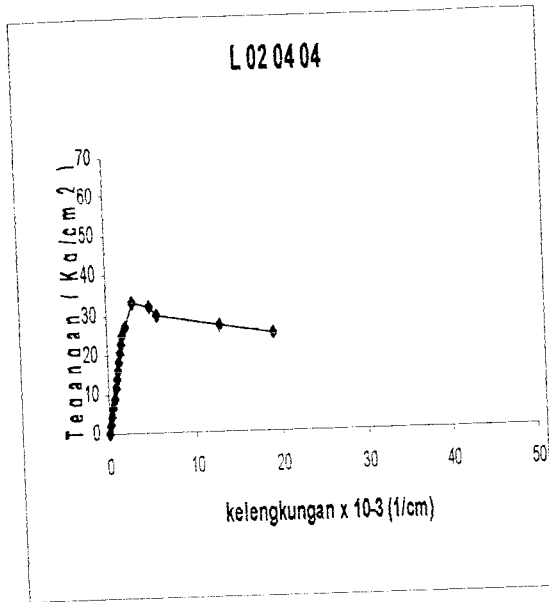
**Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan Lentur**



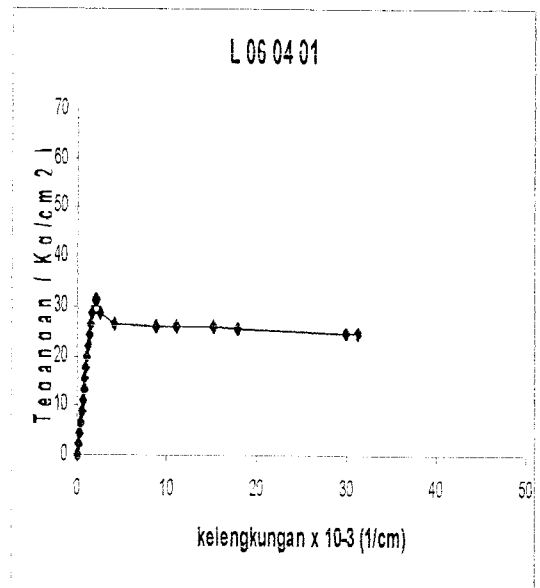
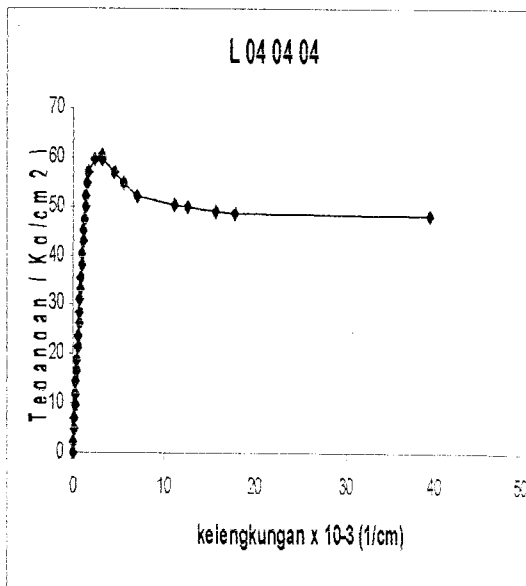
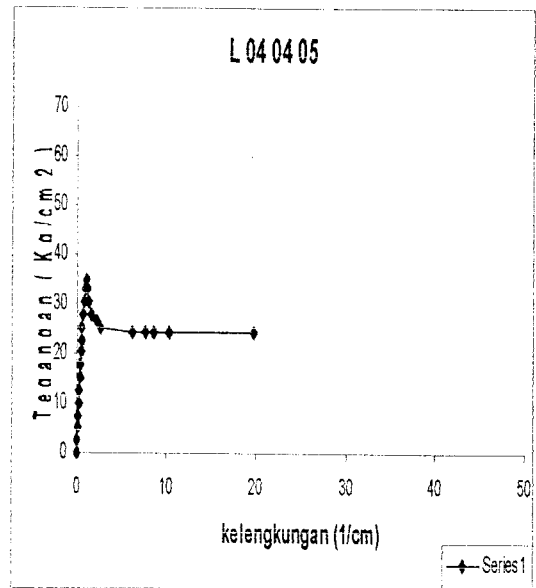
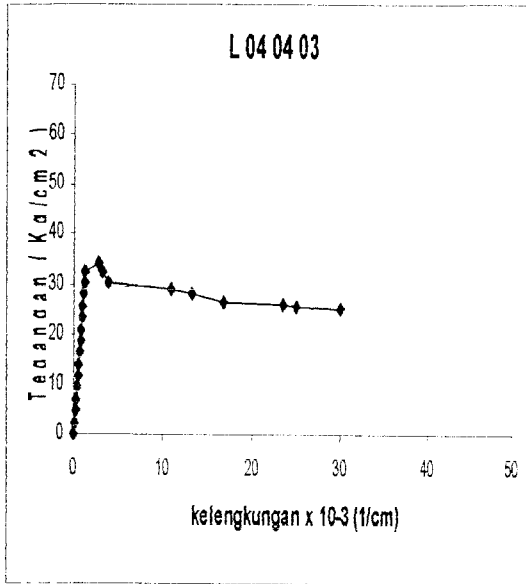
**Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan Lentur**



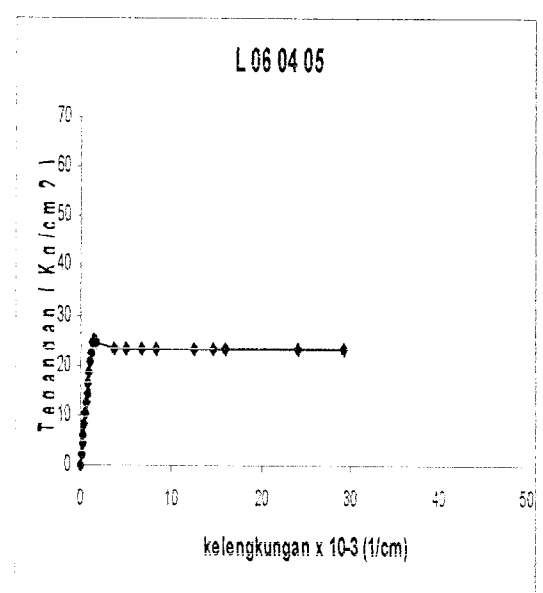
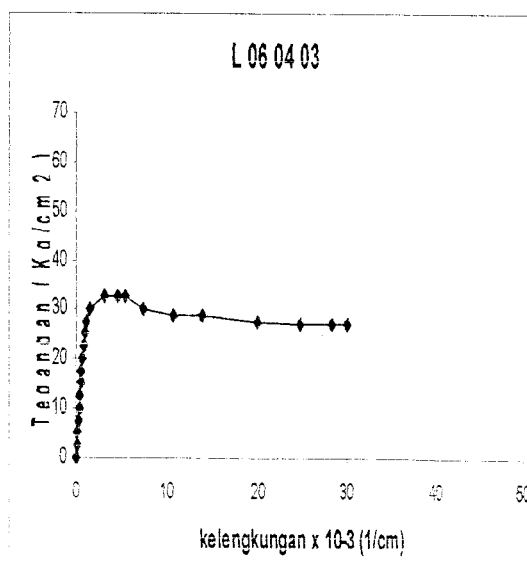
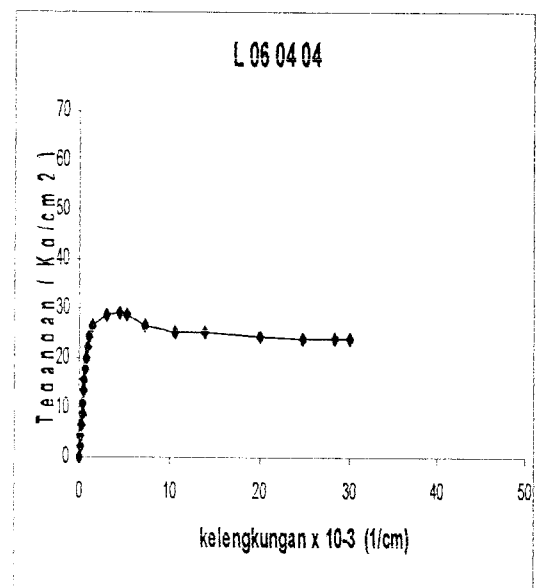
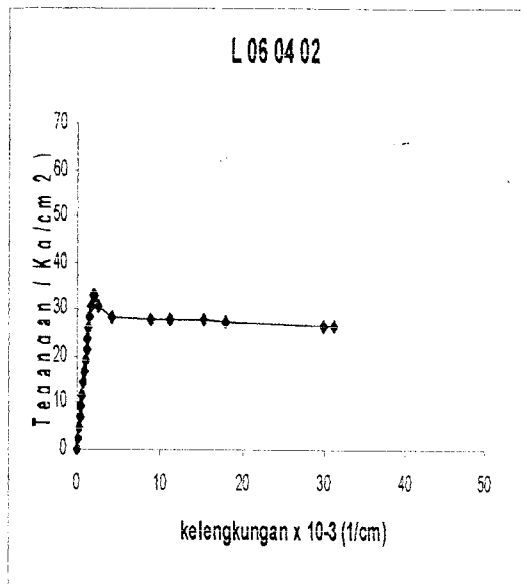
**Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan  
Lentur**



**Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan  
Lentur**

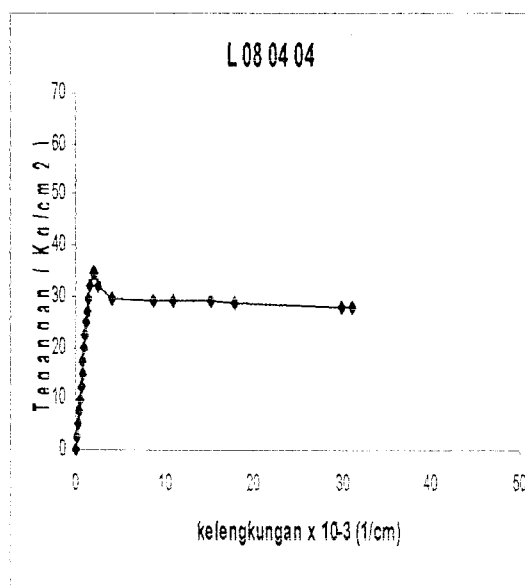
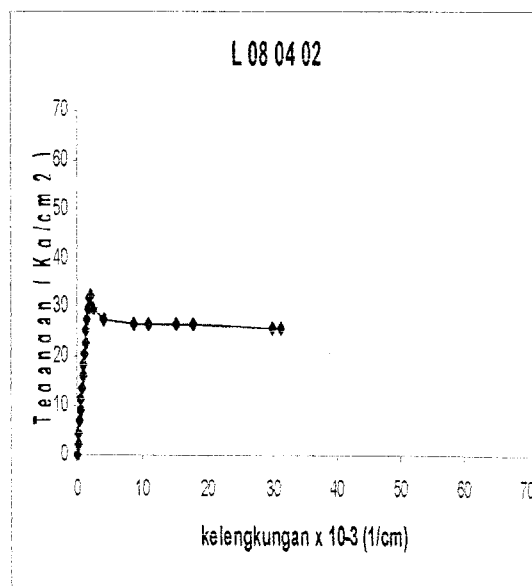
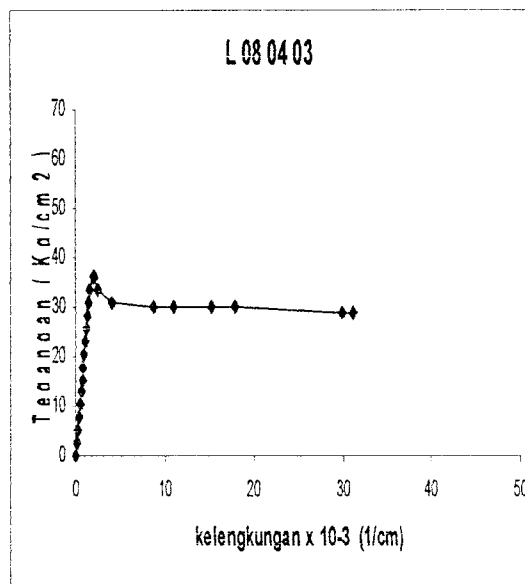
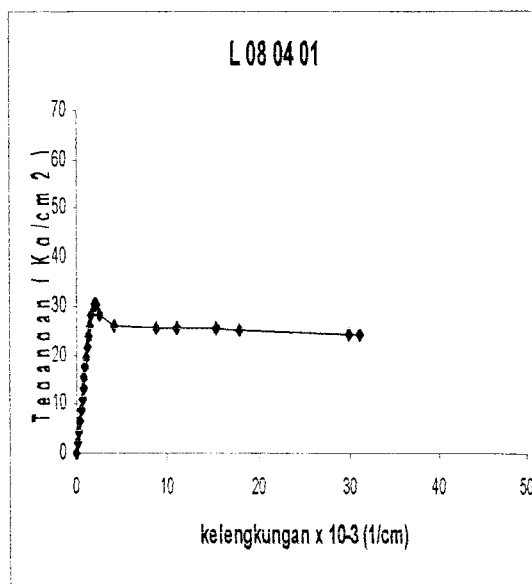


**Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan  
Lentur**





### Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan Lentur



Perhitungan Kebutuhan Material Sample :

1. Material Penyusun Sample

a. Semen

Merk : Semen Nusantara 40 kg

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

b. Pasir

Asal : Gunung Merapi Kaliurang

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 = perbandingan berat bendrat terhadap berat total campuran (semen+pasir+air).*

2. Perhitungan

Hitungan Rencana

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

Persentase kawat bendrat = 0%

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

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

Sama dengan;

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

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

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

$$0,003069 \cdot x = 0.0075 \text{ m}^3$$

$$x = 2,44$$

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 sample yang akan diujikan, maka pencampuran harus homogen, sehingga dilakukan pencampuran untuk 5 sample.

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

Volume Cetakan Lentur = 0.0078 m<sup>3</sup>

Persentase kawat bendrat = 0%

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

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

Sama dengan;

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

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

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

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

$$x = 2,54$$

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 sample yang akan diujikan, maka pencampuran harus homogen, sehingga dilakukan pencampuran untuk 5 sample.

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 = 1, 4, 7, dan 10 cm

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

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

Sama dengan;

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

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

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

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

$$x = 2,416$$

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 sample yang akan diujikan, maka pencampuran harus homogen, sehingga dilakukan pencampuran untuk 5 sample.

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 m<sup>3</sup>

Persentase kawat bendrat = 4%

Panjang = 1, 4, 7 dan 10 cm

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

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

Sama dengan;

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

$$\frac{1}{3150} + \frac{5}{2700} + \frac{0.9}{1000} + \frac{0.276}{7860} = 0.0078 \text{ m}^3$$

$$(0.00032 + 0.00185 + 0.0009 + 0.000035) \cdot x = 0.0078 \text{ m}^3$$

$$0,003105 \cdot x = 0.0078 \text{ m}^3$$

$$x = 2,512$$

Harga material sample per variasi berat :

0 %

Nama Material	Harga Satuan	Jumlah	berat (kg)	SF 5%	harga
Bahan :					
Semen	29500	0.064143036	2.443544217	2.565721427	Rp 1,892.-
Pasir	100000	0.003167557	12.21772108	12.82860714	Rp 317.-
Air			2.199189795	2.309149285	Rp 0.-
Bendrat	8000	0	0	0	Rp 0.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 2,209.-</b>

2 %

Nama Material	Harga Satuan	Jumlah	berat (kg)	SF 5%	harga
Bahan :					
Semen	29500	0.063777746	2.429628415	2.551109836	Rp 1,881.-
Pasir	100000	0.003149518	12.14814207	12.75554918	Rp 315.-
Air			2.186665573	2.295998852	Rp 0.-
Bendrat	8000	0.335288721	0.335288721	0.352053157	Rp 2,682.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 4,879.-</b>

4 %

Nama Material	Harga Satuan	Jumlah	berat (kg)	SF 5%	harga
Bahan :					
Semen	29500	0.063416593	2.415870215	2.536663726	Rp 1,871.-
Pasir	100000	0.003131684	12.07935107	12.68331863	Rp 313.-
Air			2.174283193	2.282997353	Rp 0.-
Bendrat	8000	0.666780179	0.666780179	0.700119188	Rp 5,334.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 7,518.-</b>

Sehingga kebutuhan material untuk 1 buah cetakan =

$$\begin{array}{l} \text{Semen} \quad : \quad \text{Pasir} \quad : \quad \text{Air} \quad : \quad \text{Bendrat} \\ (1 \times 2,512) \quad : \quad (5 \times 2,512) \quad : \quad (0,9 \times 2,512) \quad : \quad (0,276 \times 2,512) \\ 2,512 \text{ Kg} \quad : \quad 12,563 \text{ Kg} \quad : \quad 2,261 \text{ Kg} \quad : \quad 0,693 \text{ Kg} \end{array}$$

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

Sehingga kebutuhan material untuk 5 buah cetakan =

$$\begin{array}{l} \text{Semen} \quad : \quad \text{Pasir} \quad : \quad \text{Air} \quad : \quad \text{Bendrat} \\ (2,512 \times 5) \quad : \quad (12,563 \times 5) \quad : \quad (2,261 \times 5) \quad : \quad (0,693 \times 5) \\ 12,56 \text{ Kg} \quad : \quad 62,815 \text{ Kg} \quad : \quad 11,305 \text{ Kg} \quad : \quad 3,465 \text{ Kg} \end{array}$$



6 %

Nama Material	Harga Satuan	Jumlah	berat (kg)	SF 5%	harga
Bahan :					
Semen	29500	0.063059508	2.402266954	2.522380301	Rp 1,860.-
Pasir	100000	0.00311405	12.01133477	12.61190151	Rp 311.-
Air			2.162040258	2.270142271	Rp 0.-
Bendrat	8000	0.994538519	0.994538519	1.044265445	Rp 7,956.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 10,128.-</b>

8 %

Nama Material	Harga Satuan	Jumlah	berat (kg)	SF 5%	harga
Bahan :					
Semen	29500	0.062706421	2.388816029	2.508256831	Rp 1,850.-
Pasir	100000	0.003096613	11.94408015	12.54128415	Rp 310.-
Air			2.149934426	2.257431148	Rp 0.-
Bendrat	8000	1.318626448	1.318626448	1.38455777	Rp 10,549.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 12,709.-</b>

Harga material pembuatan sampel :

0 %

Nama Material	Harga Satuan	Jumlah	berat (kg)	SF 5%	harga
Bahan :					
Semen	29500	0.051314429	2.443544217	2.565721427	Rp 1,514.-
Pasir	100000	0.003167557	12.21772108	12.82860714	Rp 317.-
Air		0	2.199189795	2.309149285	Rp 0.-
Bendrat	8000	0	0	0	Rp 0.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 1,831.-</b>

2 %

Nama Material	Harga Satuan	Jumlah	berat (kg)	SF 5%	harga
Bahan :					
Semen	29500	0.051022197	2.429628415	2.551109836	Rp 1,505.-
Pasir	100000	0.003149518	12.14814207	12.75554918	Rp 315.-
Air		0	2.186665573	2.295998852	Rp 0.-
Bendrat	8000	0.335288721	0.335288721	0.352053157	Rp 2,682.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 4,502.-</b>

4 %

Nama Material	Harga Satuan	Jumlah	berat (kg)	SF 5%	harga
Bahan :					
Semen	29500	0.050733275	2.415870215	2.536663726	Rp 1,497.-
Pasir	100000	0.003131684	12.07935107	12.68331863	Rp 313.-
Air		0	2.174283193	2.282997353	Rp 0.-
Bendrat	8000	0.666780179	0.666780179	0.700119188	Rp 5,334.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 7,144.-</b>

6 %

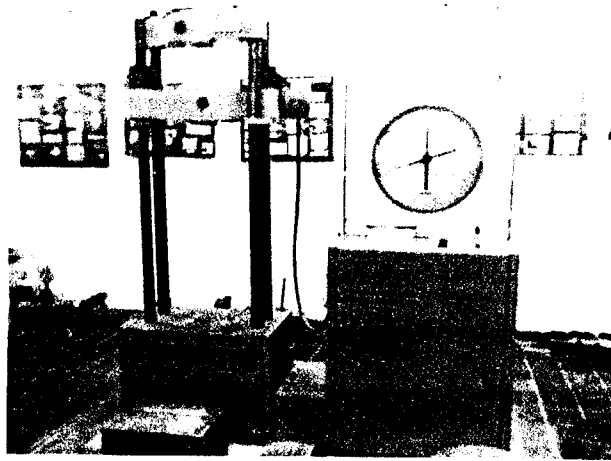
<b>Nama Material</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>berat (kg)</b>	<b>SF 5%</b>	<b>harga</b>
Bahan :					
Semen	29500	0.050447606	2.402266954	2.522380301	Rp 1,488.-
Pasir	100000	0.00311405	12.01133477	12.61190151	Rp 311.-
Air		0	2.162040258	2.270142271	Rp 0.-
Bendrat	8000	0.994538519	0.994538519	1.044265445	Rp 7,956.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 9,756.-</b>

8 %

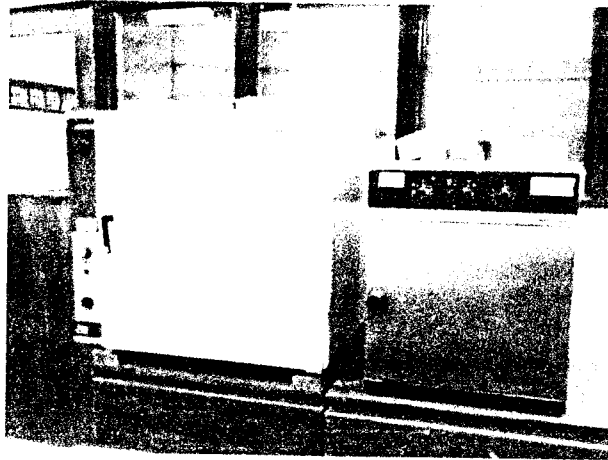
<b>Nama Material</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>berat (kg)</b>	<b>SF 5%</b>	<b>harga</b>
Bahan :					
Semen	29500	0.050165137	2.388816029	2.508256831	Rp 1,480.-
Pasir	100000	0.003096613	11.94408015	12.54128415	Rp 310.-
Air		0	2.149934426	2.257431148	Rp 0.-
Bendrat	8000	1.318626448	1.318626448	1.38455777	Rp 10,549.-
Upah					
Potong Bendrat		0	0		Rp 0.-
Pembuatan dinding		0	0		Rp 0.-
					<b>Rp 12,339.-</b>

# *Lampiran III*

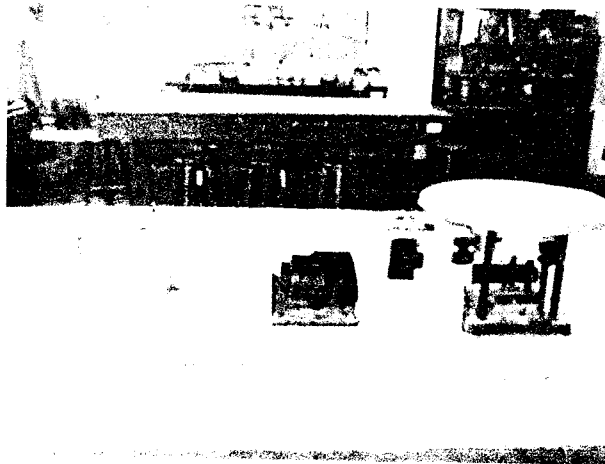
*Dokumentasi Penelitian*



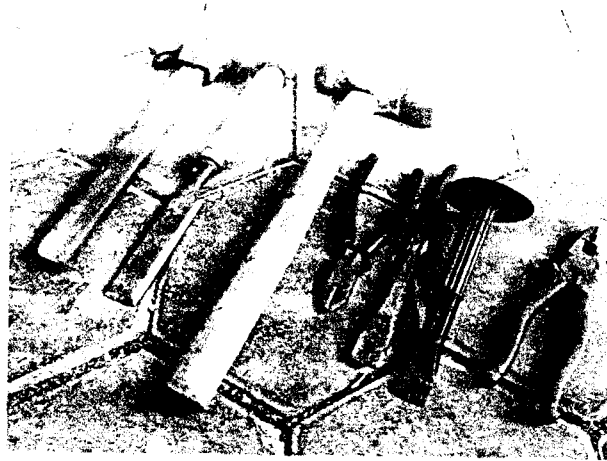
**Gambar 1.** Alat Uji *Universal Testing Material (UTM)*  
Merk SIMATZU type 39



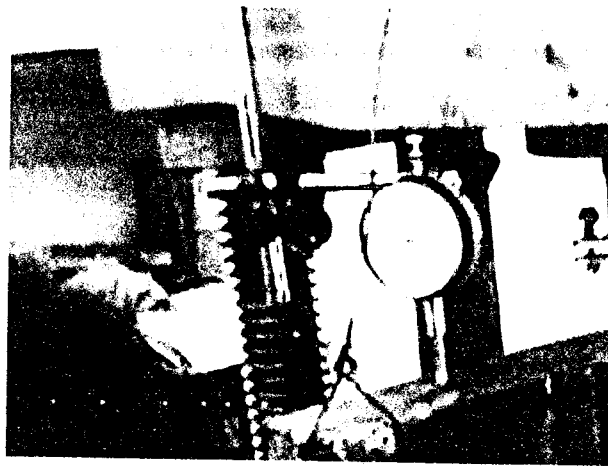
**Gambar 2.** Oven



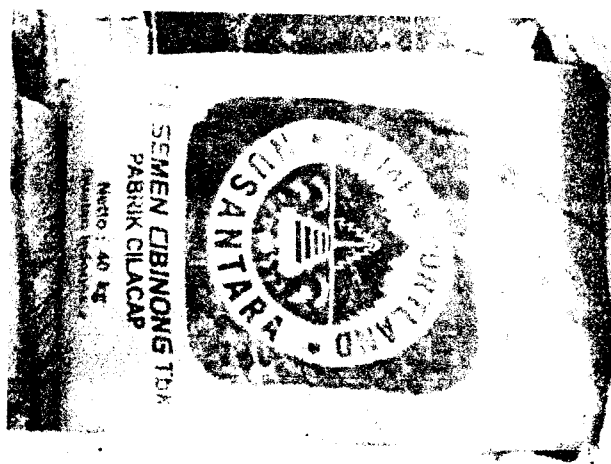
**Gambar 3.** Neraca/Timbangan Merk O'house



Gambar 4. Alat Potong Kawat Bendrat



Gambar 5. Dial Gauge



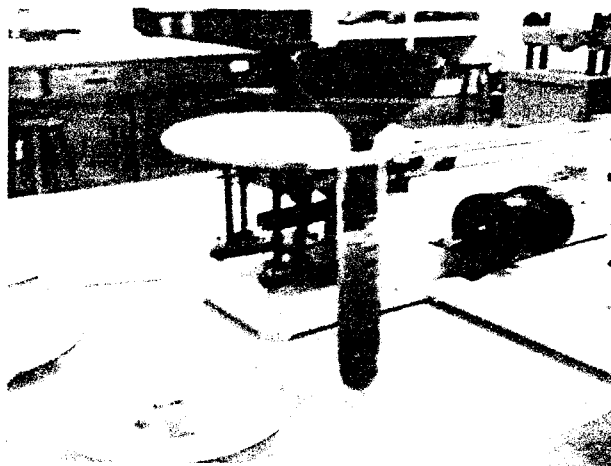
Gambar 6. Semen Portland



**Gambar 7. Pasir**



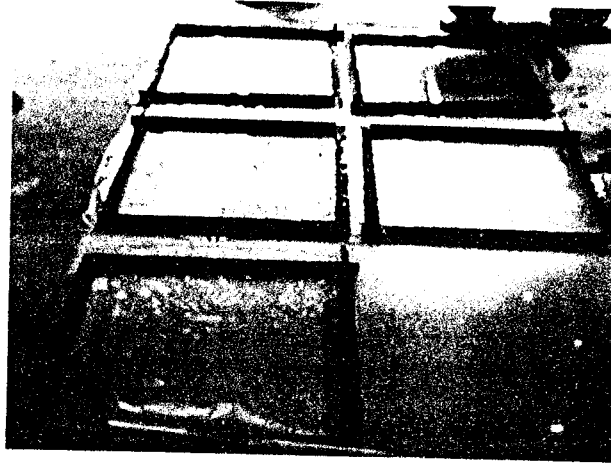
**Gambar 8. Pemotongan Serat Bendrat**



**Gambar 9. Pengujian Kandungan Lumpur**



**Gambar 10.** Persiapan Bahan Campuran



**Gambar 11.** Persiapan Bekisting



**Gambar 12.** Pencampuran Material Dinding Serat Bendrat





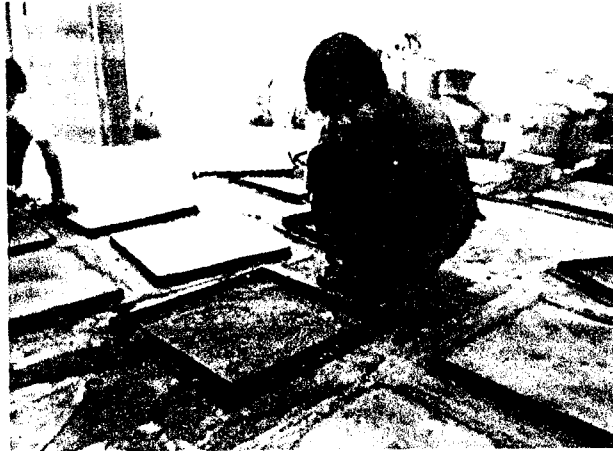
**Gambar 13.** Pengukuran Nilai Slump



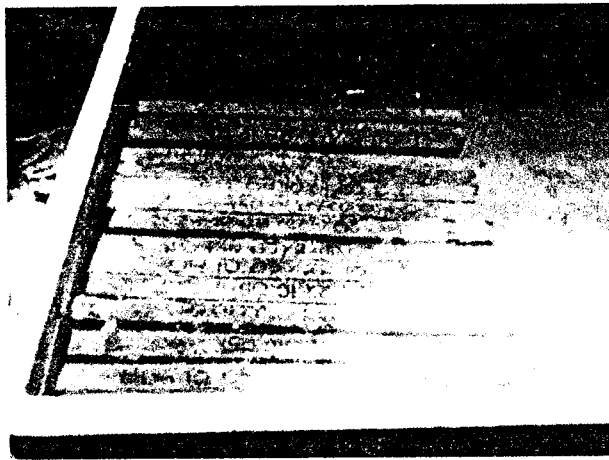
**Gambar 14.** Penuangan Mortar



**Gambar 15.** Penuangan Sampel pada Bekisting



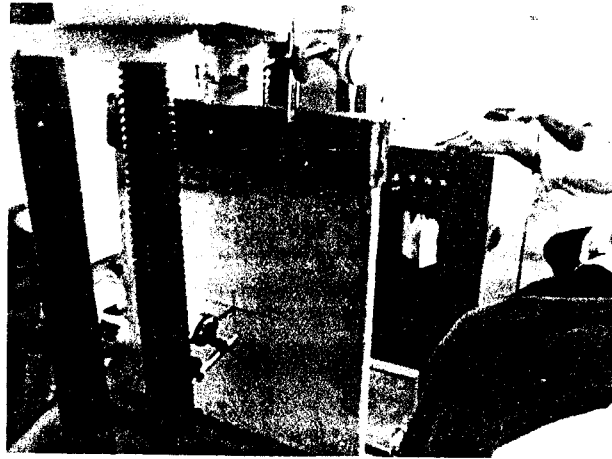
**Gambar 16.** Pelepasan Bekisting Sampel



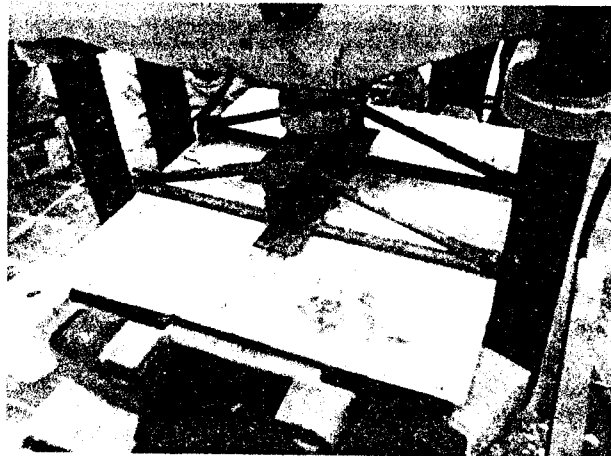
**Gambar 17.** Perawatan Sampel



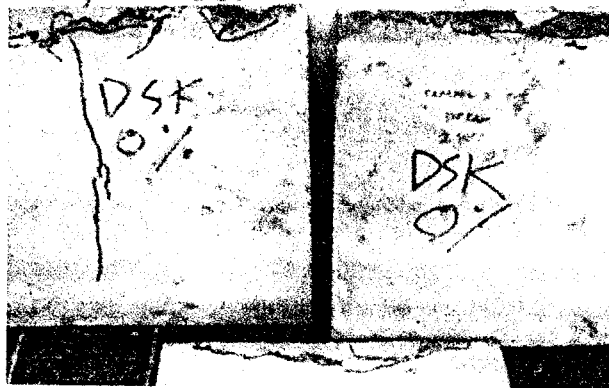
**Gambar 18.** Penimbangan Berat Sampel



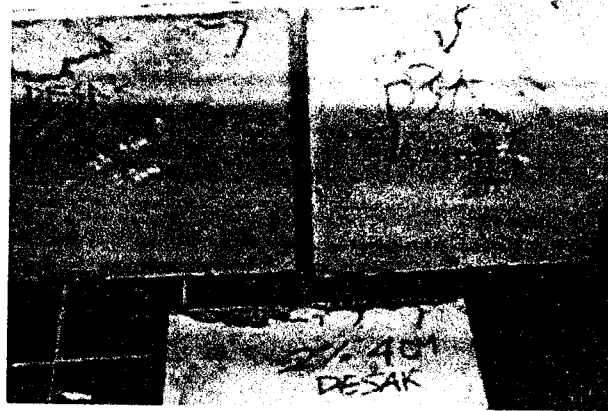
Gambar 19. Pengujian Desak/ Tekuk



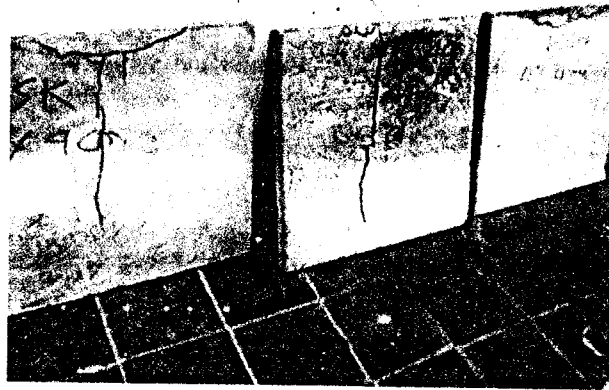
Gambar 20. Pengujian Kuat Lentur



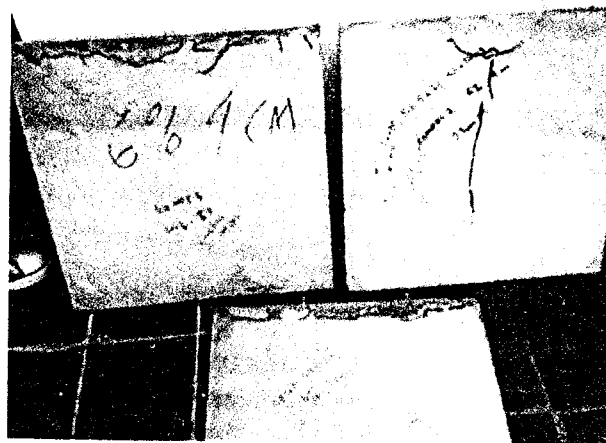
Gambar 21. Sampel Uji Tekuk D 00 04



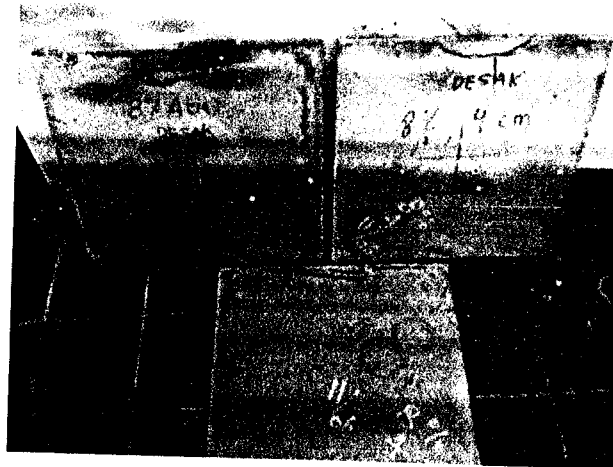
Gambar 22. Sampel Uji Tekuk D 02 04



Gambar 23. Sampel Uji Tekuk D 04 04



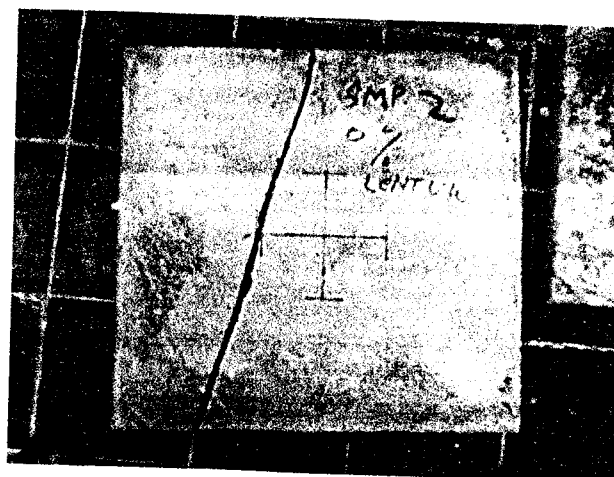
Gambar 24. Sampel Uji Tekuk D 06 04



Gambar 25. Sampel Uji Tekuk D 08 04



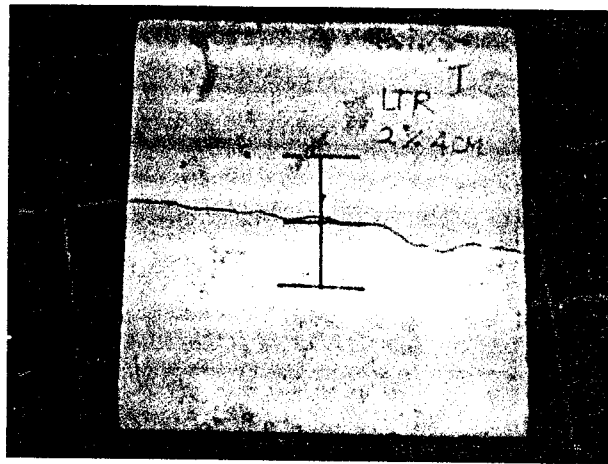
Gambar 26. Sampel Uji Lentur L 00 04 01



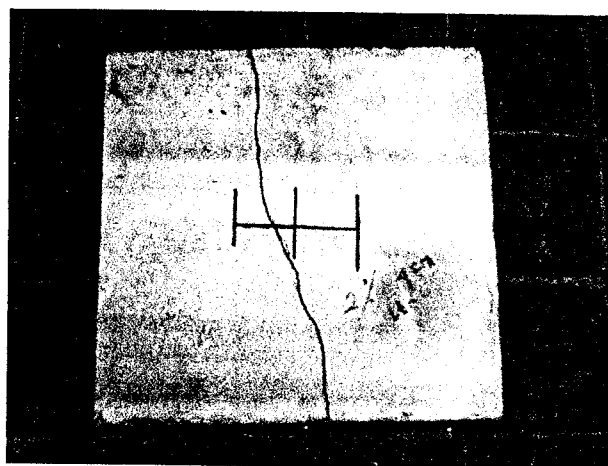
Gambar 27. Sampel Uji Lentur L 00 04 02



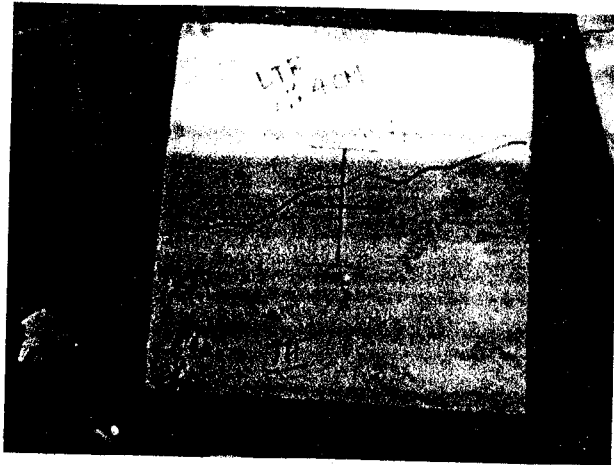
**Gambar 28.** Sampel Uji Lentur L 00 04 03



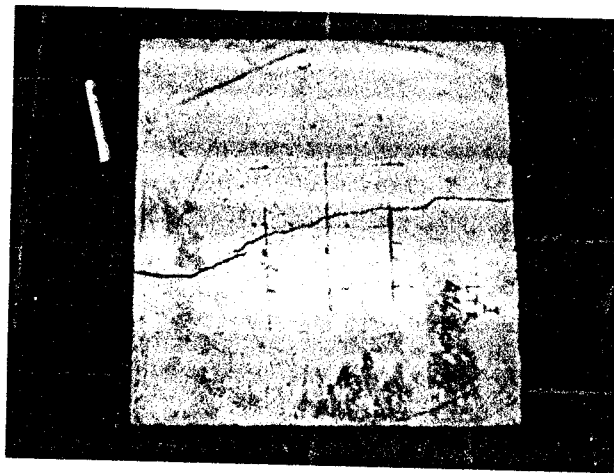
**Gambar 29.** Sampel Uji Lentur L 02 04 01



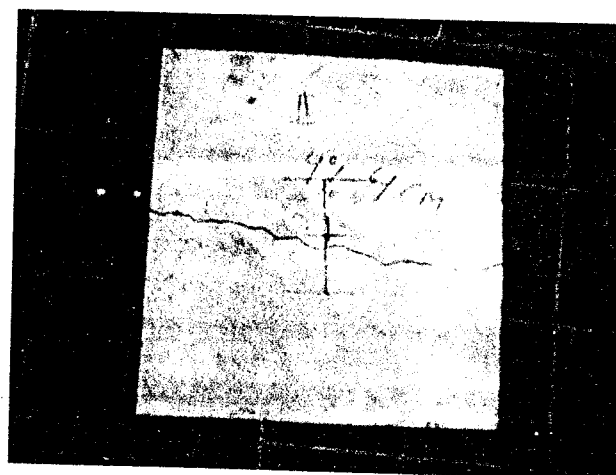
**Gambar 30.** Sampel Uji Lentur L 02 04 02



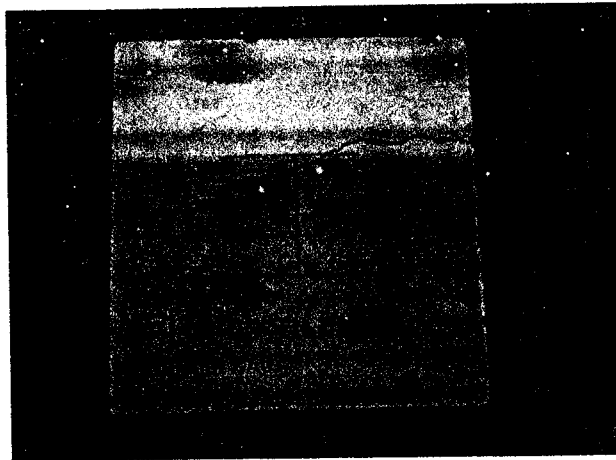
Gambar 31. Sampel Uji Lentur L 02 04 03



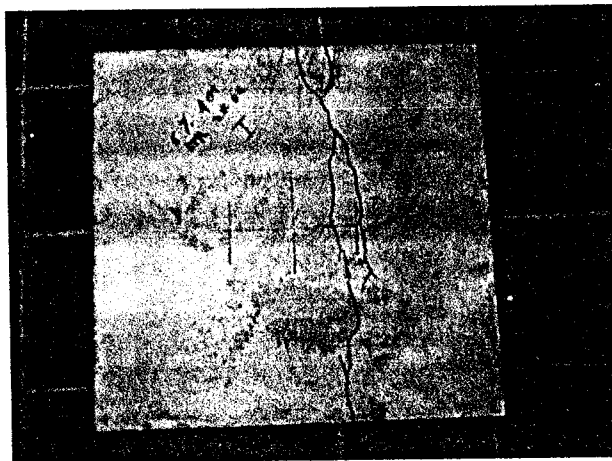
Gambar 32. Sampel Uji Lentur L 04 04 01



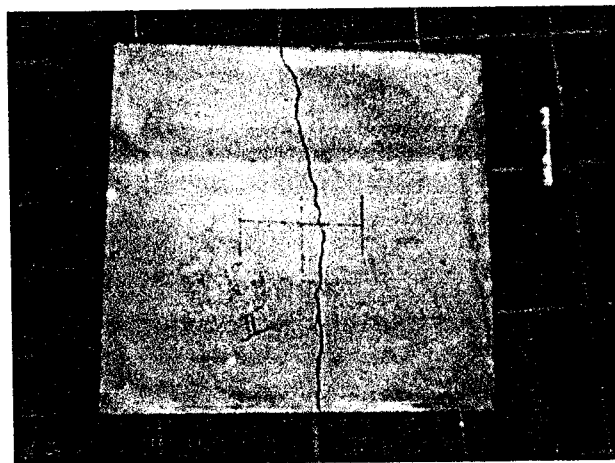
Gambar 33. Sampel Uji Lentur L 04 04 02



**Gambar 34.** Sampel Uji Lentur L 04 04 03

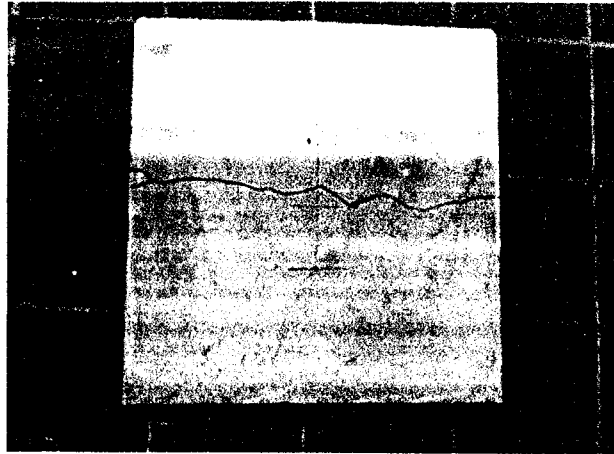


**Gambar 35.** Sampel Uji Lentur L 06 04 01

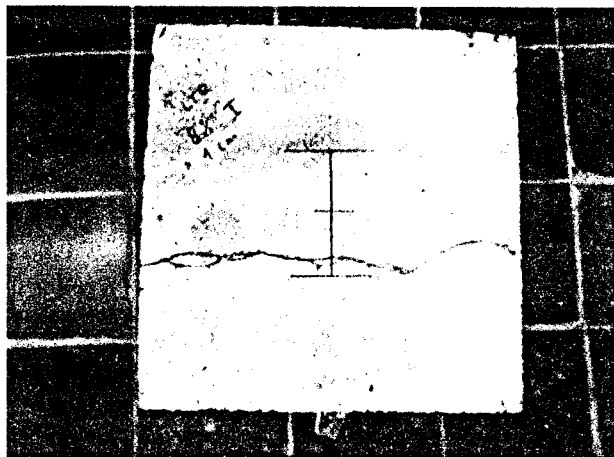


**Gambar 36.** Sampel Uji Lentur L 06 04 02





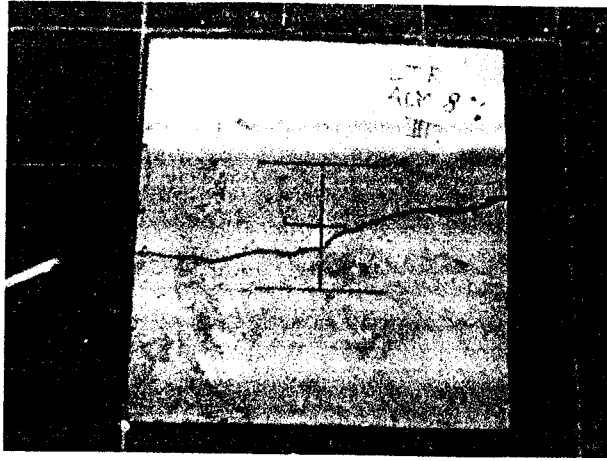
**Gambar 37.** Sampel Uji Lentur L 06 04 03



**Gambar 38.** Sampel Uji Lentur L 08 04 01



**Gambar 39.** Sampel Uji Lentur L 08 04 02



**Gambar 40.** Sampel Uji Lentur L 08 04 03