PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 26 Juni 2006
NO. JUDUL : 001975
NO. INV. : 512000019750 01
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT PADA SIFAT-SIFAT MEKANIS PANEL MORTAR

DIDAKA DI LEMBAT
TIDAK DIDAKA PULANG

Disusun oleh:

ADITYA KUSUMADINATA	**01 511 056**
FARHANUDDIN B	**01 511 138**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2006

PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT PADA SIFAT-SIFAT MEKANIS PANEL MORTAR

"INFLUENCE OF STEEL FIBER TO MECHANICAL PROPERTIES OF MORTAR PANELS"

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

Disusun oleh:

ADITYA KUSUMADINATA	01 511 056
FARHANUDDIN B	01 511 138

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

Ku persembahkan karya ini dengan sepenuh cinta
Yang pertama buat Allah Subhanahu wa Ta'ala, Sang pemilik Cinta yang memberikan kemudahan, inspirasi dan membelahkan ide-ide sehingga menggerakkan jasad, ruh dan akal ini untuk mencoba berkarya. Zat yang masih mengizinkan hamba yang dhaif ini mengecap hidayah yang diperantarakan manusia agung Muhammad SAW. Papa Sudimin dan Mama Dyah Supriyanti, yang telah medidik dan membesarkan diriku.....
Kakakku Anis dan Mas Oki atas semangatnya..... (ayo kapan married??? Gak sabar ni nunggu, ponaanku mana??? Buat Ece-ku Sayang..... Dengan sepenuh cinta dan kasih sayang, perhatian dan kasih sayangnya telah mengilhami saya untuk menjadi yang terbaik dan membagikan apa yang telah kami pelajari bersama..... ♥♥♥ love u forever.....
And Thanks to also : Semua Keluarga Besarku di Semarang & Klaten..... Almamater SMANSA..... yang membentuk diriku.....Kampus FTSP UII..... tempat aku berjuang memuntuk ilmu selama ini.....Saudaraku.....Yanti, Yogie, Mb' Mey.... Kalian Lulus kapan???? Semua Keluarga Besar Teknik Sipil 2001.....Saudara – saudaraku di SMANSA,,,, thanks for semua, nasihat & kebersamaan kalian.....Buat : Shulthon+Bo-Hong anak2 kost aneh.... & Dede'co thanks for ur motivation brother.....
Semua Unit Puri Permata.....Mb` Indri, Mb' Lia Ndut, Mb' Lenny..... thank's atas kecerian mb'2 semua.....Papa Sarwidi and CEDEEDS-nya, thank's atas bimbingan, arahan dan solusi-nya selama ini.....Semua rekan2 kerja ku... Mas Allan, Mansyur (ndutz...), Muchlas, Dayat dan Aldri..... Donny+Yunan, Arida+Oktin, Amreh+Sherly (makasi Note Booknya), Tommy+Radit..... Thanks bro..... Aku merindukan selalu kebersamaan kalian pada zaman perjuangan di Lab. BKT yang tak kan terlupa....
Pak Cik dan Komet 97.....yang selalu memberiku nasihat2 dan wejengan2..... Angkringan Mas Bagong..... < i love "ceker".....>.....Buat Ndutz and Intan, aku doain rukun selalu.....Buat Akang Aldri,,, tertawalah sebelum orang lain tertawa.... oke....Keep the spirit....be nice.....Bos Vani.... ayo kapan kita "Nonton2" lagi, kayanya ada yang baru????.....Anak2 kost Etnic... ayo kuliah yang bener jangan "tit.....tut" <sensor PEMDA SLEMAN> melulu.....
Mas Ndaru, Mas Warno, Mas Aris... (Teknisi Lab. FTSP... makasi yah...) dan semua pihak yang tidak bisa aku sebutkan satu persatu.....
Tak Lupa buat DR 5601 AF dan N6600,,, yang telah menemaniku kemana saja.....

Wasalam,
Sepenuh Cinta.....
Aditya Kusumadinata (01 511 056)

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT PADA SIFAT-SIFAT MEKANIS PANEL MORTAR

"INFLUENCE OF STEEL FIBER TO MECHANICAL PROPERTIES OF MORTAR PANELS"

Disusun Oleh:

ADITYA KUSUMADINATA	**01 511 056**
FARHANUDDIN B	**01 511 138**

Telah diperiksa dan disetujui oleh,

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

Tgl. 01/05/2006

MOTTO

"Allah satu-satunya tempat bergantung"

(***QS Al – Ikhlas : 2***)

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

(***QS At Taubah : 111***)

"Hanya Engkaulah yang kami sembah, dan hanya kepada Engkaulah kami meminta pertolongan"

(***QS Al – Faatihah : 5***)

" 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***)

"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***)

بسم الله الرحمن الرحيم

Sujud syukur hamba kepada Allah SWT Tuhan semesta alam.

Hidupkanlah hati ini dengan kelimpahan iman serta himpunan cinta kepada-Mu.

dan matikanlah hati ini dalam syahid di jalan-Mu.

Ya Allah, kabulkanlah shalawat dan salam kepada junjungan kami,

Nabi Muhammad saw, keluarga dan para sahabatnya.

Ya Rasul kami umatmu... rindu padamu... sayang padamu...

Terimakasih pada ayah dan ibu yang selalu memberi cinta suci tulus dan kasih

sayang untuk ananda...

Ya Allah limpahkanlah kasih sayang-Mu untuk ayah dan ibu ku.

My brother n sister, fauzan, cia, ida, ally doa ku senantiasa bersama kalian...

For all my friends... I cant doit without your guys...

my best patner adit, my RG team mucklas, mansur, kang adri, dayat.

n thank's untuk semua yang telah membantuku slama ini

Special for all civil '01 I never forget you all..

Untuk para mujahid, di negeri para syuhada

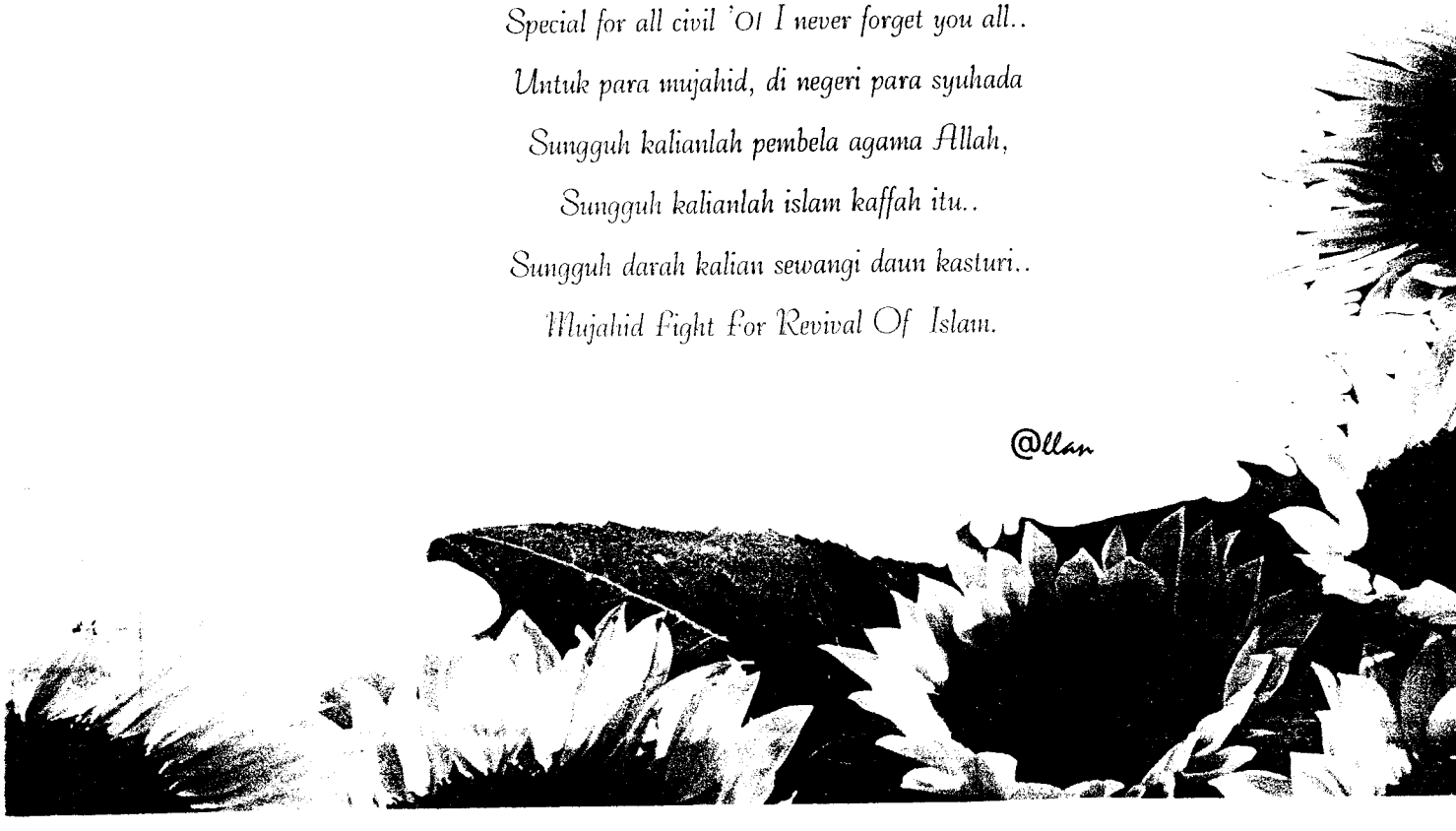
Sungguh kalianlah pembela agama Allah,

Sungguh kalianlah islam kaffah itu..

Sungguh darah kalian sewangi daun kasturi..

Mujahid Fight For Revival Of Islam.

@llan



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb.

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

Tugas Akhir dengan judul ***"Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Pada Sifat-Sifat Mekanis Panel Mortar"***, merupakan penelitian laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

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, Jogjakarta.

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. Dr. Ir. H. Harsoyo, MSc dan Ir. H. Susastrawan MS, selaku Dosen Penguji

3. Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
4. 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,
5. Moh. Mansyur, Muclas Abdilah Natsir, Muh. Tauhidayat dan Aldri Paranowo, terima kasih atas kerjasama dan kebersamaan semua, hingga terselesaikan tugas akhri ini.
6. Mas Ndaru, Mas Warno dan Mas Aris yang telah banyak membantu dalam penelitian di laboratorium,
7. 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 kebaikannya 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 keterbatan penyusun baik secara keilmuan maupun secara pengalaman penelitian. Oleh karena itu penyusun mengaharapkan 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, *amiina ya robbal'alamiin.*

Wabillahittaufiq 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 vi

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

DAFTAR NOTASI xviii

ABSTRAK xx

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Masalah 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Pendahuluan 6

2.2 Bahan-bahan Penelitian 7

2.2.1 *Portland Cement (PC)* 7

2.2.2 Air 8

2.2.3 Agregat Halus (Pasir) 9

2.2.4 Mortar 11

2.2.5 Kawat Bendrat 12

2.3. Penelitian Sebelumnya 14

2.3.1 Penelitian Kadir Aboe (2004) 14

2.3.2 Penelitian Kantun Priyongo (2002) 15

2.3.3 Penelitian Tanjung dan Trihandoko (1996) 16

2.3.4 Penelitian Suprianto dan Muhtadin (1996) 17

2.3.5 Penelitian Tauhidayat dan Pranowo (2005) 17

2.3.6 Penelitian Mansyur dan Natsir (2005) 18

BAB III LANDASAN TEORI 19

3.1 Bahan - Bahan 19

3.1.1 Semen Portland 19

3.1.2 Air 19

3.1.3 Agregat Halus (Pasir) 20

3.1.4 Mortar 20

3.1.5 Bahan Serat (Kawat Bendrat) 21

3.2 Mekanisme Kerusakan Dinding Tipis (Panel) 21

3.3 Beton Fiber, Konsep, Aplikasi dan Permasalahanya 22

3.4 Karakteristik dan Perilaku Elemen Struktur 25

3.5 Beton Serat 28

3.6 Perlakuan dan Rancangan Percobaan/ Kajian 29

3.7 Pengujian Bahan 29
3.7.1 Pengujian Kandungan Lumpur 29
3.8 Metode Perencanaan Campuran Material Sampel 30
3.9 Pengujian Benda Uji 31
3.9.1 Pengujian Berat Volume 31
3.9.2 Pengujian Kuat Desak 32
3.9.2.1 Modulus Elastisitas (*E*) 33
3.9.3 Pengujian Kuat Lentur 33
3.9.3.1 Hubungan Momen-Kelengkungan 36
3.10 Pengamatan Penelitian 40
3.11 Teori Pengolahan Data 40
3.11.1. Nilai Rerata (*Mean*) 40
3.11.2 Regresi Linier dan Korelasi 41
3.12 Hipotesis 44
3.12.1 Hipotesis *Workability* 44
3.12.2 Hipotesis Kuat Desak 44
3.12.3 Hipotesis Kuat Lentur 45
BAB IV METODA PENELITIAN 46
4.1 Bahan dan Alat 46
4.2 Prosedur Percobaan / Kajian 48
4.2.1 Metode Persiapan Alat dan Bahan 49
4.2.2 Metode Pencampuran Material 49
4.2.3 Pra Penelitian (Penelitian Awal) 50

4.2.4 Pengujian Bahan 50

4.2.4.1 Pengujian Kandungan Lumpur 50

4.2.5 Pengujian Sampel 51

4.2.5.1 Pemberian Label Nama Sampel 52

4.2.5.2 Pengujian Kuat Desak Dinding

Panel Kawat Bendrat 53

4.2.5.3 Pengujian Kuat Lentur Dinding

Panel Kawat Bendrat 54

4.3 Tahapan Penelitian 55

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 57

5.1 Hasil Penelitian 57

5.2 Kuat Desak Dinding Panel 57

5.2.1 Pengukuran Dimensi Dinding Panel Desak 58

5.2.2 Pengujian Berat Volume Dinding 59

5.2.3 Perhitungan Koreksi 60

5.3 Kuat Lentur Dinding Panel 74

5.3.1 Pengukuran Dimensi Dinding Panel Lentur 75

5.3.2 Pengolahan Data Kuat Lentur Dinding Panel 76

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 88

6.1 Kesimpulan 89

6.2 Saran – saran 90

DAFTAR PUSTAKA 91

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur – unsur penyusun utama semen 7

Tabel 3.1 *Basic properties* berbagai macam fiber 23

Tabel 3.2 Kebutuhan Material Sample Dinding Panel 31

Tabel 3.3 Hubungan Nilai Koefisien Determinasi (R^2) dan Korelasi 43

Tabel 4.1 Nama dan Keterangan Variasi 53

Tabel 5.1 Data – Data Pengukuran Sampel Desak 58

Tabel 5.2 Data Pengukuran Berat Volume Sampel D 04 04 03 59

Tabel 5.3 Perhitungan Koreksi Tahap Awal 63

Tabel 5.4 Perhitungan Koreksi Tahap Akhir 65

Tabel 5.5 Data Sampel D 04 04 03 66

Tabel 5.6 Hasil Pengolahan Data D 04 04 03 67

Tabel 5.7 Hasil Pengolahan Kuat Desak Dinding Panel 70

Tabel 5.8 Data – Data Pengukuran Sampel Lentur 75

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Lentur L 04 01 05 76

Tabel 5.10 Hasil Pengolahan Lentur L 04 01 05 82

Tabel 5.11 Hasil Pengolahan Kuat Lentur Dinding Panel 85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 (a) Hasil uji desak kurva hubungan regangan desak dan tegangan desak 25

Gambar 3.1 (b) Hasil uji desak: kurva hubungan regangan desak dan tegangan lentur dan kelengkungan.....25

Gambar 3.2 Tegangan-Regangan Tarik Pengaruh Volume Fraksi Serat 28

Gambar 3.3 Pengujian Kuat Desak.....32

Gambar 3.4 Mekanisme Lentur 34

Gambar 3.5 Penampang Melintang dinding Panel 35

Gambar 3.6 Deformasi segmen balok dalam lenturan 36

Gambar 3.7 Kelengkungan 38

Gambar 4.1 Ukuran Sampel Panel Dinding Uji Desak 51

Gambar 4.2 Ukuran Sampel Panel Dinding Uji Lentur.....52

Gambar 4.3 Pengujian Kuat Tekan Dinding Panel.....54

Gambar 4.4 Pengujian Kuat Lentur Dinding Panel 55

Gambar 4.5 *Flow Chart* Tahapan Penelitian 56

Gambar 5.1 Grafik Berat Volume Panel 60

Gambar 5.2 Data Lapangan D 04 04 03 61

Gambar 5.3 Koreksi Tahap Awal 64

Gambar 5.4 Koreksi Tahap Akhir 66

Gambar 5.5 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan 69

Gambar 5.6 Grafik Modulus Elastis Tiap Variasi Panjang 71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Kartu Peserta Tugas Akhir

Lampiran II Hasil Pengujian

1. Hasil Pengolahan Data Desak
2. Hasil Pengolahan Data Lentur
3. Perhitungan Kebutuhan Material Dinding Serat Bendrat

Lampiran III Dokumentasi Penelitian

1. Gambar Alat Uji *Universal Testing Material* (UTM) Merk SIMATZU type 39
2. Gambar Alat Uji Oven
3. Gambar Alat Uji Neraca/ Timbangan Merk O'house
4. Gambar Dial Gauge
5. Gambar Bahan Pasir
6. Gambar Pemotongan Serat Bendrat
7. Gambar Pengujian Kandungan Lumpur
8. Gambar Pencampuran Material Dinding Serat Bendrat
9. Gambar Pengukuran Nilai Slump
10. Gambar Penuangan Sampel Pada Bekisting
11. Gambar Pelepasan Bekisting Sampel
12. Gambar Perawatan Sampel
13. Gambar Penimbangan Berat Sampel
14. Gambar Pengujian Kuat Desak/ Tekuk
15. Gambar Pengujian Kuat Lentur

Gambar 5.7 Grafik Energi tiap Variasi Panjang 72
Gambar 5.8 Grafik Tegangan tiap Variasi Panjang 72
Gambar 5.9 Grafik Hubungan Beban-Lendutan 77
Gambar 5.10 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 00 00 01 78
Gambar 5.11 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 04 01 04 79
Gambar 5.12 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 04 04 02 80
Gambar 5.13 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 04 07 01 81
Gambar 5.14 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 0 10 04 81
Gambar 5.15 Grafik Hubungan Tegangan-Kelengkungan 83
Gambar 5.16 Grafik Tegangan Tiap Variasi Panjang 86
Gambar 5.17 Grafik Energi Tiap Variasi Panjang 86

16. Hasil Pengujian Kuat Desak

17. Hasil Pengujian Kuat Lentur

18. Gambar Peristiwa *Balling Effect*

DAFTAR NOTASI

σ'	=	tegangan desak (kg/cm^2)
ε	=	regangan
σ_l	=	tegangan lentur/ (flextural stress) (kg/cm^2)
Φ	=	kelengkungan (curvature) (1/cm)
σ'_y	=	tegangan sebanding yang menunjukkan tegangan leleh (kg/cm^2)
σ'_{max}	=	tegangan maksimum (kg/cm^2)
ε'_y	=	regangan sebanding yang menunjukkan reganagn leleh
ε'_{max}	=	regangan maksimum
σ_{ly}	=	tegangan lentur sebanding menunjukan tegangan leleh (kg/cm^2)
E	=	modulus elastisitas (kg/cm^2)
Kl	=	Kandungan Lumpur (%)
Bo	=	Berat pasir + piring sebelum dicuci (gram)
B	=	Berat pasir + piring setelah dicuci dan dioven (gram)
BV	=	berat volume dinding panel (kg)
m	=	berat dinding panel (kg)
v	=	volume dinding panel (cm^3)
σ_{lt}	=	besar kuat lentur dinding (kg/cm^2)
P	=	Beban maksimum pengujian (kg)
M	=	momen (kg cm)
σ	=	tegangan (kg/cm^2)

l	=	jarak antar tumpuan (cm)
b	=	lebar dinding (cm)
h	=	tebal dinding (cm)
ρ	=	jari-jari kelengkungan
X_{rerata}	=	Nilai rata-rata
ΣXi	=	Jumlah Data
n	=	banyaknya sampel
R	=	Nilai Koefisien Determinasi

ABSTRAK

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

Penelitian ini menginvestigasi pengaruh panjang kawat bendrat 1, 4, 7 dan 10 cm yang ditambahkan pada campuran panel dengan tebal 3 cm seberat 4% dari berat mortar kering, 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 eksperimen laboratorium ini mengacu pada metode ACI Committee 544 dan PBI 1970, dan hasil pra-penelitian. Pengujian dibatasi hanya meliputi pengujian lentur dan tekan, yang masing-masing mewakili gaya akibat gempa yang sejajar bidang dan tegak lurus bidang panel.

Dari penelitian ini dapat diketahui sifat-sifat fisik dinding panel kawat bendrat antar lain, berat rata-rata panel dinding adalah 18 kg dan diperoleh panel yang terbaik yaitu panel dengan panjang bendrat 4 cm, dengan sifat –sifat mekanik antara lain, tegangan desak rata-rata sebesar 106.63 kg/cm^2 dan tegangan lentur rata-rata sebesar 42.22 kg/cm^2, serta biaya untuk pembuatan sebuah panel sebesar Rp. 7.200,00-.

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 (Sarwidi, 2006). Goncangan gempa yang keras di wilayah permukaan dapat menimbulkan kerusakan bangunan. Bangunan yang berat dan getas adalah mayoritas bangunan yang rusak oleh gempa (Sarwidi, 2006) dan menimbulkan korban jiwa serta kerugian harta benda.

Menurut CEEDEDS (*Center for Earthquake Engineering, Dynamic Effect, and Disaster Studies* 2004), dalam tinjauan lapangannya menyimpulkan bahwa, kegagalan bangunan yang diakibatkan oleh gempa banyak menimpa bangunan rumah tembokan yang dibuat dengan mutu material yang kurang baik.

Menurut Suwandojo (1999), kuat tarik pasangan bata sangat kecil, sekitar 1,5% - 2,0% dari kuat tekannya. Mengingat sifat fisik-mekanik tersebut dan berat sendirinya (*self weight/ death load*) yang besar, maka dinding pasangan tanpa perkuatan sangat tidak dianjurkan untuk digunakan di daerah gempa, karena

mudah hancur akibat beban lateral yang menyebabkan struktur pasangan roboh mendadak.

Menurut Tular (1984), dinding 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.

Kawat bendrat merupakan meterial yang mudah ditemukan di pasaran. Penggunaan kawat bendrat untuk campuran beton pernah dilakukan penelitian dan ternyata dapat meningkatkan kekuatan desak dan lentur beton. Penelitian Suprianto dan Muhtadin (1996) menggunakan serat potongan kawat bendrat dengan panjang 5 cm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa beton serat kawat bendrat meningkatkan kuat desak sebesar 7,50% dan kuat lentur 16,94%.

Menurut Aboe (2004), adukan beton serat dengan penjang serat 90 mm, lebih sulit dikerjakan dibanding beton serat dengan panjang 60 mm dengan volume yang sama. Dan menurut Suhendro (2000), hasil-hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sifat-sifat mekanik beton yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat potongan bendrat antara lain; daktilitas, ketahanan terhadap beben kejut (*impact resistance*), kemampuan untuk menahan tarik dan momen lentur, ketahanan terhadap kelelahan (*fatique life*), ketahanan terhadap

pengaruh susutan (*shrinkage*), dan ketahanan terhadap keausan (*abrassion*), fragmentasi (*fragmentation* dan *spalling*).

Dari pembahasan diatas terdapat kelemahan-kelemahan dari dinding antara lain; bersifat getas (*brittle*), kuat tekannya dipengaruhi mutu materialnya dan tidak mampu menahan gaya lentur. Dengan melihat hasil-hasil penelitian beton serat terdahulu, ternyata dengan penambahan serat bendrat pada campuran beton dapat memperbaiki sifat-sifat pada beton, sehingga apabila penambahan serat potongan kawat bendrat pada campuran panel mortar akan sangat memungkinkan dapat memperbaiki kelemahan-kelemahan yang terjadi pada dinding.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut tampak, bahwa serat potongan kawat bendrat yang ditambahkan dalam adukan beton, dapat memperbaiki sifat–sifat beton dan meningkatkan kekuatan beton. Sehingga, diharapkan dengan penambahan serat potongan kawat bendrat pada campuran panel mortar dapat memperbaiki sifat-sifat mortar tersebut. Oleh karena itu didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Apakah dengan penambahan potongan serat bendrat akan menjadikan kinerja panel lebih baik?
2. Seberapa panjang potongan kawat bendrat yang ditambahkan dalam campuran mortar yang memiliki kekuatan, daktilitas, dan *workability* yang paling tinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. sifat-sifat mekanis panel mortar dengan penambahan potongan kawat bendrat, dan
2. panjang optimum potongan kawat bendrat diantara panjang kawat yang diteliti.

1.4. Manfaat Penelitian

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

1.5 Batasan Masalah

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

1. Pengujian dibatasi pada pengujian lentur dan tekan, yang masing-masing sejajar bidang dan tegak lurus bidang panel.
2. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.
3. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.

4. Pasir yang digunakan berasal dari Kab. Sleman Jogjakarta.
5. Semen yang digunakan adalah semen Gresik Tipe 1 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 1, 4, 7, dan 10 cm serta persentase berat kawat bendrat adalah 4 % 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, mengenai prosedur atau tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan secara sistematis meliputi bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Tinjauan pustaka ini diambil dari hasil–hasil penelitian yang sudah dilakukan, jurnal, makalah, buku – buku kuliah serta dari internet.

2.1 Pendahuluan

Penggunaan dinding sebagai dinding (penyekat ruangan) sudah banyak dipergunakan di negara kita pada pembangunan dewasa ini. Karena dinding partisi tidak membutuhan 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.

Dengan adanya Teknologi, Rekayasa, dan Ilmu Pengetahuan, maka manusia dapat terbantu dalam mencari alternatif elemen struktur dan non-struktur baru yang lebih baik.

2.2 Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah meliputi; Portland Cement (PC), Pasir, Air, Mortar dan Kawat bendrat.

2.2.1 *Portland Cement (PC)*

Semen Portland (*Portland Cement*) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mengaluskan klinker – klinker yang terutama terdiri dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah (PUBI 1970), sebagaimana terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Unsur – unsur penyusun utama semen (Tjokrodimulyo, 2003)

Nama Unsur	Simbol	Kompsisi Kimia
Trikalsium Silikat	C_3S	3CaO SiO2
Dikalsium Silikat	C_2S	2CaO SiO2
Trikalsium Aluminat	C_3A	2CaO Al_2O3
Tetrakalsium Aluminferrite	C_4AF	2CaO Al_2O_3 Fe_3O_3

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

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

b. jenis II adalah semen portland yang dalam penggunaannya disyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang;
c. jenis III adalah semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal tinggi;
d. jenis IV adalah semen portland yang dalam penggunaan persyaratan panas hidrasi yang rendah; dan
e. jenis V adalah semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

2.2.2 Air

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

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

1. air harus bersih;

2. tidak mengandung lumpur, minyak dan benda-benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual;
3. tidak mengandung bahan - bahan tersuspensi lebih dari 2 g/lt;
4. tidak mengandung garam - garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, Zat organik dsb) lebih dari 15 g/lt. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 ppm, dan senyawa sulfat tidak lebih dari 100 ppm sebagai SO3;
5. bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan dan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%;
6. semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya; dan
7. khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat tersebut diatas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 50 ppm.

2.2.3 Agregat Halus (Pasir)

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

Spesifikasi pasir menurut SK SNI S-04-1989-F sebagai berikut :

a. butiran pasir harus tajam dan keras dengan indeks kekasaran ≤ 2,2;
b. butiran pasir bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan;

c. sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat, jika dipakai NaSO (*natrium sulfat*), bagian yang hancur maksimum 12 % dan jika dipakai MgSO (*magnesium sulfat*), bagian yang hancur maksimum 10%;

d. pasir tidak diperbolehkan mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan berdasarkan ayakan kering) yang diartikan dengan lumpur adalah bagian – bagian yang dapat melewati ayakan 0,06 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka pasir harus dicuci;

e. pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Herder. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari, tidak kurang dari 95 % ari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3 % NaOH yang kemudian dicuci bersih dengan air, pada umur yang sama;

f. susunan besar butir pasir memiliki modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 dan harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zone : 1, 2, 3 atau 4 (SKBI/BS.882) dan harus memenuhi syarat – syarat sebagai berikut :

   (1) sisa diatas ayakan 4,8 mm, harus maksimum 2 % berat,

   (2) sisa diatas ayakan 1,2 mm, harus maksimum 10 % berat,

   (3) sisa diatas ayakan 0,30 mm, harus maksimum 15 % berat;

g. untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, reaksi pasir terhadap alkali harus negatif;

h. pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agergat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk – petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan – bahan yang diakui; dan

i. pasir yang digunakan untuk maksud spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan di atas (pasir pasang).

2.2.4 *Mortar*

Menurut Tjokrodimulyo (2003), *mortar* merupakan adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air, bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur maupun semen portland. Mortar dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu mortar lumpur, mortar kapur dan mortar semen.

a. Mortar lumpur adalah mortar yang dibuat dari campuran pasir, tanah liat/ lumpur dan air.

b. Mortar kapur adalah mortar yang dibuat dari campuran pasir, kapur dan air.

c. Mortar semen adalah mortar yang dibuat dari campuran pasir, semen Portland dan air. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 6 atau lebih besar. Mortar ini kekuatannya yang lebih besar dibanding kedua mortar sebelumnya maka dari itu biasannya dipakai untuk tembok, pilar, kolom dan bagian lain yang

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

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

   Mortar ringan, diperoleh dengan menambahkan asbestos fibers, jute fibers (serat rami), butir-butir kayu, serbuk gergajian kayu dan sebagainya. Mortar ini baik untuk bahan isolasi panas atau peredam suara.

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

2.2.5 Kawat Bendrat

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

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

penggumpalan (*balling effect*) akibat sifat adhesi selama proses pengadukan.

b. Serat gelas (*glass fibers*), kekuatannya mendekati serat baja, tetapi berat jenisnya lebih rendah dan modulus elastisitasnya hanya sepertiga serat baja. Kekurangan utama serat gelas adalah kurang kuat terhadap pengaruh alkali, sehingga dalam jangka panjang dapat menyebakan rusaknya serat ini.

c. Serat polimer (*plastic fibers*), mempunyai berat jenis yang rendah dan permukaannya hidropobik dan tidak menyerap air. Serat ini mempunyai modulus elastisitas yang rendah, lekatan kuarng baik dengan beton, mudah terbakar, titik lelehnya rendah dan tidak tahan lama.

d. Serat karbon (*carbon fibers*), serat ini mempunyai keunggulan terhadap lingkungan yang agresif, stabil pada suhu tinggi, relatif kaku dan tahan lama. Digunakan untuk meningkatkan kekakuan, regangan dan tegangan, serta kuat batas, namun keliatannya kurang dan penyebaran serat sulit dikerjakan.

e. Serat alami, berupa ijuk, serat kelapa dan bambu, penggunaan serat ini dapat menghasilkan beton yang daktai dan umumnya kuat tariknya rendah, kelemahannya adalah tidak tahan terhadap proses kimia dan tidak awet. Umumnya serat ini digunakan pada pekarjaan non struktur

2.3 Penelitian Sebelumnya

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

2.3.1 Penelitian Kadir Aboe (2004)

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

Hasil dari penelitian ini menyatakan beton serat 3%, panjang serat 90 mm memberikan porsentase 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 w*orkability* beton serat dipengaruhi oleh aspek serat. Adukan beton serat dengan penjang serat 90 mm (aspek rasio 91,84) lebih sulit dikerjakan dibanding beton serat dengan panjang 60 mm (aspek rasio 61,22) dengan volume yang sama.

2.3.2 Penelitian Kantun Priyonggo (2002)

Penelitian ini mengambil topik "Kajian Kuat Beton Terhadap Penambahan Serat Bendrat Pada Campuran Beton". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kawat bendrat pada beton. Serat yang digunakan kawat bendrat yang dipotong - potong dengan panjang 60 mm, berdiameter ± 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 232.543 kg/cm^2 dan 237.203 kg/cm^2 untuk beton fiber dengan volume fraksi 0,3%, 243.866 kg/cm^2 untuk beton fiber dengan volume fraksi 0,6% dan 236.192 kg/cm^2 untuk beton fiber dengan volume fraksi 0,9%, dan
5. Besaran kurva tersebut dipergunakan untuk mengamati daktilitas masing-masing benda uji.

2.3.3 Penelitian Tanjung dan Trihandoko (1996)

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

1. penambahan serat kedalam adukan beton akan menurunkan kelecakan sehingga mengurangi "*workability*" (kemudahan pengerjaan). Hal ini ditunjukkan dari penurunan nilai slump,
2. kuat desak karakteristik beton meningkat 22,0036% untuk beton serat lurus 2% dan 36,1554% untuk beton serat lurus 3%,
3. kuat lentur rata-rata beton serat lurus 2% mengalami peningkatan sebesar 4,7157% dan 7,4221% untuk beton serat lurus 3%. Sedangkan beton serat kait 2% mengalami peningkatan sebesar 19,4351% dan 31,9862% untuk beton serat kait 3%, dan
4. pada pengujian lentur beton nonserat 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*).

2.3.4 Penelitian Suprianto dan Muhtadin (1996)

Penelitian ini mengambil topik "Studi Komparasi Serat Bendrat dan Serat Plastik pada Uji Lentur". 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.

2.3.5 Penelitian Tauhidayat dan Pranowo (2005 sedang berlangsung)

Pada penelitian ini mengambil topik "Karakteristik Dinding Partisi Kawat Bendrat dengan Variasi Berat 4 cm Panjang". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bendrat terhadap prilaku karakteristik dinding panel dengan variasi berat 0, 2, 4, 6 dan 8 % dengan panjang serat bendrat 4 cm.

2.3.6 Penelitian Mansyur dan Natsir (2005 sedang berlangsung)

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

BAB III

LANDASAN TEORI

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

3.1. Bahan – Bahan

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

3.1.1 Semen Portland

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

3.1.2 Air

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

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

3.1.3 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus adalah batuan yang berukuran kecil yang mempunyai ukuran butiran 0.15 mm hingga 5 mm (Tjokrodimulyo, 2003). Agregat halus dapat diambil langsung dari alam ataupun dari mesin pemecah batu (*Stone Crusher*). Agregat halus yang digunakan tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, serta bahan organik lain yang dapat bersifat merusak ikatan mortar. Ukuran butiran agregat yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan nomor 7 atau dapat diganti dengan saringan ukuran 3 mm.

3.1.4 Mortar

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

3.1.5 Bahan Serat (Kawat Bendrat)

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

3.2 Mekanisme Kerusakan Dinding Tipis (Panel)

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. Menurut Sarwidi,dkk (2005), Dari pengamatan di beberapa wilayah kerusakan gempa di Indonesia, panel (dinding tipis) umumnya rusak karena gaya desak dan lenturan, bukan oleh geseran..

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*). Menurut Suhendro (2000), luasan dibawah kurva tegangan-regangan menunjukkan besarnya energi yang dapat diserap selama proses pembebanan, makin besar luasan dibawah kurva, makin liat (*ductile*) bahan tersebut.

3.3 Beton Fiber, Konsep, Aplikasi dan Permasalahanya

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 besarmaupun kecil. Meskipun demikian, karena sifatnya yang getas (*brittle*) dan praktis tidak mampu menehan beban tarik secara handal, maka bahan tersebut memiliki keterbatsan 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 (*unifrom*) kedalam adukan beton dengan orientasi yang random, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan mikro dalam beton yang terlalau dini, baik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Dengan tercegahnya retakan-retakan mikro beton yang terlalu dini, kemampuan bahan untuk mendukung tegangan-tegangan internal (aksial, lentur dan geser) yang terjadi akan jauh lebih besar.

Tabel 3.1 *Basic properties* berbagai macam fiber

Serat	Berat Jenis (Ksi)	Kuat Tarik (Ksi)	Modulus Young 10^{-3} (Ksi)	Volume Fraksi (%)	Diameter serat (in)	Panjang (in)
Baja	7,86	100 – 300	30	0,75 – 9	0.0005 – 0,04	0,5 – 1,5
Kaca	2,7	> 180	11	2 – 8	0,004 – 0,03	0,5 – 1,5
Plastik	0,91	> 100	0,14 – 1,2	1 – 2	> 0,1	0,5 – 1,5
Karbon	1,6	> 100	> 7,2	1 – 5	0,0004 – 0,0008	0,02 – 0,5

(Sumber : Sorusian dan Bayasi, 1987)

Berbagai macam fiber yang dapat diginuakan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton antaralain adalah :

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

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

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

a. Daktilitas (*ductility*) yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi (*energy absorption*),
b. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*),
c. Kemampuan untuk menahan tarik dan momen lentur,
d. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatique 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 dipersion*, yang menyangkut teknik pencampuran fiber kedalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random,
b. Masalah *workabillity* (kelecakan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan termasuk indikatornya,
c. Masalah m*ix design/proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dangan kelecakan yang memadai.

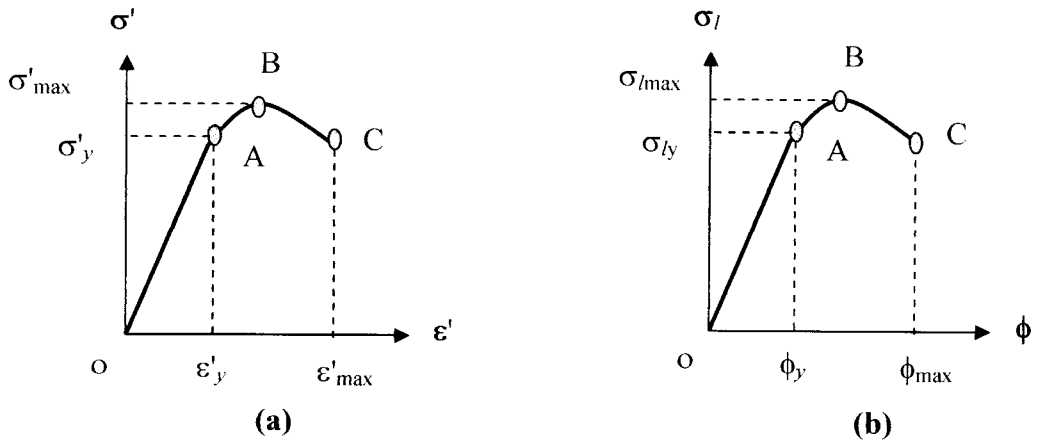
Kesemuanya sangat berbeda dangan yang kita kenal selama ini untuk beton konvensional. Disamping itu metode analisis dan perancangan berbagai elemen srtuktur (seperti balok, kolom, pelat dan komposit). Ataupun struktur secara keseluruhan yang menggunakan kombinasi beton fiber dengan tulangan baja, juga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

Di Indonesia, konsep pemakaian beton fiber baja pada adukan beton untuk strtuktur 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 deri potonagn-potonagn kawat lokal

(berdiameter sekitar 0,80 mm dengan panjang sekitar 60 mm) yang tersedia dipasaran dengan menunggu pabrik fiber baja yang sebenarnya di Indonesia.

3.4 Karakteristik dan Perilaku Elemen Struktur

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 3.1.



Gambar 3.1. (a) Hasil uji desak: kurva hubungan tegangan desak dan regangan desak.(b) Hasil uji lentur: kurva hubungan antara tegangan lentur dan kelengkungan. (Sarwidi,dkk 2006)

Hasil pengujian desak sebuah benda uji yang diekspresikan dalam bentuk kurva hubungan antara gaya dan simpangan dapat dirubah melalui proses yang sederhana menjadi kurva hubungan antara tegangan desak σ' (kg/cm^2) dan regangan desak ε' (tanpa satuan) sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1(a). Sedangkan hasil pengujian lentur sebuah benda uji dapat berupa nilai beberapa gaya pada bentangan dan defleksi di tiga titik bentangan yang dapat dirubah

menjadi kurva hubungan momen dan kelengkungan. Selanjutnya, kurva tersebut dapat dirubah melalui proses yang sederhana pula menjadi kurva hubungan tegangan lentur σ_l (kg/cm^2) dan kelengkungan ϕ (1/cm) sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1(b).

Dari Gambar 3.1(a) dapat ditentukan karakteristik material, yang meliputi: σ'_y = tegangan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan tegangan leleh, σ'_{max} = tegangan maksimum, ε'_y = regangan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan regangan leleh, ε'_{max} = regangan maksimum.

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

$$E = \sigma'_y / \varepsilon'_y \quad (3.1)$$

dan nilai daktilitas

$$\mu = \varepsilon'_{max} / \varepsilon'_y \quad (3.2)$$

Dari Gambar 3.1(a) dapat ditentukan penyerapan energi elastis E_e dan penyerapan energi total E_t.

E_e = luas segitiga O-A-ε'_y (3.3)

E_t = luas bidang di bawah kurva O-A-B-C dan diatas O-A-ε'_{max} (3.4)

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

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

Menurut Sarwidi (2006) menyatakan bahwa untuk material baja, tegangan leleh dapat ditentukan dengan menarik garis sejajar OA dari regangan ε sebesar 0.002

memotong kurva, sedangkan untuk material beton ditentukan ε sebesar 0.003 sampai 0.0035 untuk material beton. Dengan demikian perilaku elastis material mencakup perilaku material secara linier dan non-linier.

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

Dari Gambar 3.1(b) dapat ditentukan karakteristik material, yang meliputi: σ_{ly} = tegangan lentur sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan tegangan leleh, σ_{lmax} = tegangan lentur maksimum, ϕ_y = kelengkungan sebanding yang dalam uji panel bendrat ini menunjukkan kelengkungan leleh, ϕ_{max} = kelengkungan maksimum.

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

$$\kappa = \sigma_{ly} / \phi_y \quad \text{.....(3.6)}$$

dan nilai daktilitas

$$\mu = \phi_{max} / \phi_y \quad \text{.....(3.7)}$$

Dari Gambar 3.1(a) dapat ditentukan penyerapan energi elastis E_e dan penyerapan energi total E_t.

E_e = luas segitiga O-A-ϕ_y .....(3.8)

E_t = luas bidang di bawah kurva O-A-B-C dan diatas O-A-ϕ_{max}.....(3.9)

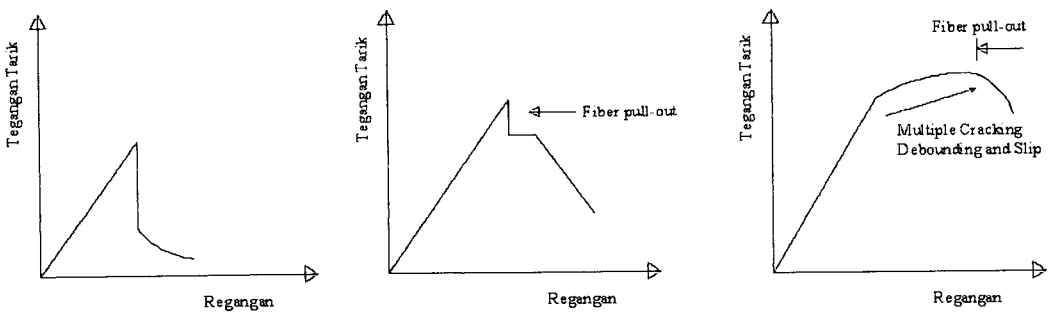
Gambaran tentang perilaku daktilitas benda uji juga dapat dilihat dari rasio perbandingan antara penyerapan energi total dengan energi elastis α.

$$\alpha = E_t / E_e \quad (3.10)$$

Gambar 3.1 menunjukkan perilaku material yang bersifat elastik dari O ke A dan bersifat inelastik setelah melampaui A.

3.5 Beton Serat

Menurut Aboe (2004), untuk meningkatkan kelecekan (*workability*), 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 3.2.



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

Gambar 3.2 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, walupun 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.

3.6 Perlakuan dan Rancangan Percobaan / Kajian

Penelitian dilangsungkan beberapa pengujian, diantaranya adalah pengujian awal, pengujian bahan dan pengujian sampel dinding panel.

3.7 Pengujian Bahan

Pengujian bahan merupakan pengujian untuk mengetahui apakah bahan–bahan yang dipergunakan dalam penelitian sesuai dengan standar spesifikasi yang ditentukan. Adapun pengujian bahan meliputi pengujian kadar lumpur pasir.

3.7.1 Pengujian Kandungan Lumpur

Pengujian kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui kualitas pasir dengan parameter kadar lumpur yang terdapat pada pasir. Dalam pembahasan PUBI 1970 Pasal 14 ayat 2b di jelaskan 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, karena dapat menghalangi ikatan antara pasta semen dengan pasir. Maka pasir tersebut harus dicuci. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak. Bahan organik ini dapat dilihat dari warna saat pengujian.

Kadar kandungan lumpur dalam pasir dapat dihitung berdasarkan rumus

$$KI = \frac{Bo - B}{Bo} \times 100\% \quad \text{.....(3.11)}$$

dimana : KI = Kandungan Lumpur (%)

Bo = Berat pasir + piring sebelum dicuci (gram)

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

3.8 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 3.2.

Tabel 3.2 Kebutuhan Material Sampel Dinding Panel

No.	Sampel	Material (Kg)				Jumlah Sample
		Semen	Pasir	Air	Bendrat	
1	D 04 00	7.33	36.65	6.60	0.00	5
2	L 04 00	7.62	38.12	6.86	0.00	5
3	D 04 01	12.08	60.40	10.87	3.33	5
4	L 04 01	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 04 07	12.08	60.40	10.87	3.33	5
9	L 04 07	12.56	62.81	11.31	3.47	5
10	D 04 10	12.08	60.40	10.87	3.33	5
11	L 04 10	12.56	62.81	11.31	3.47	5
Kebutuhan Total		113.52	567.61	102.17	27.20	50

3.9 Pengujian Sampel Benda Uji

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

3.9.1 Pengukuran Berat Volume

Menurut Sarwidi, (2006), pengujian berat volume dinding adalah untuk mengetahui berat volume dinding tersebut. Perhitungan berat volume dinding partisi dapat dihitung dengan persamaan :

$$BV = \frac{m}{v} \quad \text{.....(3.12)}$$

Keterangan : BV = berat volume dinding panel (kg/cm^3)

m = berat dinding panel (kg)

v = volume dinding panel (cm^3)

3.9.2 Pengujian Kuat Desak

Menurut Sarwidi, (2006), pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan dan perilaku benda uji dalam menahan gaya desak yang sejajar dengan bidang panel (Gambar 3.3). Dari pengujian, nilai gaya desak yang diderita oleh benda uji P dan perpendekannya Δ dapat diketahui. Benda uji mempunyai panjang p = 50 cm, lebar l = 50 cm, dan tebal t = 3 cm. Dengan membagi gaya desak dengan luas tampang dan perpendekan dengan tinggi awal panel t, maka grafik tersebut berubah menjadi hubungan antara tegangan σ' dan regangan ε', sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.3, yaitu:

$$\sigma' = P / (p.t) \quad \text{.....(3.13)}$$

$$\varepsilon' = \Delta l / lo \quad \text{.....(3.14)}$$

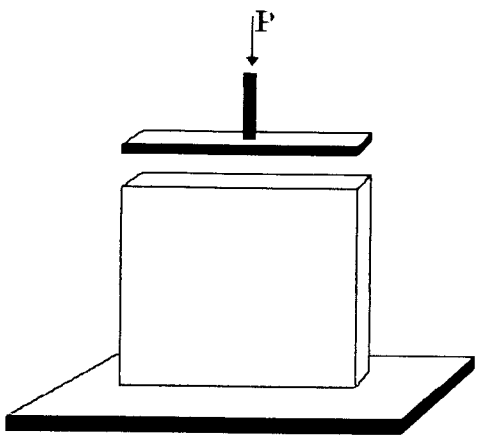
Keterangan : σ' = Tegangan Desak (kg/cm^2)

P = Beban (kg)

ε' = Regangan

Δl = Perubahan Panjang (cm)

lo = Panjang Awal (cm)



Gambar 3.3 Pengujian Kuat Desak

3.9.2.1 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, 2003).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \text{.....(3.15)}$$

Keterangan : E = Modulus Elastis (kg/cm^2)

σ = tegangan (kg/cm^2)

ε = regangan

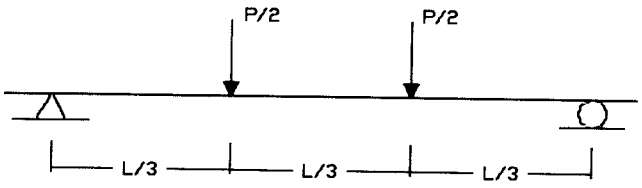
3.9.3 Pengujian Kuat Lentur

Menurut Effendy dan Yusron (1995), pengujian kuat lentur ini dilakukan untuk mengukur kekuatan dan perilaku panel dalam menahan gaya yang tegak lurus dengan bidang panel. Pada potongan penampang melintang, secara mekanika, panel dianggap sebagai balok atau gelagar sederhana.

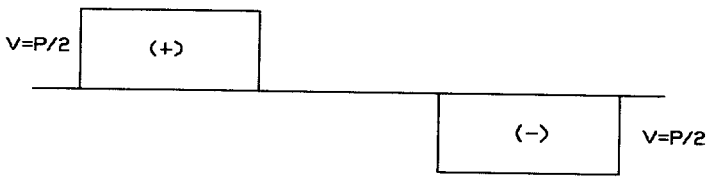
Bila suatu gelagar balok terletak diantara dua tumpuan sederhana menerima beban yang menimbulkan momen lentur, maka akan terjadi *deformasi* (tegangan) lentur di dalam balok tersebut. Pada kejadian momen lentur positif, regangan tekan terjadi pada bagian atas balok, dan pada bagian bawah tampang balok terjadi tegangan tarik.

Regangan–regangan ini menimbulkan tegangan tekan di sebelah atas dan tegangan tarik di bagian bawah, yang harus ditahan balok. Agar stabilitas terjamin, balok sebagai bagian dari sistem harus mampu menahan tegangan tekan dan tarik tersebut.

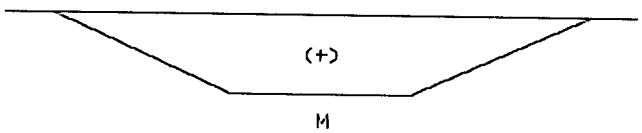
Beban maksimum yang terjadi digunakan sebagai dasar perhitungan kuat lentur. Untuk perhitungannya digunakan formula *Method of Flexture Strength* (*British Standard Institution*, 1983). Mekanisme lentur dapat dilihat pada Gambar 3.4.



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



3.4b Diagram gaya lintang/ geser



3.4c Diagram momen

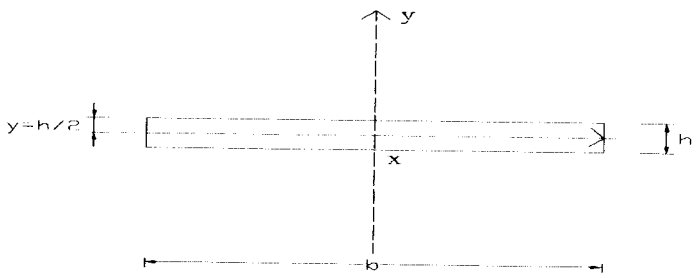
Gambar 3.4 Mekanisme Lentur

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

$$M = \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{3} \quad \text{.....(3.16)}$$

Karena itu daerah pusat dari panel ini berada dalam keadaan lentur murni. Daerah-daerah yang panjangnya *L*/3 berada dalam keadaan lentur tak 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 3.5.



Gambar 3.5 Penampang Melintang Dinding Panel

Besarnya nilai tegangan lentur dapat dinyatakan dalam rumus

$$\sigma_{lt} = \frac{M.y}{I} \quad \text{.....(3.17)}$$

dimana momen inersia tampang

$$I = \frac{1}{12} \,.\, b \,.\, h^3 \quad \text{.....(3.18)}$$

dengan mensubtitusikan persamaan (3.16) dan persamaan (3.18) pada persamaan (3.17), didapatkan

$$\sigma_{lt} = \frac{\left(\frac{P}{2}\frac{L}{3}\right).\left(\frac{h}{2}\right)}{\frac{1}{12}.b.h^3} \quad \text{.....(3.19)}$$

Persamaan (3.19) dapat disederhanakan lagi menjadi persamaan (3.20)

$$\sigma_{lt} = \frac{P.l}{b.h^2} \quad \text{.....(3.20)}$$

dimana , σlt = besar kuat lentur dinding (kg/cm^2)

P = beban maksimum pengujian (kg)

l = jarak antara tumpuan (cm)

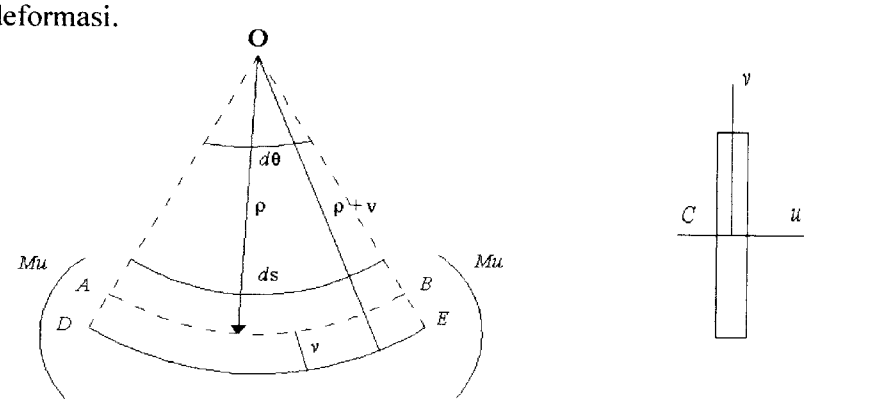
b = lebar dinding (cm)

h = tebal dinding (cm)

3.9.3.1 Hubungan Momen-Kelengkungan

Perilaku struktur yang mengalami lentur dapat diketahui dari hubungan momen-kelengkungan yang menggambarkan perilaku balok pada berbagai kondisi, yaitu saat kondisi elastis, leleh, elastis-plastis dan plastis. Gambar 3.6 adalah sebuah penamapang sederhana dengan penampang I yang menerima beban terpusat P.

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



a. Tampak Samping b. Potongan Melintang

Gambar 3.6 Deformasi segmen balok dalam lenturan

dimana : Mu = momen (kg cm)

εx = regangan

ρ = jari-jari kelengkungan (cm)

v = jarak antara sisi bawah ke garis netral (cm)

dθ = diferensial sudut putar

dv = diferensial sudut lengkungan

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

$$\varepsilon x = \frac{panjang\ akhir - panjang\ awal}{panjang\ awal} \quad \text{.....(3.21)}$$

dengan substitusi didapat :

$$\varepsilon x = \frac{(\rho + v)d\theta - \rho.d\theta}{\rho.d\theta} = \frac{v}{\rho} \quad \text{.....(3.22)}$$

hubungan dasar antara kurva elastis dengan regangan linier, didapat

$$\Phi = \frac{1}{\rho} = k = \frac{\varepsilon x}{v} \quad \text{.....(3.23)}$$

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

$$\sigma x = E.\varepsilon x \quad \text{.....(3.24)}$$

sehingga

$$\varepsilon x = \frac{Muv}{EIu} \quad \text{.....(3.25)}$$

substitusi persamaan 3.23 ke persamaan 3.25 akan diperoleh

$$\Phi = \frac{1}{\rho} = k = \frac{Mu}{EIu} \quad \text{.....(3.26)}$$

dalam kordinat kartesian kurva kelengkungan didefinisikan

$$\Phi = \frac{1}{\rho} = k = \frac{\pm d^2v/dx^2}{\left[1 + (dv/dx)^2\right]^{3/2}} \quad \text{.....(3.27)}$$

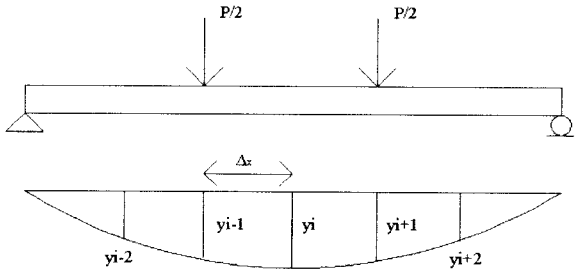
karena kemiringan dv/dx dari kurva elastis adalah sangat kecil, maka

$$(dv/dx)^2 \approx 0 \quad \text{.....(3.28)}$$

persamaan 3.26 disubstitusi dengan persamaan 3.27 menjadi :

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

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



Gambar 3.7 Kelengkungan

Dari pengujian kuat lentur diperoleh defleksi pada titik-titik distrik. Pendekatan kemiringan menggunakan metode *Central Difference*. Mengacu pada Gambar 3.7 *dy/dx* didekati dengan persamaan 3.31.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2\Delta x} \quad \text{.....(3.31)}$$

turunan kedua dari persamaan 3.29

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{(2\Delta_x)\frac{d}{dx}(y_{i+1} - y_{i-1}) - (y_{i+1} - y_{i-1})\frac{d}{dx}(2\Delta_x)}{(2\Delta x)^2} \quad \text{.....(3.32)}$$

karena ($2\Delta_x$) adalah konstanta maka :

$$\frac{d}{dx}(2\Delta x) = 0 \quad \text{.....(3.33)}$$

sehingga persamaan 3.32 menjadi :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{(2\Delta_x)\frac{d}{dx}(y_{i+1} - y_{i-1})}{(2\Delta x)^2} \quad \text{.....(3.34)}$$

selanjutnya dari persamaan 3.34 didapatkan :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{y_{i+2} - 2y_i + y_{i-2}}{(2\Delta x)^2} \quad \text{.....(3.35)}$$

kemudian persamaan 3.35 disederhanakan menjadi :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{y_{i+2} - 2y_i + y_{i-2}}{(\Delta x)^2} \quad \text{.....(3.36)}$$

momen maksimum dinding yang menerima beban seperti Gambar 3.4 adalah

$$M = \frac{1}{3}\frac{1}{2}P\,L$$
$$= \frac{1}{6}P\,L \quad \text{.....(3.37)}$$

hubungan faktor kekakuan, momen (M) dan kelengkungan (Φ) adalah

$$EI = \frac{M}{\Phi} \quad \text{.....(3.38)}$$

3.10 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. Karektetistik 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.

3.11 Teori Pengolahan Data

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

3.11.1 Nilai Rerata (*Mean*)

Menurut Supramono (1993), nilai rerata adalah jumlah nilai-nilai dibagi dengan jumlah individu. Nilai rerata dihitung menggunakan persamaan (3.39).

$$X_{rerata} = \frac{\sum Xi}{n} \quad \text{.....(3.39)}$$

Keterangan: X_{rerata}= Nilai rata-rata

ΣXi = Jumlah data

n = banyaknya sampel

3.11.2 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 3.40.

$$Y = a + bX \quad \text{.....(3.40)}$$

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 $rXY = rYX = r$.
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 3.3.

Tabel 3.3 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

3.12 Hipotesis

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

3.12.1 Hipotesis *Workability*

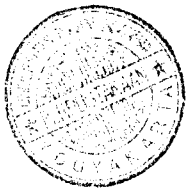
Tingkat *workability* dinding serat hampir seperti pada beton serat, yaitu dengan semakin panjang serat maka akan menurunkan workability dari dinding serat. Dengan melihat dari penelitian – penelitain terdahulu, bahwa semakin panajng serat maka *workability* menurun. Berarti dalam pengerjaan dinding panel ini juga akan mengalami penurunan workability pada panjang serat yang panjang yaitu 7 dan 10 cm.

3.12.2 Hipotesis Kuat Desak

Kuat tekan dinding panel akan meningkat karena adanya penambahan serat bendrat. Dengan mengacu peneilitan terdahulu, maka dapat ditarik hipotesis, dengan berat yang sama nilai optimum akan dicapai pada dinding dengan serat yang panjang yaitu 7 atau 10 cm.

3.12.3 Hipotesis Kuat Lentur

Kuat lentur dinding panel akan meningkat karena penambahan kawat bendrat. Dengan mengacu peneilitan terdahulu maka dapat ditarik hipotesis, dengan berat yang sama nilai optimum akan dicapai pada dinding dengan serat yang panjang yaitu 10 cm.



BAB IV

METODE PENELITIAN

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

4.1. 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 40 kg.

2. Pasir

   Pasir yang digunakan berupa agregat halus (pasir) yang diambil dari Gunung Merapi, 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 1, 4, 7 dan 10 cm dengan persentase variasi 4 % 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.

2. Pengaduk Mortar (Mesin Molen)

   Mesin Molen digunakan untuk mencampur bahan penyusun sampel dinding panel (semen, pasir dan kawat bendrat).

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 mempermudahkan 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.*

4.2. Prosedur Percobaan/ Kajian

Prosedur percobaan/ kajian adalah, menjelaskan metode yang akan dipergunakan dalam penelitian. Prosedur percobaan/ kajian ini secara garis besarnya terdiri dari 5 (lima) macam yaitu : Persiapan alat dan bahan, Metode pencampuran material, pra-penelitian, pengujian bahan dan sampel.

4.2.1 Metode Persiapan Alat dan Bahan

Tujuan dari metode persiapan alat dan bahan adalah, mempersiapkan alat dan bahan yang akan dipakai dalam penelitian (sub bab 4.1), agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Tetapi terdapat kesulitan dalam pemotongan kawat bendrat, untuk panjang kawat bendrat 4, 7, dan 10 cm dipotong menggunakan mesin pemotong, namun untuk panjang bendrat 1 cm dipotong dengan menggunakan bettel dan tang potong. Sehingga membutuhkan waktu yang relatif lebih lama. Karena belum adanya alat uji desak dan lentur, maka alat uji tersebut dibuat sendiri, gambar alat uji desak dan lentur dapat dilihat pada daftar lampiran.

4.2.2 Metode Pencampuran Material

Menurut Suhendro (2000), metode pencampuran material dinding panel kawat bendrat didasarkan pada pencampuran beton serat menurut ACI, beton yang terbuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan serat dengan jumlah tertentu. Ide ini pada dasarnya adalah untuk memberi tulangan pada beton serat yang disebarkan secara merata kedalam adukan beton dengan orientasi yang random. Dalam pembuatan suatu adukan beton serat sebaiknya diusahakan menggunakan *mixer* (mesin molen) agar hasil dari adukan beton tersebut benar–benar homogen.

4.2.3 Pra Penelitian (Penelitian Awal)

Tujuan dari pengujian awal ini adalah untuk memperkirakan ukuran bidang panel dan tebal panel dari campuran mortar tanpa kawat potongan bendrat yang layak pakai untuk benda uji. Panel dengan spesi 1 ps : 5 ps dibuat dalam ketebalan 1, 2, 3 dan 4 cm dengan panjang dan lebar yang disesuaikan dengan tempat yang tersedia pada alat uji desak, yaitu ukuran 50 cm x 50 cm dan 50 cm x 52 cm. Dari pra penelitian ini diperoleh ukuran ketebalan yang layak pakai dalam penelitian sebesar 3 cm, karena tebal 1 cm dan 2 cm menghasilkan panel yang sangat lemah pada saat pengangkatan dan tebal 4 cm menghasilkan panel yang relatif berat dan merepotkan saat pengangkutan secara manual.

4.2.4 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.

4.2.4.1. Pengujian Kandungan Lumpur

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

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,

4.2.3 Pra Penelitian (Penelitian Awal)

Tujuan dari pengujian awal ini adalah untuk memperkirakan ukuran bidang panel dan tebal panel dari campuran mortar tanpa kawat potongan bendrat yang layak pakai untuk benda uji. Panel dengan spesi 1 ps : 5 ps dibuat dalam ketebalan 1 cm, 2 cm, 3 cm, dan 4 cm dengan panjang dan lebar yang disesuaikan dengan tempat yang tersedia pada alat uji desak, yaitu ukuran 50 cm x 50 cm dan 50 cm x 52 cm. Dari pra penelitian ini diperoleh ukuran ketebalan yang layak pakai dalam penelitian sebesar 3 cm, karena tebal 1 cm dan 2 cm menghasilkan panel yang sangat lemah pada saat pengangkatan dan tebal 4 cm menghasilkan panel yang relatif berat dan merepotkan saat pengangkutan secara manual.

4.2.4 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.

4.2.4.1. Pengujian Kandungan Lumpur

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

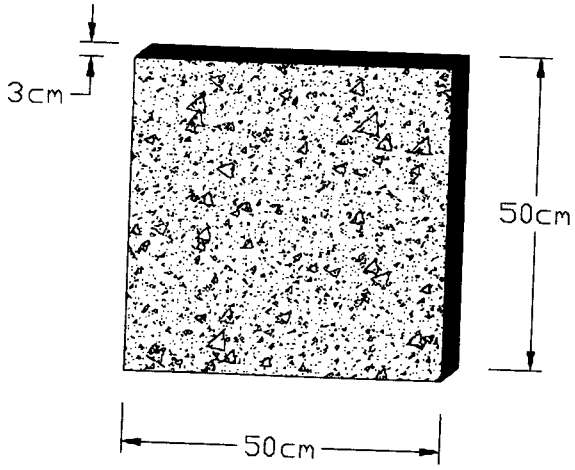
1. keringkan pasir yang akan di ujikan,
2. timbang wadah (piring) yang akan digunakan sebagai wadah pasir,
3. timbang pasir sebanyak 100 gram lalu masukan dalam gelas ukur 250 cc,

4. masukkan air pada gelas ukur yang telah diisi pasir, hingga ketinggian air mencapai 12 cm dari permukaan pasir,
5. kocok gelas ukur ± 15 kali, lalu diamkan selama 1 menit, kemudian buang air keruh perlahan – lahan agar pasir tidak ikut terbuang,
6. pisahkan pasir dengan air, kemudian pasir ditempatkan dalam wadah yang sudah ditimbang,
7. masukkan pasir tersebut ke dalam oven dengan suhu 105° C – 110° C selama ± 36 jam, dan
8. keluarkan pasir dari oven, didinginkan lalu ditimbang.

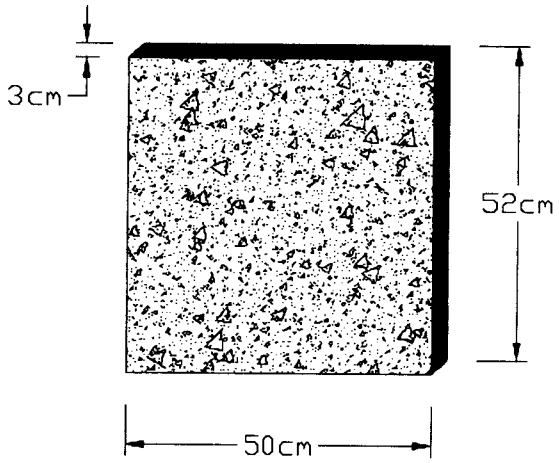
Nilai kandungan lumpur pada pasir dapat dihitung dengan persamaan (3.7).

4.2.5 Pengujian Sampel

Setelah dilakukan pengujian bahan-bahan, dilanjutkan pembuatan sampel-sampel yang dilanjutkan dengan pegujian pada sampel-sampel yang telah dibuat tersebut. Adapun dimensi sampel yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Ukuran Sampel Panel Dinding Uji Desak



Gambar 4.2 Ukuran Sampel Panel Dinding Uji Lentur

4.2.5.1 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 buah bagian yaitu : jenis sampel, persentase kawat bendrat, panjang kawat bendrat dan nomor sampel, misalnya D 02 07 01 berarti.

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

Variasi yang dipakai dalam penelitian dapat dikelompokan dalam sebuah tabel dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nama dan Keterangan Variasi

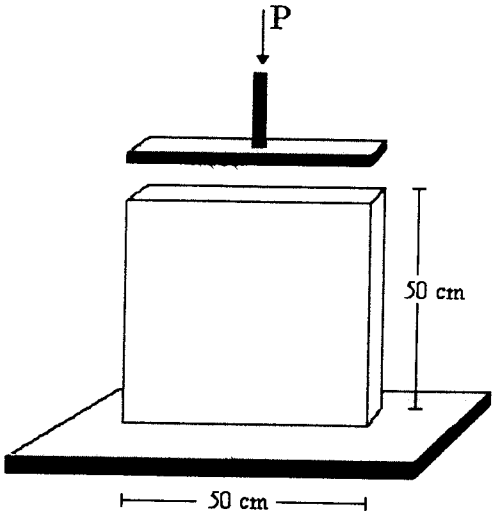
Variasi	Kode Sampel		Keterangan
	Tekan	Lentur	
Variasi I	D 04 00	L 04 00	Sampel Normal Tanpa Penambahan Kawat Bendrat
Variasi II	D 04 01	L 04 01	Sampel dengan Penambahan 4% 1cm Kawat Bendrat
Variasi III	D 04 04	L 04 04	Sampel dengan Penambahan 4% 4cm Kawat Bendrat
Variasi IV	D 04 07	L 04 07	Sampel dengan Penambahan 4% 7cm Kawat Bendrat
Variasi V	D 04 10	L 04 10	Sampel dengan Penambahan 4% 10cm Kawat Bendrat

4.2.5.2 Pengujian Kuat Desak Dinding Panel Kawat Bendrat

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan besar kuat tekuk dinding kawat bendrat dengan campuran mortar 1 : 5, dimana kekuatan tekan dari sampel tersebut digunakan untuk mengetahui kemampuan dinding tersebut dalam menahan dinding yang dipasang diatasnya dan mewakili gempa searah bidang dinding. Pengujian dilakukan dengan membuat 5 buah benda uji. Sampel yang digunakan adalah dinding kawat bendrat dengan ketebalan 3 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat umur benda uji 28 hari.

Benda uji yang dipakai adalah dinding panel kawat bendrat berdimensi 50 x 50 x 3 (cm). Sampel diletakan diatas tumpuan, setelah sampel dapat berdiri tegak lurus dengan alat uji desak, kemudian dipasang sebuah dial, untuk mengetahui besarnya kuat desak. Kemudian sampel diuji dengan memberikan beban diatas sampel, beban diberikan secara berangsur–angsur sebasar 500 kg sampai beban maksimum yang dapat ditahan oleh sampel tersebut.

Pengujian kuat desak dinding panel dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pengujian Kuat Tekan Dinding Panel

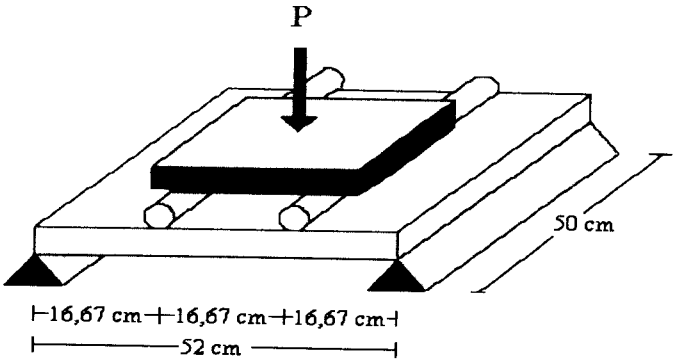
4.2.5.3 Pengujian Kuat Lentur Dinding Panel Kawat Bendrat

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 5 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 diletakan diatas dua tumpuan berjarak 50 cm, setelah sampel diletakkan diatas tumpuan kemudian diatas sampel tersebut diletakan 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.



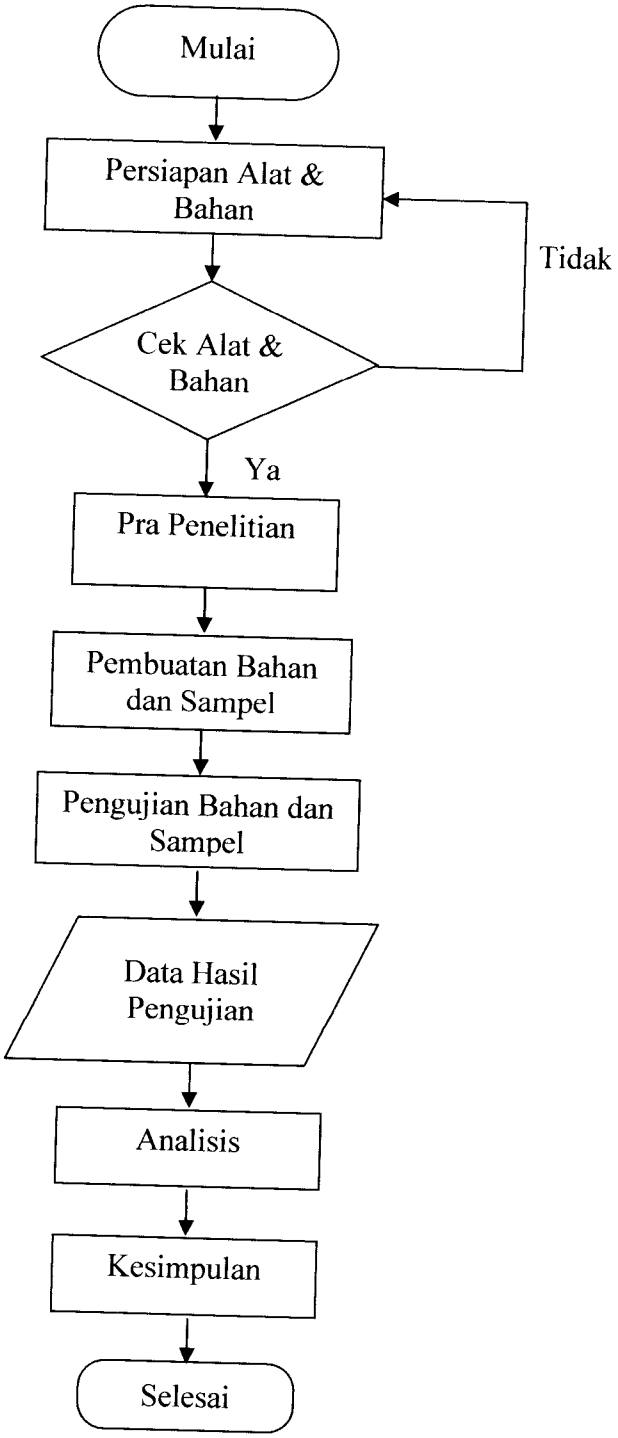
Gambar 4.4 Pengujian Kuat Lentur Dinding Panel

4.3 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. aengambilan kesimpulan.

Secara sistematik kaidah-kaidah tersebut dapat dilihat Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Flow Chart* Tahapan Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

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

5.1. Hasil Penelitian

Setelah semua pelaksanaan penelitian di laboratorium selesai, sebagai hasilnya didapatkan data mengenai dimensi benda uji, beban yang mampu ditahan sampel, defleksi pada tiap interval pembebanan, dan akhirnya didapat besarnya Tegangan (σ), Modulus Elastisitas (E) dan energi dari tiap – tiap variasi sampel benda uji.

5.2. 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. Perawatan sampel dilakukan dengan cara merendam didalam bak air dan pengujian dilakukan setelah sampel berumur 28 hari.

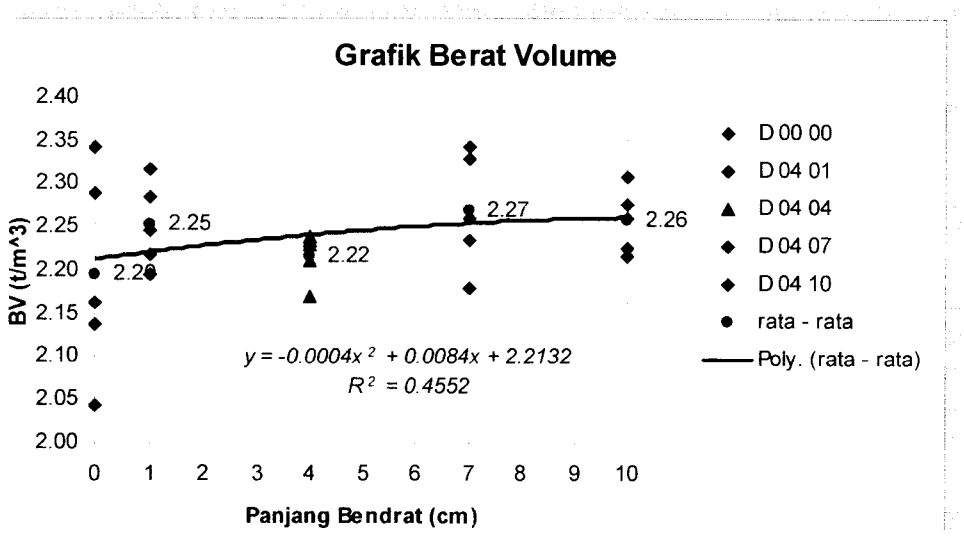
Pengujian dilakukan dengan memberi beban merata diatas sampel yaitu pembebanan dengan interval sebesar 500 kg, pada pengujian tekan dipasang dial untuk mengukur regangan desak dengan ketelitian 0.01 mm, regangan yang terjadi dicatat.

5.2.1 Pengukuran Dimensi Dinding Panel Desak

Sebelum pengujian tekan dilakukan, terlebih dahulu sampel perlu diukur dimensinya dengan menggunakan alat ukur/ meteran. Data – data hasil pengukuran sampel desak disajikan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data – Data Pengukuran Sampel Desak

No	Kode Sampel	Slump (cm)	+ Bendrat (cm)	p (cm)	l (cm)	t (cm)	A (cm2)	Vol (cm3)	Berat (kg)	BV (t/m3)
1	D 00 00 01	7.00	-	50	50	3.09	154.63	7731.25	17.70	2.29
2	D 00 00 02	7.00	-	50	50	3.11	155.30	7765.00	16.80	2.16
3	D 00 00 03	7.00	-	50	50	3.13	156.50	7825.00	16.00	2.04
4	D 00 00 04	7.00	-	50	50	3.04	152.00	7600.00	17.80	2.34
5	D 00 00 05	7.00	-	50	50	3.11	155.25	7762.50	16.60	2.14
	Rerata			**50**	**50**	**3.09**	**154.74**	**7736.75**	**16.98**	**2.20**
1	D 04 01 01	7.00	6.50	50	50	3.33	166.66	8333.13	18.30	2.20
2	D 04 01 02	7.00	6.50	50	50	3.26	163.00	8150.00	18.30	2.25
3	D 04 01 03	7.00	6.50	50	50	3.33	166.38	8318.75	19.00	2.28
4	D 04 01 04	7.00	6.50	50	50	3.37	168.38	8418.75	19.50	2.32
5	D 04 01 05	7.00	6.50	50	50	3.14	156.88	7843.75	17.40	2.22
	Rerata			**50**	**50**	**3.29**	**164.26**	**8212.88**	**18.50**	**2.25**
1	D 04 04 01	7.00	3.70	50	50	3.32	166.00	8300.00	18.50	2.23
2	D 04 04 02	7.00	3.70	50	50	3.22	160.75	8037.50	18.00	2.24
3	D 04 04 03	7.00	3.70	50	50	3.18	159.10	7955.00	17.60	2.21
4	D 04 04 04	7.00	3.70	50	50	3.24	162.00	8100.00	18.10	2.23
5	D 04 04 05	7.00	3.70	50	50	3.24	162.20	8110.00	17.60	2.17
	Rerata			**50**	**50**	**3.24**	**162.01**	**8100.50**	**17.96**	**2.22**
1	D 04 07 01	7.00	2.50	50	50	3.13	156.67	7833.25	17.50	2.23
2	D 04 07 02	7.00	2.50	50	50	3.14	157.00	7850.00	17.10	2.18
3	D 04 07 03	7.00	2.50	50	50	3.28	164.00	8200.00	19.10	2.33
4	D 04 07 04	7.00	2.50	50	50	3.19	159.67	7983.25	18.70	2.34
5	D 04 07 05	7.00	2.50	50	50	3.22	161.13	8056.25	18.20	2.26
	Rerata			**50**	**50**	**3.19**	**159.69**	**7984.55**	**18.12**	**2.27**
1	D 04 10 01	7.00	2.50	50	50	3.19	159.38	7968.75	18.40	2.31
2	D 04 10 02	7.00	2.50	50	50	3.15	157.50	7875.00	17.80	2.26
3	D 04 10 03	7.00	2.50	50	50	3.20	159.88	7993.75	18.20	2.28
4	D 04 10 04	7.00	2.50	50	50	3.25	162.63	8131.25	18.10	2.23
5	D 04 10 05	7.00	2.50	50	50	3.12	156.13	7806.25	17.30	2.22
	Rerata			**50**	**50**	**3.18**	**159.10**	**7955.00**	**17.96**	**2.26**



Gambar 5.1 Grafik Berat Volume Panel Desak

5.2.3 Perhitungan Koreksi

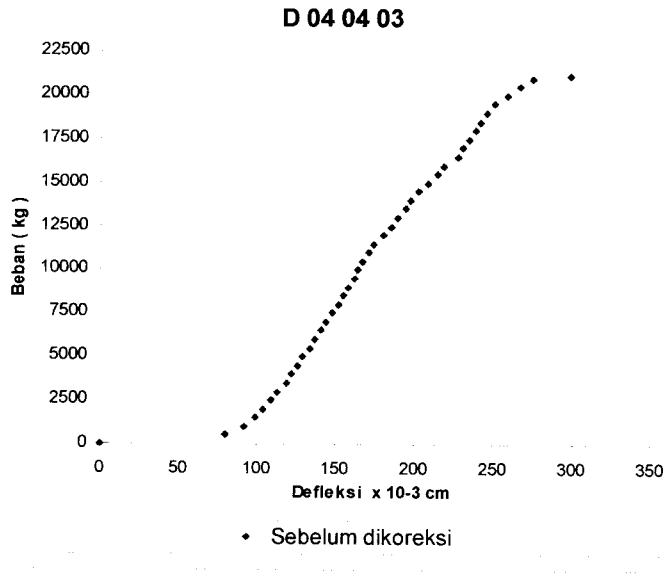
Setelah pengukuran sampel dilakukan, maka sampel di uji desak dan didapat data–data primer berupa beban dan defleksi. Dari data tersebut akan diketahui tegangan maksimum (σmax), regangan maksimum (εmax), modulus elastis (*E*) dan energi (At).

Pada pembahasan landasan teori telah dibahas mengenai prilaku karakteristik kurva hubungan antara gaya (*force*) dan simpangan (*displacement*), dimana pada keadaan awal kurva akan bersifat linier selanjutnya akan mengalami peralihan menjadi non-linier setelah itu material sampel akan kehilangan banyak kekuatannya hingga mengalami runtuh.

Pada pengujan desak, pada awal pengujian terjadi loncatan pembacaan dial, hal ini dapat dilihat dengan pembacaan awal yang jauh dari titik nol, sebelum akhirnya membentuk kurva linear, sehingga data awal yang mengalami penyimpangan, perlu dikoreksi.

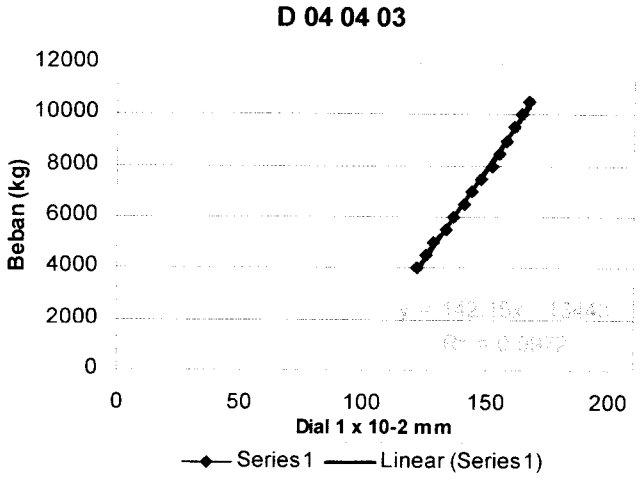
Berikut adalah contoh langkah koreksi simpangan (*displacement*) sampel D 04 04 03:

1. Gambar Kurva hubungan antara gaya (*force*) dan simpangan (*displacement*) berdasarkan data lapangan. Dari Gambar 5.2 terlihat bahwa pada beberapa titik awal kurva tidak berprilaku linier/ terjadi penyimpangan.



Gambar 5.2 Data Lapangan D 04 04 03

2. Ke*non*-linearan kurva ini perlu dikoreksi, dengan berpatokan kurva linear diatasnya, dengan menarik garis dari kurva linear sampai mengenai sumbu x. Kurva linear ini dicari dengan persamaan linear yang nilai R^2 paling mendekati nilai 1 (satu).
3. Gambar data kurva yang linier dan tentukan persamaan liniernya, berdasarkan persamaan tersebut kurva awal non-linier dikoreksi.



Gambar 5.3 Grafik Kurva Linear pada Koreksi Tahap Awal

4. Contoh perhitungan koreksi tahap awal.

Koreksi awal memperbaiki ke*non*-linearan pada awal kurva.

Koreksi awal :

Y = Beban ; X = Defleksi

Persamaan linier → $Y = 142.15X_1 - 13443$

$$X_1 = \frac{(Y + 13443)}{142.15}$$

Dengan memasukan nilai Y (beban), maka nilai untuk X_1 (koreksi tahap awal dapat diketahui), adapun perhitungan koreksi awal sebagai berikut :

Pada $Y = 0$, maka, nilai untuk $X_1 = 94{,}57$

Pada $Y = 500$, maka, nilai untuk $X_1 = 98{,}09$

Pada $Y = 1000$, maka, nilai untuk $X_1 = 101{,}60$

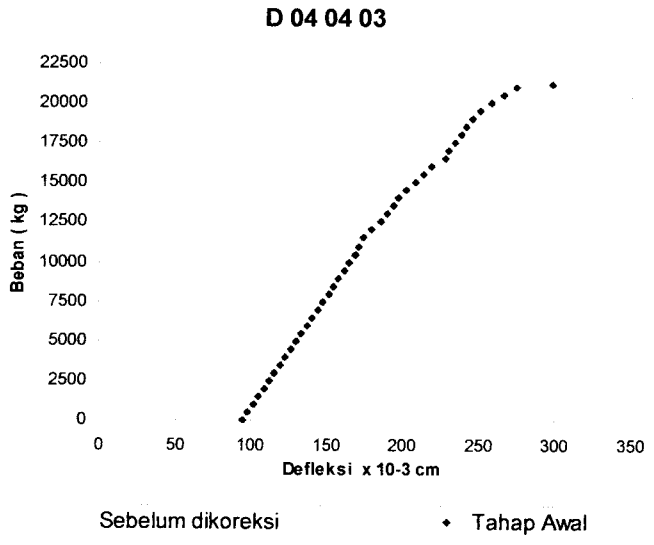
Perhitungan untuk koreksi tahap awal dihentikan ketika mencapai nilai terakhir yang diambil sebagai kurva linear yaitu pada $Y = 10500$, dengan nilai X_1

= 168,43. sedangkan untuk nilai diatas kurva linear tidak perlu dikoreksi, dikarenakan pembacaan dianggap sudah benar. Pada Tabel 5.3, kurva *non*-linear dicetak miring, untuk membedakan, dengan kurva yang linear.

Tabel 5.3 Perhitungan Koreksi Tahap Awal

Beban (kg) ***Y***	**Pembacaan Dial x10^{-3} cm (*Xo*)**	**Tahap Awal (X_1)**
0	*0*	*94.57*
500	*80*	*98.09*
1000	*92*	*101.60*
1500	*99*	*105.12*
2000	*104*	*108.64*
2500	*109*	*112.16*
3000	*113*	*115.67*
3500	*119*	*119.19*
4000	122	122.71
4500	125.5	126.23
5000	129	129.74
5500	134	133.26
6000	137	136.78
6500	141	140.30
7000	144	143.81
7500	148	147.33
8000	152	150.85
8500	155	154.37
9000	158	157.88
9500	161.5	161.40
10000	164	164.92
10500	167	168.43

Dari koreksi tahap awal ini maka *non*-linearan pada awal kurva dapat diperbaiki, Tabel 5.3 jika ditampilkan dalam bentuk kurva, seperti pada Gambar 5.3. terlihat nilai-nilai yang tidak linear menjadi kurva linear. Tetapi kurva ini tidak berawal dari titik 0 (nol), sehingga kurva perlu digeser sejauh jarak dari titik awal ke titik 0 (nol), menggunakan koreksi akhir



Gambar 5.3 Koreksi Tahap Awal

5. Contoh Perhitungan Koreksi Tahap Akhir

Koreksi tahap akhir ini menggeser kurva dari koreksi awal, penggeseran kurva ini sejauh jarak dari titik awal ke titik 0 (nol) yaitu sebesar 94,57.

Koreksi akhir :

Koreksi akhir (X_2)= Koreksi awal (X_1)– 94,57

Dengan memasukan nilai koreksi tahap awal, maka nilai untuk koreksi tahap akhir dapat diketahui, adapun perhitungan koreksi akhir sebagai berikut :

Pada X_1 = 94,57, maka, nilai untuk X_2 = 0

Pada X_1 = 98,09, maka, nilai untuk X_2 = 3,52

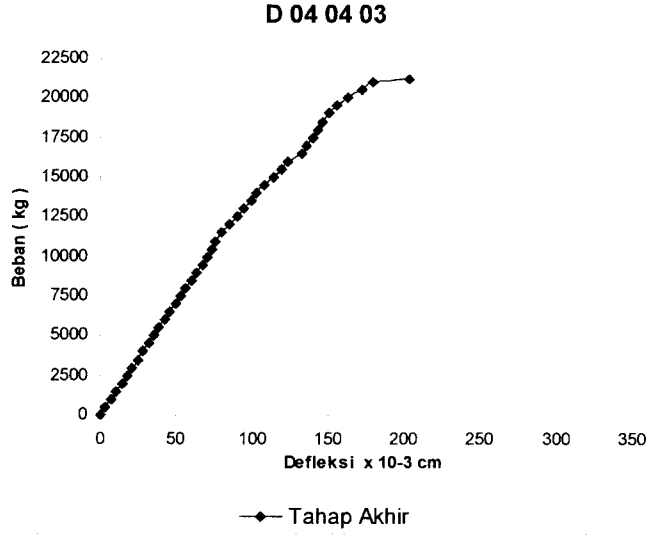
Pada X_1 = 101,6, maka, nilai untuk X_2 = 7,03

Perhitungan untuk koreksi tahap akhir sampai dengan nilai terakhir pada kurva, yaitu pada X_1 = 298, dengan nilai X_2 = 203,43. Hasil keseluruhan dari koreksi tahap awal dan akhir dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Perhitungan Koreksi Tahap Akhir

Beban (kg) *Y*	**Pembacaan Dial x10^{-3} cm** *Xo*	**Tahap Awal (X_1)**	**Tahap Akhir (X_2)**
0	*0*	*94.57*	*0.00*
500	*80*	*98.09*	*3.52*
1000	*92*	*101.60*	*7.03*
1500	*99*	*105.12*	*10.55*
2000	*104*	*108.64*	*14.07*
2500	*109*	*112.16*	*17.59*
3000	*113*	*115.67*	*21.10*
3500	*119*	*119.19*	*24.62*
4000	122	122.71	28.14
4500	125.5	126.23	31.66
5000	129	129.74	35.17
5500	134	133.26	38.69
6000	137	136.78	42.21
6500	141	140.30	45.73
7000	144	143.81	49.24
7500	148	147.33	52.76
8000	152	150.85	56.28
8500	155	154.37	59.80
9000	158	157.88	63.31
9500	161.5	161.40	66.83
10000	164	164.92	70.35
10500	167	168.43	73.87
11000	170.5	170.5	75.93
11500	174	174	79.43
12000	179.5	179.5	84.93
12500	185	185	90.43
13000	189	189	94.43
13500	194	194	99.43
14000	197	197	102.43
14500	202	202	107.43
15000	208	208	113.43
15500	213.5	213.5	118.93
16000	218	218	123.43
16500	227	227	132.43
17000	230	230	135.43
17500	234	234	139.43
18000	237.5	237.5	142.93
18500	240.5	240.5	145.93
19000	245	245	150.43
19500	250	250	155.43
20000	257.5	257.5	162.93
20500	266	266	171.43
21000	274	274	179.43
21200	298	298	203.43

4. Dari kurva ini maka ketidak linearan kurva dapat diperbaiki. Karena kurva tidak berada pada titik 0 (nol), maka kurva tersebut digeser sehingga berawal dari titik 0 (nol). Koreksi Tahap Akhir dapat dilihat pada Gambar 5.4



Gambar 5.4 Koreksi Tahap Akhir

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan dinding panel kawat bendrat tersebut dalam menahan tegangan desak maksimal, dengan penambahan variasi panjang. Metode perhitungan untuk satu sampel adalah sebagai berikut :

Tabel 5.5 Data Sampel D 04 04 03

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

Luasan bidang desak = panjang × tebal sampel

A bidang tekan $= p \times h$

$= 50{,}0 \times 3{,}18 = 159{,}1 \text{ cm}^2.$

Sesuai persamaan (3.13) maka besarnya kuat tekan dinding panel dihitung sebagai berikut

$$\sigma dsk = \frac{P}{A} = \frac{21200}{159{,}1} = 133{,}25 \text{ kg/cm}^2$$

Berikut adalah hasil dari Pengolahan data Sampel D 04 04 03, untuk variasi yang lainnya dapat dilihat pada lampiran 2.

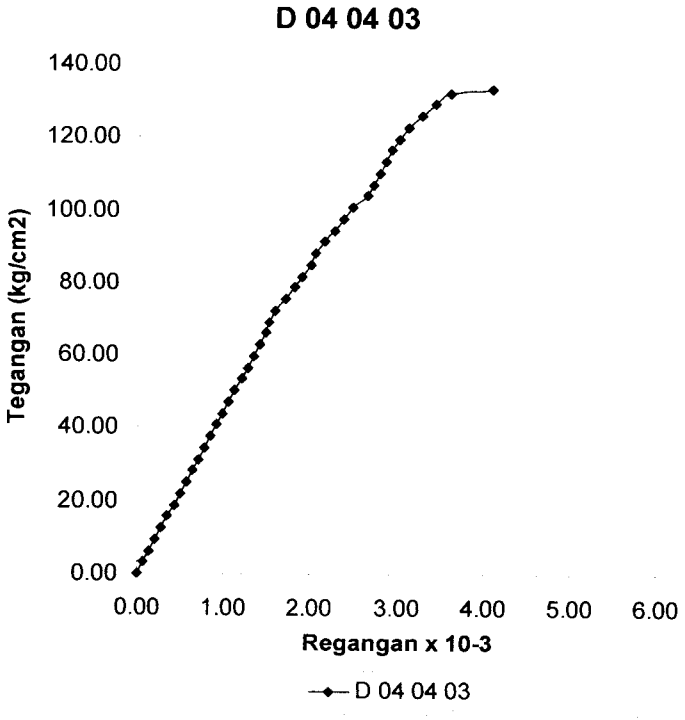
Tabel 5.6 Hasil Pengolahan Data D 04 0101

Beban (Kg)	Pembacaan		Tegangan σ = P/A (kg/cm²)	Regangan ε = ΔL / Lo x 10^{-3}	Energi kg/cm² x 10^{-3}
	Dial (cm) x 10^{-3}	Koreksi (cm) x 10^{-3}			
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	80	3.52	3.14	0.07	1.57
1000	92	7.03	6.29	0.14	1.90
1500	99	10.55	9.43	0.21	2.46
2000	104	14.07	12.57	0.28	3.23
2500	109	17.59	15.71	0.35	4.22
3000	113	21.10	18.86	0.42	5.44
3500	119	24.62	22.00	0.49	6.88
4000	122	28.14	25.14	0.56	8.54
4500	125.5	31.66	28.28	0.63	10.41
5000	129	35.17	31.43	0.70	12.51
5500	134	38.69	34.57	0.77	14.84
6000	137	42.21	37.71	0.84	17.38
6500	141	45.73	40.85	0.91	20.14
7000	144	49.24	44.00	0.98	23.13
7500	148	52.76	47.14	1.06	26.33
8000	152	56.28	50.28	1.13	29.76
8500	155	59.80	53.43	1.20	33.41
9000	158	63.31	56.57	1.27	37.28
9500	161.5	66.83	59.71	1.34	41.37
10000	164	70.35	62.85	1.41	45.68
10500	167	73.87	66.00	1.48	50.21
11000	170.5	75.93	69.14	1.52	53.00
11500	174	79.43	72.28	1.59	57.95
12000	179.5	84.93	75.42	1.70	66.07

Tabel 5.6 Lanjutan

12500	185	90.43	78.57	1.81	74.54
13000	189	94.43	81.71	1.89	80.95
13500	194	99.43	84.85	1.99	89.28
14000	197	102.43	87.99	2.05	94.47
14500	202	107.43	91.14	2.15	103.42
15000	208	113.43	94.28	2.27	114.55
15500	213.5	118.93	97.42	2.38	125.09
16000	218	123.43	100.57	2.47	134.00
16500	227	132.43	103.71	2.65	152.39
17000	230	135.43	106.85	2.71	158.70
17500	234	139.43	109.99	2.79	167.38
18000	237.5	142.93	113.14	2.86	175.19
18500	240.5	145.93	116.28	2.92	182.07
19000	245	150.43	119.42	3.01	192.68
19500	250	155.43	122.56	3.11	204.78
20000	257.5	162.93	125.71	3.26	223.40
20500	266	171.43	128.85	3.43	245.03
21000	274	179.43	131.99	3.59	265.90
21200	298	203.43	133.25	4.07	329.56

Dari pengolahan data sampel D 04 04 03, tersebut maka dapat dibuat grafik hubungan tegangan-regangan, adapun gambar grafik dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan

Mengingat keamanan terhadap peralatan-peralatan yang dipakai saat pengujian (*dial gauge*), karena harganya mahal, maka pengamatan pengujian desak dihentikan pada saat sampel mencapai beban maksimum, dikarenakan dikhawatirkan panel yang runtuh akan menimpa *dial gauge* tersebut.

Dari grafik hubungan tegangan-regangan, yang dapat digunakan untuk mencari besarnya nilai modulus elastis (E) dan Energi yang diserap (At). Contoh perhitungan untuk mendapatkan besarnya nilai modulus elastisitas (E) dan Energi yang diserap (At) untuk sampel D 04 04 03 adalah sebagai berikut :

Diketahui :

σ max = 133,25 kg/cm^2

$0{,}4.\sigma \text{ max} = \sigma \text{ e} = 53{,}29 \text{ kg/cm}^2$

$\varepsilon \text{ e} \quad = 1{,}19 \text{ x } 10^{-3}$

Penyelesaian :

$$E = \frac{\sigma e}{\varepsilon e} = \frac{53{,}29}{1{,}19 x 10^{-3}} = 44{,}67 \text{ x } 10^3 \text{ kg/cm}^2$$

Besarnya energi total yang diserap adalah :

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

$$At_2 = \frac{(133{,}25 + 131{,}99)}{2} x(4{,}07 - 3{,}59) + 265{,}9$$

$$= 329{,}56 \text{ x } 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$$

Dengan cara yang sama maka dapat diperoleh besaran modulus elastis (E), Energi yang diserap (At) dan Tegangan (σ') untuk tiap variasi sampel dapat dilihat pada Tabel 5.7.

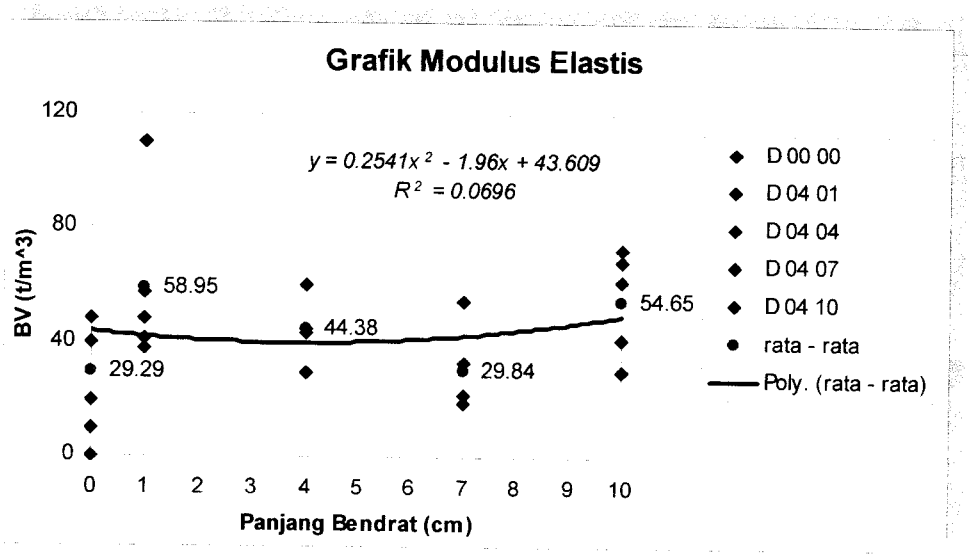
Tabel 5.7 Hasil Pengolahan Kuat Desak Dinding Panel

No	Kode Sampel	Pmax (kg)	E x 10^3 (kg/cm^2)	At x 10^{-3} (kg/cm^2)	σ' (kg/cm^2)
1	D 00 00 01	15100	48.45	53.00	97.66
2	D 00 00 02	8650	9.58	178.65	55.70
3	D 00 00 03	11150	-	-	71.25
4	D 00 00 04	13200	39.78	100.20	86.84
5	D 00 00 05	8900	19.35	189.91	57.33
	Rerata	**11400**	**29.29**	**130.44**	**73.75**
1	D 04 01 01	13300	41.10	107.78	79.80
2	D 04 01 02	16200	57.11	193.15	99.39
3	D 04 01 03	15000	110.40	96.20	90.16
4	D 04 01 04	14050	48.21	122.16	83.44
5	D 04 01 05	13300	37.94	204.43	84.78
	Rerata	**14370**	**58.95**	**144.75**	**87.51**
1	D 04 04 01	19500	60.24	169.95	117.47
2	D 04 04 02	15800	44.59	227.59	98.29
3	D 04 04 03	21200	44.67	329.56	133.25

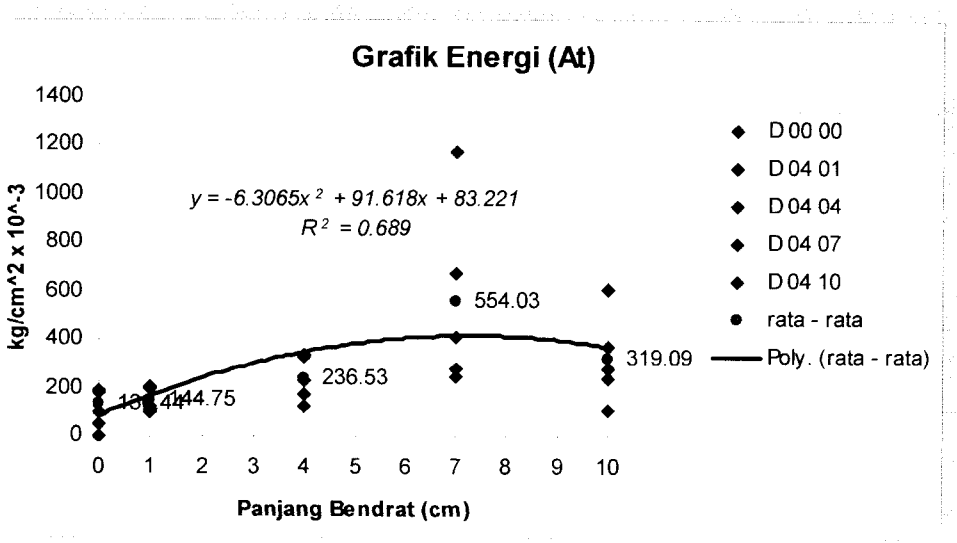
Tabel 5.7 Lanjutan

4	D 04 04 04	15000	42.95	122.68	92.59
5	D 04 04 05	14850	29.42	332.85	91.55
	Rerata	**17270**	**44.38**	**236.53**	**106.63**
1	D 04 07 01	13150	21.80	409.32	83.94
2	D 04 07 02	16500	32.59	1169.21	105.10
3	D 04 07 03	22500	54.11	280.34	137.20
4	D 04 07 04	13500	18.94	667.34	84.55
5	D 04 07 05	10150	21.79	243.92	62.99
	Rerata	**15160**	**29.84**	**554.03**	**94.75**
1	D 04 10 01	17150	61.22	278.05	107.61
2	D 04 10 02	22700	72.23	241.47	144.13
3	D 04 10 03	19350	68.08	105.90	121.03
4	D 04 10 04	15050	41.46	602.85	92.54
5	D 04 10 05	15500	30.24	367.17	99.28
	Rerata	**17950**	**54.65**	**319.09**	**112.92**

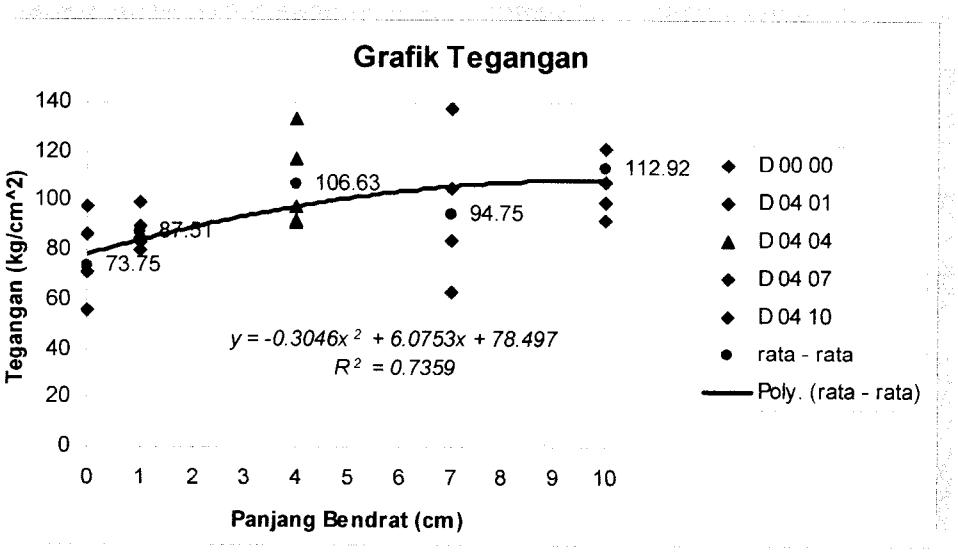
Dari Tabel 5.7 akan disajikan dalam bentuk Grafik tegangan maksimum, modulus elastis dan energi yang diserap terhadap penambahan panjang bendrat untuk masing-masing variasi.



Gambar 5.6 Grafik Modulus elastis tiap Variasi Panjang



Gambar 5.7 Grafik Energi tiap Variasi Panjang



Gambar 5.8 Grafik Tegangan tiap Variasi Panjang

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 5.6 terlihat bahwa sampel non bendrat nilai modulus elastisnya 29.29 x 10^3 kg/cm^2, sedangkan sampel dengan panjang bendrat 1 cm, 4 cm, 7 cm dan 10 cm berturut – turut nilai modulus elastisnya 58.95 x 10^3 kg/cm^2, 44.38 x 10^3 kg/cm^2, 29.85 x 10^3 kg/cm^2, 54.65 x 10^3 kg/cm^2 sehingga terjadi peningkatan sebesar 101.26 %, 51.50 %, 1.84 % dan 86.57 %. namun penambahan panjang bendrat pada panel dinding memiliki hubungan yang lemah terhadap peningkatan nilai modulus elastis.

Dari Gambar 5.7 terlihat bahwa sampel non bendrat nilai energi serapannya 130.44 x 10^{-3} kg/cm^2, sedangkan sampel dengan panjang bendrat 1 cm, 4 cm, 7 cm dan 10 cm berturut – turut nilai energi serapannya 144.75 x 10^{-3} kg/cm^2, 236.53 x 10^{-3} kg/cm^2, 554.03 x 10^{-3} kg/cm^2, 319.09 x 10^{-3} kg/cm^2 sehingga terjadi peningkatan sebesar 10.97 %, 81.33 %, 324.74 % dan 144.63 %. Sehingga dengan penambahan panjang bendrat pada panel dinding memiliki hubungan yang kuat terhadap peningkatan nilai energinya.

Dari Gambar 5.8 terlihat bahwa sampel non bendrat nilai tegangannya 73.75 kg/cm^2, sedangkan sampel dengan panjang bendrat 1 cm, 4 cm, 7 cm dan 10 cm berturut–turut nilai tegangannya 87.51 kg/cm^2, 106.63 kg/cm^2, 94.75 kg/cm^2, 112.92 kg/cm^2 sehingga terjadi peningkatan sebesar 18.66 %, 44.58 %, 28.48 % dan 53.10 %. Sehingga dengan penambahan panjang bendrat pada panel dinding untuk kuat desaknya memiliki hubungan yang kuat terhadap peningkatan besar tegangan.

Bila melihat nilai modulus elastis, energi yang diserap dan tegangan pada tiap variasi panjang, khususnya pada panjang bendrat 7 cm menyebabkan korelasi dengan variasi panjang bendrat lainnya menjadi menurun. Hal ini disebabkan pada saat sampel dengan panjang bendrat 7 cm sedang diuji, terjadi kerusakan alat uji sehingga beban yang dapat diterima sampel tidak maksimal.

Dengan hasil yang diperoleh maka, sampel dengan panjang bendrat 4 cm, merupakan sampel yang paling efektif karena disamping memiliki tegangan, modulus elastis dan energi yang relatif tinggi juga tingkat *workability*nya lebih mudah bila dibandingkan dengan sampel dengan panjang bendrat 7 dan 10 cm.

5.3. 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. Pelaksanaan uji lentur dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Jogjakarta. Pada pengujian lentur dinding panel serat bendrat, setiap variasi memiliki 5 buah benda uji. Perawatan sampel dilakukan dengan cara merendam didalam bak air dan pengujian dilakukan setelah sampel berumur 28 hari.

Benda uji diletakan diatas dua tumpuan berjarak 50 cm, setelah diletakkan diatas tumpuan kemudian diatas sample tersebut diletakan dua beban garis setempat sehingga sample terbagi 3 bagian yang sama panjang sepanjang 16,67 cm. Pengujian dikerjakan dengan memberi beban merata diatasnya dengan

pembebanan bertahap dengan interval sebesar 25 kg, pada setiap pembebanan, pada pengujian lentur dipasang 3 buah dial dengan ketelitian 0.01 mm, yang diletakan dibawah sampel, untuk mengetahui regangan lentur dinding. Besarnya regangan dicatat.

5.3.1 Pengukuran Dimensi Dinding Panel Lentur

Sebelum pengujian lentur dilakukan, terlebih dahulu sampel perlu diukur dimensinya dengan menggunakan alat ukur/ meteran. Data – data hasil pengukuran sampel lentur disajikan dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Data – Data Pengukuran Sampel Lentur

No	Kode Sampel	Slump (cm)	+ Bendrat (cm)	p (cm)	l (cm)	t (cm)	A (cm2)	Vol (cm3)	Berat (kg)	BV (t/m3)
1	L 00 00 01	7.50	-	52	50	3.14	157.13	8170.5	18	2.20
2	L 00 00 02	7.50	-	52	50	3.16	157.80	8205.6	17.5	2.13
3	L 00 00 03	7.50	-	52	50	3.18	159.00	8268	19	2.30
4	L 00 00 04	7.50	-	52	50	3.09	154.50	8034	17.4	2.17
5	L 00 00 05	7.50	-	52	50	3.16	157.75	8203	17.8	2.17
	Rerata			**52**	**50**	**3.14**	**157.24**	**8176.22**	**17.94**	**2.19**
1	L 04 01 01	7.00	6.50	52	50	3.43	171.60	8923.2	19.1	2.14
2	L 04 01 02	7.00	6.50	52	50	3.39	169.30	8803.6	17.9	2.03
3	L 04 01 03	7.00	6.50	52	50	3.13	156.50	8138	18.4	2.26
4	L 04 01 04	7.00	6.50	52	50	2.97	148.38	7715.5	19.5	2.53
5	L 04 01 05	7.00	6.50	52	50	3.47	173.38	9015.5	19.5	2.16
	Rerata			**52**	**50**	**3.28**	**163.83**	**8519.16**	**18.88**	**2.23**
1	L 04 04 01	7.00	5.00	52	50	3.13	156.31	8128.25	17.9	2.20
2	L 04 04 02	7.00	5.00	52	50	3.14	156.75	8151	18.4	2.26
3	L 04 04 03	7.00	5.00	52	50	3.28	163.96	8526.05	18	2.11
4	L 04 04 04	7.00	5.00	52	50	3.25	162.30	8439.6	19.3	2.29
5	L 04 04 05	7.00	5.00	52	50	3.14	157.13	8170.5	18	2.20
	Rerata			**52**	**50**	**3.19**	**159.29**	**8283.08**	**18.32**	**2.21**
1	L 04 07 01	6.00	2.50	52	50	3.43	171.60	8923.2	19.5	2.19
2	L 04 07 02	6.00	2.50	52	50	3.40	170.00	8840	19.1	2.16
3	L 04 07 03	6.00	2.50	52	50	3.32	165.75	8619	17.4	2.02
4	L 04 07 04	6.00	2.50	52	50	3.28	164.00	8528	18.3	2.15
5	L 04 07 05	6.00	2.50	52	50	3.45	172.35	8962.2	20	2.23

Tabel 5.8 Lanjutan

	Rerata			**52**	**50**	**3.37**	**168.74**	**8774.48**	**18.86**	**2.15**
1	L 04 10 01	7.00	2.50	52	50	3.22	160.94	8368.75	17.6	2.10
2	L 04 10 02	7.00	2.50	52	50	3.40	170.19	8849.75	17.5	1.98
3	L 04 10 03	7.00	2.50	52	50	3.11	155.25	8073	18.8	2.33
4	L 04 10 04	7.00	2.50	52	50	3.13	156.35	8130.2	17.6	2.16
5	L 04 10 05	7.00	2.50	52	50	3.32	166.13	8638.5	19.1	2.21
	Rerata			**52**	**50**	**3.24**	**161.77**	**8412.04**	**18.12**	**2.16**

5.3.2 Pengolahan Data Kuat Lentur Dinding 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 (Φ), Momen (M), Tegangan Lentur (σlt) dan energi terbatas yang diserap (Atr). Berikut akan disajikan contoh pengolahan data untuk pengujian lentur, data yang akan disajikan berikut ini adalah sampel L 04 01 05 untuk variasi yang lain dapat dilihat pada lampiran 2.

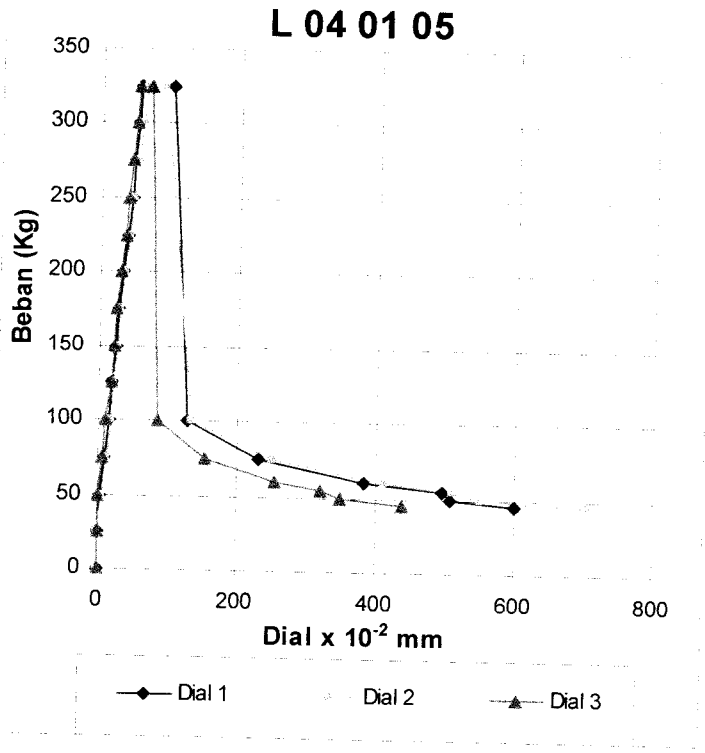
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Lentur L 04 01 05

Beban (kg)	**Pembacaan**		**Pembacaan**		**Pembacaan**	
	Dial 1 x 10-3 cm	**Koreksi Dial 1 x 10-3 cm**	**Dial 2 x 10-3 cm**	**Koreksi Dial 2 x 10-3 cm**	**Dial 3 x 10-3 cm**	**Koreksi Dial 3 x 10-3 cm**
0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
25	0	4.86	0	4.92	0	4.66
50	4	9.73	5	9.84	1	9.33
75	10	14.59	11	14.77	6	13.99
100	15	19.45	16	19.69	10	18.65
125	18	24.32	20	24.61	16	23.31
150	23	29.18	25	29.53	20	27.98
175	27	34.04	28	32.29	24	32.64
200	33	38.91	34	38.29	30	37.30
225	37	43.77	39	43.29	34	41.96
250	42	48.63	45	49.29	38	46.63
275	47	53.50	52	56.29	44	51.29
300	52	58.36	59	63.29	48	55.95
325	56	62.49	63	67.29	52	60.61
325	100	106.49	90	94.29	70	78.03
100	127	133.49	132	136.29	84	92.03
75	232	238.49	251	255.29	152	160.03

Tabel 5.9 Lanjutan

60	383	389.49	412	416.29	255	263.03
55	496	502.49	511	515.29	322	330.03
50	508	514.49	553	557.29	350	358.03
45	600	606.49	709	713.29	440	448.03

Dari data sampel L 04 01 05, tersebut maka dapat dibuat grafik hubungan beban - lendutan, adapun gambar grafik dapat dilihat pada Gambar 5.9.

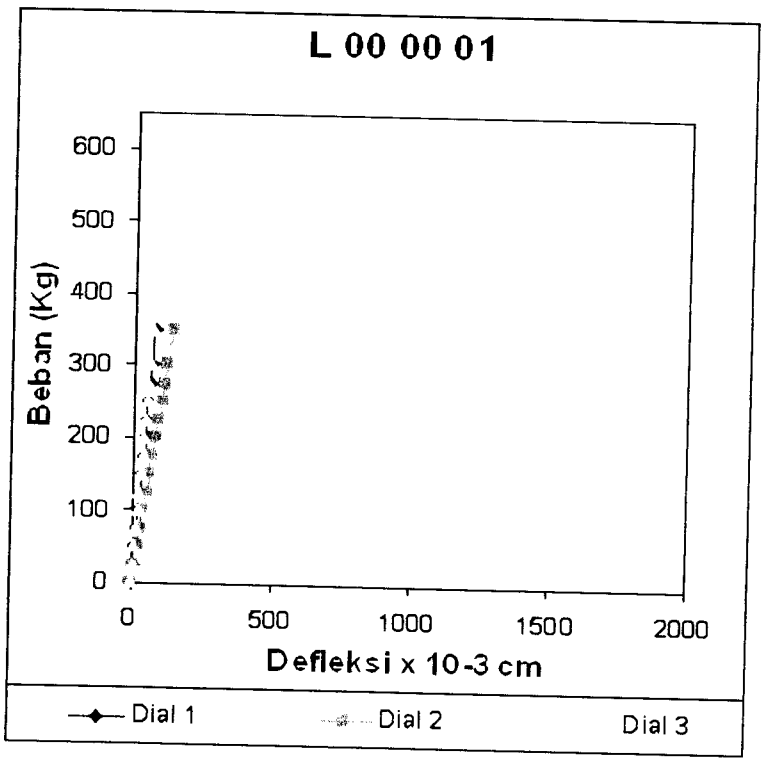


Gambar 5.9 Grafik Hubungan Beban-lendutan

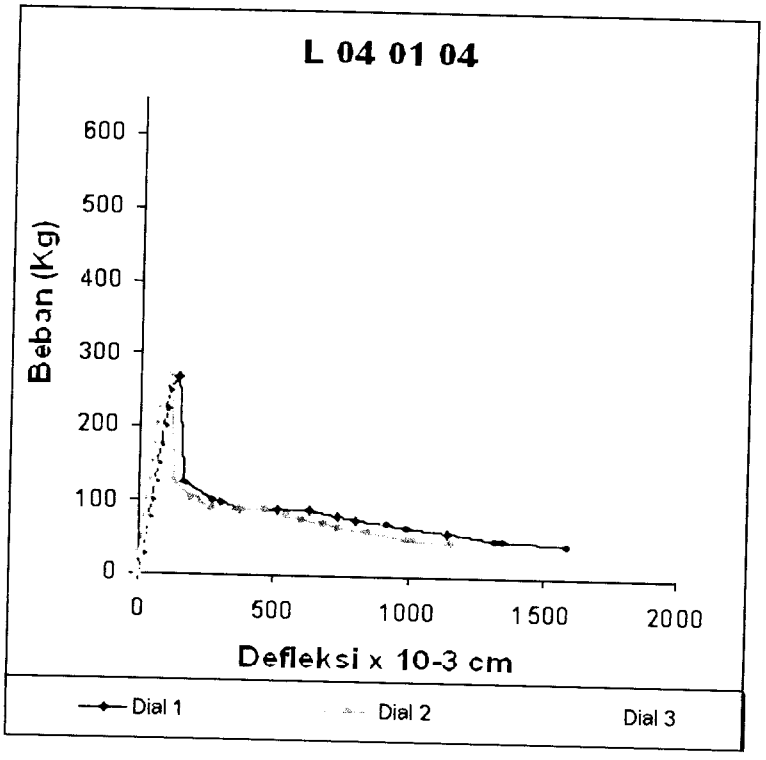
Dari Gambar 5.9 dapat terlihat bahwa dimulai dari beban 0 sampai 325 kg kurva masih tampak linier, hingga mencapai maksimum, setelah maksimum kekuatan tarik dari panel menurun dratsis tetapi tidak langsung runtuh hal ini terjadi karena bendrat menambah kekuatan tarik dari panel, kemudian kurva tampak relatif datar sehingga panel runtuh dikarenakan bendrat putus atau tercabut.

Mengingat keamanan terhadap peralatan-peralatan yang dipakai saat pengujian (*dial gauge*), karena harganya mahal, maka pengamatan pengujian lentur dihentikan pada *dial gauge* mencapai pembacaan maksimum, dikarenakan dikhawatirkan panel yang runtuh akan menimpa *dial gauge* tersebut.

Pada pengujian lentur panel nonserat patah secara tiba-tiba ketika mencapai beban maksimum, sedangkan beton serat untuk panjang 1 cm ketika mencapai beban maksimum, kekuatan tarik panel akan turun dengan drastis tetapi tidak langsung runtuh, karena bendrat dengan panjang 1 cm menambah kuat tarik panel, setelah bendrat putus atau tercabut kemudian panel mengalami keruntuhan. Pembacaan grafik *non*-serat dan panjang serat 1 cm, dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan Gambar 5.11.

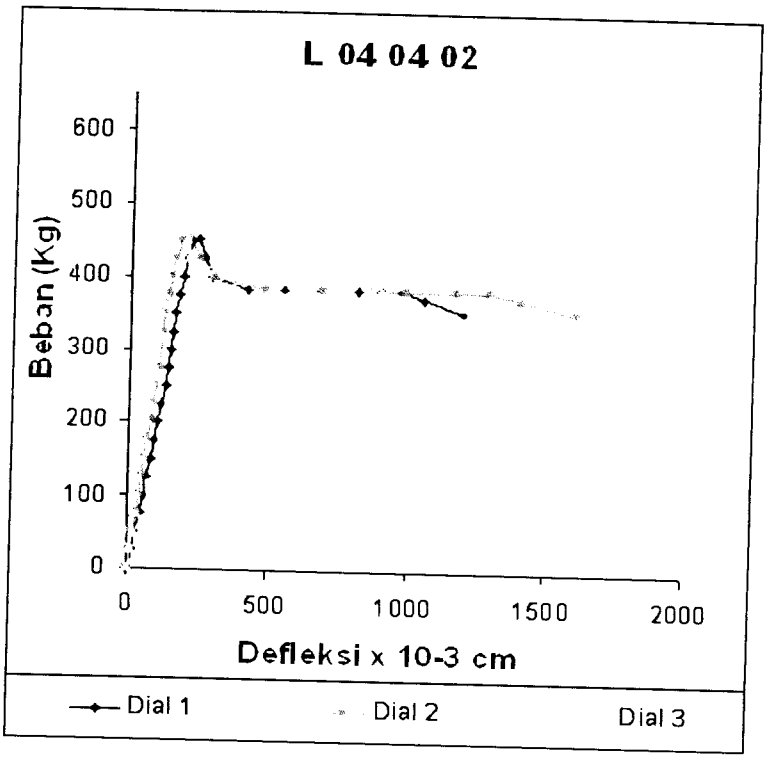


Gambar 5.10 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 00 00 01



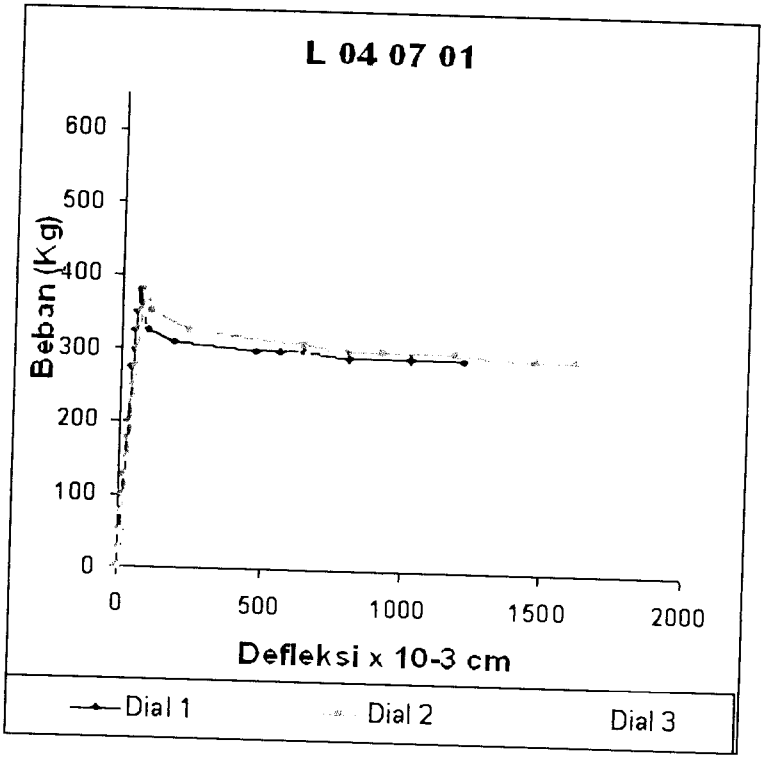
Gambar 5.11 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 04 01 04

Panel dengan panjang bendrat 4 cm menambah kekuatan lentur panel juga menambah daktilitas panel dengan signifikan, hal ini dapat terlihat dari Gambar 5.12, saat sampel mencapai kekuatan maksimumnya kekuatan tarik sampel hanya turun sedikit setelah itu kurva relatif datar, namun sampel tidak mengalami runtuh pada saat pengujian karena bendrat dengan panjang 4 cm telah efektif dan memiliki lekatan yang baik dengan sampel sehingga pada saat pengujian bendrat tidak putus atau tercabut.

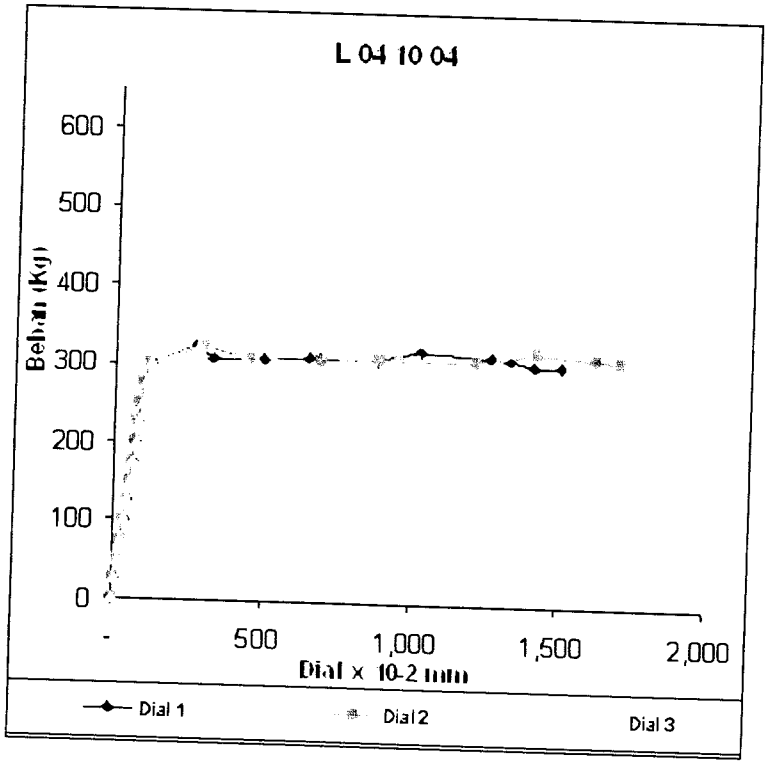


Gambar 5.12 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 04 04 02

Panel dengan panjang 7 dan 10 cm menambah kekuatan lentur panel tetapi tidak signifikan, hal ini disebabkan bendrat dengan panjang 7 dan 10 cm pada saat pencampuran terjadi *balling effect* sehingga akan menciptakan pori pada panel, untuk sifat daktilitasnya cendrung mirip dengan bendrat 4 cm tetapi penurunan kuat tariknya setelah kekuatan maksimum lebih kecil. Pembacaan grafik panjang serat 7 dan 10 cm, dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14.



Gambar 5.13 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 04 07 01



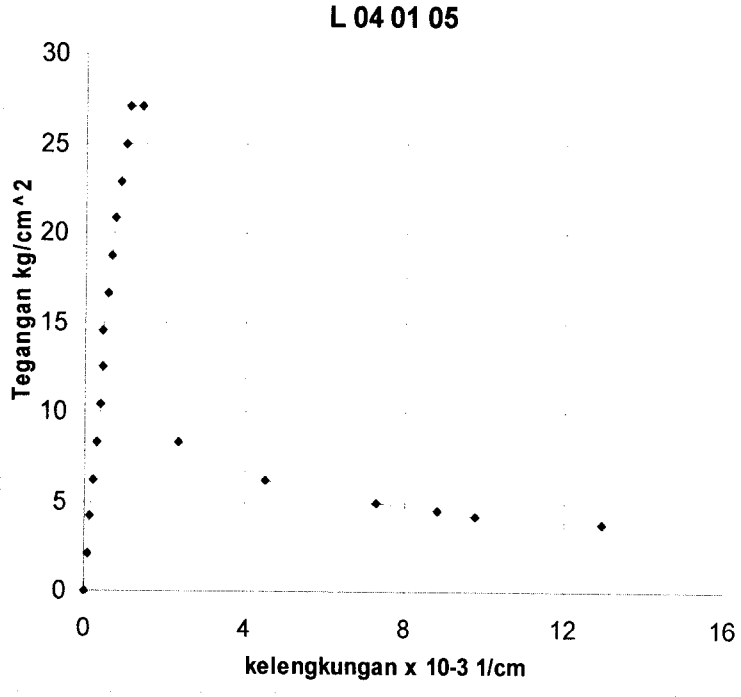
Gambar 5.14 Kurva Hubungan Beban-Lendutan L 04 10 04

Dari data Beban-defleksi tersebut akan diketahui besar nilai kelengkungan (Φ), Momen (M), Tegangan Lentur (σlt) dan energi terbatas yang diserap (Atr). Berikut akan disajikan contoh pengolahan data untuk pengujian lentur, data yang akan disajikan berikut ini adalah sampel L 04 01 05, untuk variasi yang lain dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 5.11 Hasil Pengolahan Lentur L 04 01 05

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelengkungan Φ x 10^{-3} 1/cm
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm			
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	4.86	4.92	4.66	208.33	2.08	0.07
50	9.73	9.84	9.33	416.67	4.16	0.15
75	14.59	14.77	13.99	625.00	6.24	0.22
100	19.45	19.69	18.65	833.33	8.32	0.29
125	24.32	24.61	23.31	1041.67	10.40	0.37
150	29.18	29.53	27.98	1250.00	12.48	0.44
175	34.04	32.29	32.64	1458.33	14.55	0.45
200	38.91	38.29	37.30	1666.67	16.63	0.55
225	43.77	43.29	41.96	1875.00	18.71	0.63
250	48.63	49.29	46.63	2083.33	20.79	0.73
275	53.50	56.29	51.29	2291.67	22.87	0.87
300	58.36	63.29	55.95	2500.00	24.95	1.00
325	62.49	67.29	60.61	2708.33	27.03	1.05
325	106.49	94.29	78.03	2708.33	27.03	1.39
100	133.49	136.29	92.03	833.33	8.32	2.30
75	238.49	255.29	160.03	625.00	6.24	4.48
60	389.49	416.29	263.03	500.00	4.99	7.29
55	502.49	515.29	330.03	458.33	4.57	8.85
50	514.49	557.29	358.03	416.67	4.16	9.77
45	606.49	713.29	448.03	375.00	3.74	12.95

Dari pengolahan data sampel L 04 01 05, maka dapat dibuat grafik hubungan tegangan-kelengkungan, adapun gambar grafik dapat dilihat pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Grafik Hubungan Tegangan-Kelengkungan

Berikut adalah contoh perhitungan momen, tegangan, kelengkungan dan energi untuk sampel L 04 01 05.

Diketahui :

P max = 325 kg

b = 50 cm

h = 3.47 cm

Δx (jarak antar dial) = (1/3) x (1/2) x 50 cm = 8.333 cm

pembacaan dial saat max :

Dial 1 = $y_1 = 62{,}49 \times 10^{-3}$ cm

Dial 2 = $y_2 = 67{,}29 \times 10^{-3}$ cm

Dial 3 = $y_3 = 60{,}61 \times 10^{-3}$ cm

penyelesaian :

a. Momen

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

$$M = 1/6 \times 325\ kg \times 50\ cm = 2708{,}333\ kg.cm$$

b. Tegangan

$$Ix = (1/12).\ b.h^3$$

$$= (1/12) \times 50 \times 3{,}47^3 = 174{,}09\ cm^4$$

$$\sigma lt = \frac{M.h/2}{Ix} = \frac{2708{,}333x3{,}47/2}{174{,}09} = 27.03\ kg/cm^2$$

a. Kelengkungan

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

$$= \frac{(2.67{,}29 - (67{,}29 + 60{,}61)/2)}{8{,}333^2} = 1{,}05 \times 10^{-3}\ 1/cm$$

d. Energi (At)

Besarnya energi yang diserap pada saat tegangan maximum adalah :

$$At_2 = \frac{(\sigma_2 + \sigma_1)}{2} x(\Phi_2 - \Phi_1) + A_1$$

$$At_2 = \frac{(27{,}03 + 24{,}95)}{2} x(1{,}05 - 1{,}00) + 13{,}985$$

$$= 15{,}34 \times 10^{-3}\ kg/cm^3$$

Dalam hal ini, untuk Pengujian lentur pada sampel non bendrat dan panjang 1 cm terjadi keruntuhan namun untuk sampel dengan panjang bendrat 4, 7 dan 10 cm tidak terjadi keruntuhan hal ini karena tidak putus atau tercabutnya bendrat, untuk membandingkan energi antar variasi diperlukan nilai pembatas

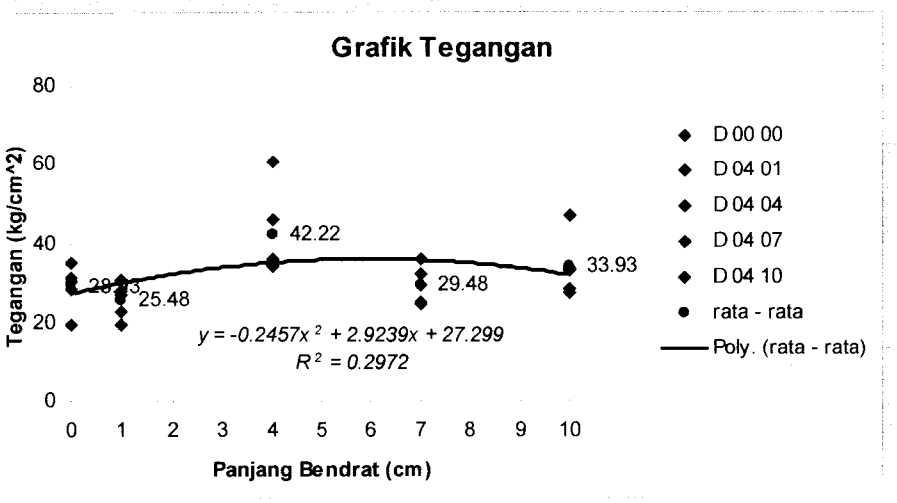
yang melingkupi semua variasi sampel bendrat sehingga energinya adalah energi terbatas (Atr), dalam hal ini digunakan nilai kelengkungan 0,008 karena dapat mencakup semua variasi sampel bendrat.

Dengan cara yang sama maka dapat diperoleh besaran perhitungan momen, tegangan, kelengkungan dan energi terbatas untuk tiap variasi sampel, yang dapat dilihat pada Tabel 5.12.

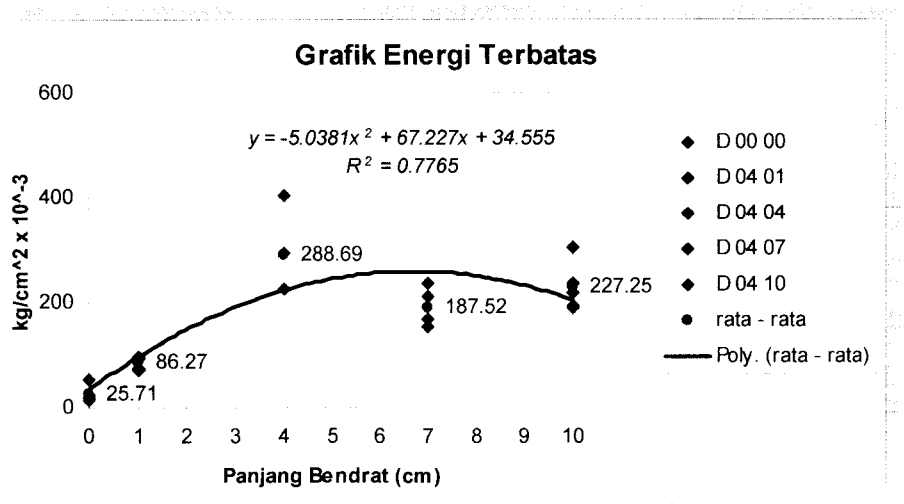
Tabel 5.12 Hasil Pengolahan Kuat Lentur Dinding Panel

No	Kode Sampel	Pmax (kg)	M max (1/6).P.L (kg.cm)	Ix cm^4	σlt kg/cm^2	Atr x 10-3 kg/cm^3	Ay x 10-3 kg/cm^3	Rasio Atr/Ay
1	L 00 00 01	347.5	2895.83	129.30	35.19	52.66	52.66	1.00
2	L 00 00 02	282.5	2354.17	130.98	28.36	13.05	13.05	1.00
3	L 00 00 03	197.5	1645.83	133.99	19.53	17.61	17.61	1.00
4	L 00 00 04	300	2500.00	122.93	31.42	20.53	20.53	1.00
5	L 00 00 05	300	2500.00	130.85	30.14	24.68	24.68	1.00
	Rerata	**285.5**	**2379.17**	**129.61**	**28.93**	**25.71**	**25.71**	**1.00**
1	L 04 01 01	267.5	2229.17	168.43	22.71	98.12	13.30	7.38
2	L 04 01 02	220	1833.33	161.75	19.19	91.55	10.53	8.69
3	L 04 01 03	272.5	2270.83	127.77	27.81	70.26	6.52	10.78
4	L 04 01 04	270	2250.00	108.88	30.66	95.83	10.67	8.98
5	L 04 01 05	325	2708.33	173.72	27.03	75.59	13.99	5.41
	Rerata	**271**	**2258.33**	**148.11**	**25.48**	**86.27**	**11.00**	**8.25**
1	L 04 04 01	351	2925.00	127.31	35.91	225.40	23.28	9.68
2	L 04 04 02	452.5	3770.83	128.38	46.04	294.34	47.85	6.15
3	L 04 04 03	365	3041.67	146.93	33.94	225.89	17.56	12.86
4	L 04 04 04	637.5	5312.50	142.51	60.50	403.47	56.31	7.17
5	L 04 04 05	342.5	2854.17	129.30	34.68	294.34	13.99	21.05
	Rerata	**429.7**	**3580.83**	**134.89**	**42.22**	**288.69**	**31.80**	**11.38**
1	L 04 07 01	380	3166.67	168.43	32.26	211.97	17.40	12.18
2	L 04 07 02	290	2416.67	163.77	25.09	154.14	15.05	10.25
3	L 04 07 03	270	2250.00	151.79	24.57	166.08	9.12	18.21
4	L 04 07 04	315	2625.00	147.03	29.28	168.97	19.96	8.47
5	L 04 07 05	430	3583.33	170.65	36.19	236.45	20.34	11.62
	Rerata	**337**	**2808.33**	**160.33**	**29.48**	**187.52**	**16.37**	**12.14**
1	L 04 10 01	485	4041.67	138.95	46.81	302.67	5.05	59.88
2	L 04 10 02	390	3250.00	164.31	33.66	219.36	12.91	16.99
3	L 04 10 03	275	2291.67	124.73	28.52	187.80	8.89	21.13
4	L 04 10 04	325	2708.33	127.40	33.24	234.39	13.86	16.91
5	L 04 10 05	302.5	2520.83	152.82	27.40	192.02	16.65	11.54
	Rerata	**355.5**	**2962.50**	**141.64**	**33.93**	**227.25**	**11.47**	**25.29**

Dari Tabel 5.12 akan disajikan dalam bentuk Grafik tegangan maksimum dan energi yang diserap terhadap penambahan panjang bendrat untuk masing-masing variasi.



Gambar 5.16 Grafik Tegangan tiap Variasi Panjang



Gambar 5.17 Grafik Energi terbatas tiap Variasi Panjang

Dari Gambar 5.16 terlihat bahwa sampel *non*-bendrat nilai tegangan lenturnya 28.93 kg/cm^2, sedangkan sampel dengan panjang bendrat 1, 4, 7 dan 10

cm berturut–turut nilai tegangan lenturnya 25.48 kg/cm^2, 42.22 kg/cm^2, 29.48 kg/cm^2,dan 33.93 kg/cm^2 bila dalam % sebesar -11.92 %, 45.94 %, 1.90 % dan 17.28 %. Sehingga dengan penambahan panjang bendrat pada panel dinding untuk kuat lenturnya memiliki hubungan yang lemah terhadap peningkatan besar tegangan hal ini disebabkan untuk panjang 7 dan 10 cm telah terjadi *balling effect*.

Dari Gambar 5.17 terlihat bahwa sampel *non*-bendrat besar energi yang diserap adalah 25,71 x 10^{-3} kg/cm^3, sedangkan sampel dengan panjang bendrat 1, 4, 7 dan 10 cm energinya adalah energi yang terbatas namun terjadi peningkatan yang signifikan sebesar 86,27 kg/cm^3, 288,69 kg/cm^3, 187,52 kg/cm^3 dan 227,25 kg/cm^3 bila dalam % sebesar 235,61 %, 1023,05 %, 625,49 %, dan 784,04 % Sehingga dengan penambahan panjang bendrat pada panel dinding untuk uji kuat lenturnya memiliki hubungan yang kuat terhadap peningkatan besar energi yang diserap, hal ini banyak dipengaruhi oleh peningkatan tegangan dan daktalitas panel dengan campuran bendrat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

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

6.1 Kesimpulan

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

1. Panel non bendrat tegangan desak dan lenturnya sebesar 73,75 kg/cm^2 dan 28,93 kg/cm^2, modulus elastisnya 29,29 x 10^3 kg/cm^2, energi serapan uji desak sebesar 130,44 x 10^{-3} kg/cm^2 dan energi serapan uji lentur adalah 25,71 x 10^{-3} kg/cm^3
2. Panel dengan panjang bendrat 1 cm, 4 cm, 7 cm dan 10 cm berturut – turut nilai tegangannya 87,51 kg/cm^2, 106,63 kg/cm^2, 94,75 kg/cm^2, 112,92 kg/cm^2 sehingga terjadi peningkatan sebesar 18.66 %, 44.58 %, 28,48 % dan 53,10 %.
3. Panel dengan panjang bendrat 1, 4, 7, dan 10 cm berturut – turut nilai tegangan lenturnya 25,48 kg/cm^2, 42,22 kg/cm^2, 29,48 kg/cm^2,dan 33,92 kg/cm^2 bila dalam % sebesar -11,91 %, 45,93 %, 1,89 % dan 17,28 %.
4. Panel dengan panjang bendrat 1 cm, 4 cm, 7 cm dan 10 cm berturut – turut nilai modulus elastisnya 58,95 x 10^3 kg/cm^2, 44,38 x 10^3 kg/cm^2, 29,85 x

10^3 kg/cm^2, 54,65 x 10^3 kg/cm^2 sehingga terjadi peningkatan sebesar 101,26 %, 51,50 %, 1,84 % dan 86,57 %.

5. Panel dengan panjang bendrat 1 cm, 4 cm, 7 cm dan 10 cm berturut – turut nilai energi serapan uji desaknya sebesar 144,75 x 10^{-3} kg/cm^2, 236,53 x 10^{-3} kg/cm^2, 554,03 x 10^{-3} kg/cm^2, 319,09 x 10^{-3} kg/cm^2 sehingga terjadi peningkatan sebesar 10,97 %, 81,33 %, 324,74 % dan 144,63 %. Sehingga dengan penambahan panjang bendrat pada panel dinding memiliki hubungan yang kuat terhadap peningkatan nilai energinya.
6. Panel dengan panjang bendrat 1, 4, 7 dan 10 cm energi serapan lenturnya adalah energi yang terbatas namun terjadi peningkatan yang signifikan sebesar 86,27 kg/cm^3, 288,69 kg/cm^3, 187,52 kg/cm^3 dan 227,25 kg/cm^3 bila dalam % sebesar 235,61 %, 1023,05 %, 625,49 %, dan 784,04 %. Sehingga dengan penambahan panjang bendrat pada panel dinding untuk uji kuat lenturnya memiliki hubungan yang kuat terhadap peningkatan besar energi yang diserap, hal ini banyak dipengaruhi oleh peningkatan tegangan dan daktalitas panel dengan campuran bendrat.
7. Dari hasil pengujian desak dan lentur pada panel juga berdasarkan tingkat *workability* maka didapatkan sampel yang terbaik yaitu panel dengan campuran panjang bendrat 4 cm.

6.2 Saran

Berdasar hasil dan kendala yang kami temui dilapangan maka kami dapat menyumbang kan beberapa saran berikut ini.

1. Perlu dicari alternatif pemotongan yang lebih praktis dan efisien.
2. Pencampuran bendrat perlu dicoba dengan cara *non*-random dan perlunya dilakukan pemadatan sampel yang merata agar didapatkan hasil pengujian yang lebih baik.
3. Penelitian lanjutan dengan variasi berat yang berbeda perlu diadakan.

DAFTAR PUSTAKA

Aboe, A. Kadir, (2004), **Pengaruh Kawat Bindrat Lurus Terhadap Kuat Tarik, Kuat Lentur dan Kuat Tekan Beton Serat**, Jurnal Teknisia, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Vol.IX, No.2, Agustus 2004, ISSN 0853 - 8557 (hal : 629-639)

CEEDEDS (2004), **Sosialisasi Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Tahan Gempa (Manual BRTSTG),** Proyek Kerjasama CEEDEDS UII dan Pemerintah Jepang.

Departemen Pekerjaan Umum. (1973), **Persyaratan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia NI-3 (PUBI 1970),** Yayasan Dana Normalisasi Indonesia.

Departemen Pekerjaan Umum. (1989), **SK SNI S–04–1989 F, SPESIFIKASI BAHAN BANGUNAN BAGIAN A (Bahan Bangunan Bukan Logam)**, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

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.

Lawrence H. Van Vlack, **Ilmu dan Teknologi Bahan**, diterjemahkan oleh Sriatie Djaprie, dengan judul asli *Elements of Materials Science Engineering*, Penerbit PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta.

Mansyur, M dan Natsir, M.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.

Paulay, F. dan M.J.N. Priestley (1992), **Seismic design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings**, John Wiley & Sons, Inc, New York.

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, Ilham Ade, Artati Hanindya Kusuma (2006), **Penambahan Kawat Potongan Bendrat Pada Panel Untuk Banguan Tahan Gempa**, *Teaching Grant* TPSDP *Batch* III Tahun 2006, 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.

Surdia dan Saito, (1987), **Pengetahuan Bahan Teknik,** PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Suwandojo, S, (1999), **Uji Eksperimental dan Desain Struktur Bangunan Rendah Sebagai Alternatif Perbaikan Sistem Struktur Bangunan Penduduk di Daerah Gempa**, Porosiding Konferensi Nasional Rekayasa Kegempaan, Pusat Studi Masalah Kegempaan dan Teknik Sipil Instutut Teknologi Bandung, Bandung.

Tauhidayat, M dan Pranowo, A (Sedang Berlangsung), **Karakteristik Dinding Partisi Kawat Bendrat dengan Variasi Berat 4 cm Panjang**, Proposal Tugas Akhir Strata 1 Jurusan 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, **Kajian Kuat Beton Terhadap Penambahan Serat Bendrat Pada Campuran Beton**, ditulis oleh Kantun Priyonggo Dosen Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto (2002), *opened on* 17 Oktober 2005. 21:46 WIB.

www.mortarutama.com, **Mortar Konvensional** *opened on* 20 Oktober 2005. 21:15 WIB.

-oOo-

Lampiran I

Kartu Peserta Tugas Akhir

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : III (Mar 05 - Agst 05)
TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai : 10-Mar-05 Sampai Akhir Agustus 05

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Aditya Kusumadinata	01 511 056	Teknik Sipil
2.	Farhanuddin B	01 511 138	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Dinding partisi dengan variasi kawat ram

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

Jogjakarta , 10-Mar-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :
Seminar : _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Aditya Kusumadinata	01 511 056	Teknik Sipil
2.	Farhanuddin B	01 511 138	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Dinding partisi dengan variasi kawat ram

PERIODE KE : III (Mar 05 - Agst 05)
TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai : 10-Mar-05 Sampai Akhir Agustus 05

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 Pembimbing II : Sarwidi,Ir,H,MSCE,PhD

Jogjakarta , 10-Mar-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Seminar : _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____

Lampiran II

Data dan Hasil Pengujian

Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jalan. Kaliurang Km 14,4 telp (0274) – 895042, 895707 Yogyakarta

PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

No. Sample : 3

Tanggal Pengujian : .....

1	Pasir asal dari	Kaliurang	
	Sebelum dicuci dan dioven		
2	Berat Piring (Bpr)	162,5	gram
3	Berat Pasir (Bp)	100	gram
4	Berat Piring + Pasir (Bo)	262,5	gram
	Setelah dicuci dan dioven		
5	Air tetap jernih setelah		kali pergantian air
6	Tanggal masuk oven		
7	Tanggal keluar oven		
8	Berat Piring + Pasir (B)	253	gram
9	Kandungan Lumpur : $\frac{Bo - B}{Bo} \times 100\%$	3,62	%

KETERANGAN

.....

.....

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Diperikasa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

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

HASIL UJI KADAR LUMPUR DALAM PASIR

Tanggal Pengujian : 15-10-2005

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

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 00 00 01

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	30
1000	42
1500	48
2000	52
2500	56
3000	59
3500	63
4000	67
4500	69
5000	74
5500	76
6000	80
6500	83
7000	86
7500	88
8000	91
8500	93
9000	96
9500	98
10000	100
10500	101
11000	104
11500	106
12000	106
12500	106
13000	108
13500	109
14000	110
14500	110
15100	110

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 00 00 02

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10-3 cm
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

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 00 00 03

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	20
1000	24
1500	24
2000	24
2500	24
3000	24
3500	24
4000	24
4500	24
5000	24
5500	24
6000	24
6500	24
7000	24
7500	24
8000	24
8500	24
9000	24
9500	24
10000	24
10500	24
11000	24
11150	24

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 00 00 04

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
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

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 00 00 05

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
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

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 01 01

Tanggal Pembuatan : 14/ 12/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	52
1000	67
1500	76
2000	85
2500	91
3000	98
3500	104
4000	110
4500	115
5000	121
5500	126
6000	130
6500	134
7000	138
7500	142
8000	145
8500	149.5
9000	152.5
9500	156
10000	159.5
10500	163
11000	166
11500	169.5
12000	173
12500	177
13000	182
13300	202

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 01 02

Tanggal Pembuatan : 14/ 12/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	29
1000	34
1500	38
2000	42
2500	44
3000	47
3500	50
4000	53
4500	55
5000	58.5
5500	61
6000	64.5
6500	67
7000	69.5
7500	72
8000	74.5
8500	77
9000	80
9500	83
10000	87.5
10500	91
11000	96.5
11500	100
12000	104
12500	110
13000	116.5
13500	123
14000	130.5
14500	137.5
15000	147
15500	151.5
16000	163
16200	179

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 01 03

Tanggal Pembuatan : 14/ 12/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	8
1000	9
1500	11
2000	12
2500	12.5
3000	13
3500	13.5
4000	14
4500	14
5000	14
5500	14
6000	15
6500	16
7000	17
7500	18
8000	20
8500	21.5
9000	22.5
9500	23.5
10000	25
10500	26.5
11000	28
11500	29
12000	30
12500	33
13000	35
13500	37
14000	41
14500	46
15000	72

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 01 04

Tanggal Pembuatan : 14/ 12/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	21
1000	25
1500	27
2000	31
2500	33
3000	35
3500	38
4000	41
4500	44
5000	46.5
5500	50
6000	54
6500	57
7000	60
7500	65
8000	68
8500	72
9000	75.5
9500	78.5
10000	81.5
10500	85
11000	89
11500	92.5
12000	96
12500	103
13000	107.5
13500	111
14000	118
14050	135

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 01 05

Tanggal Pembuatan : 14/ 12/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	43
1000	54
1500	63
2000	70
2500	73
3000	78
3500	82
4000	85
4500	89
5000	93.5
5500	98
6000	103
6500	107
7000	110.5
7500	115.5
8000	120.5
8500	125
9000	130
9500	138
10000	143
10500	148.5
11000	154
11500	160
12000	166
12500	175
13000	183.5
13300	232

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 04 01

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
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 TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 04 02

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
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

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 04 03

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
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	208
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
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 04 04

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10-3 cm
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

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 04 05

Tanggal Pembuatan : 28/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
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	134
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

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 07 01

Tanggal Pembuatan : 24/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
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 TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 07 02

Tanggal Pembuatan : 24/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	0
1000	1
1500	9
2000	16
2500	22
3000	28
3500	34
4000	39
4500	47
5000	55
5500	65
6000	71
6500	78
7000	83
7500	86
8000	90
8500	98
9000	102
9500	106
10000	110
10500	115
11000	121
11500	126
12000	134
12500	141
13000	148
13500	156
14000	164
14500	178
15000	218
15050	266
15500	286
16000	301
16500	341
16500	381
16200	408
16200	478
16000	552
15500	585
15000	607
14500	630
14000	666
13800	680

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 07 03

Tanggal Pembuatan : 24/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	45
1000	57
1500	66
2000	71
2500	77
3000	81
3500	84
4000	87
4500	90
5000	92
5500	95
6000	99
6500	102
7000	106
7500	110
8000	112
8500	114
9000	115
9500	118
10000	120
10500	122
11000	125
11500	128
12000	130
12500	135
13000	138
13500	140
14000	141
14500	146
15000	149
15500	152
16000	156
16500	160
17000	170
17500	176
18000	180
18500	183
19000	187
19500	194
20000	201
20500	204
21000	207
21500	211
22000	225
22500	235

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 07 04

Tanggal Pembuatan : 24/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	88
1000	110
1500	128
2000	138
2500	148
3000	158
3500	168
4000	175
4500	184
5000	190
5500	198
6000	205
6500	214
7000	225
7500	239
8000	260
8500	276
9000	288
9500	295
10000	301
10500	307
11000	324
11500	330
12000	340
12500	350
13000	360
13500	384
13200	420
13000	447
12500	490
12000	532
11500	573
11000	608
10500	636
10000	656

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 07 05

Tanggal Pembuatan : 24/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	27
1000	65
1500	95
2000	124
2500	141
3000	154
3500	167
4000	181
4500	193
5000	203
5500	210
6000	217
6500	225
7000	231
7500	240
8000	250
8500	259
9000	268
9500	278
10000	295
10150	338
10000	350
9500	389
9000	402

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 10 01

Tanggal Pembuatan : 23/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
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 TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 10 02

Tanggal Pembuatan : 23/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	15
1000	24
1500	29
2000	35
2500	38
3000	40
3500	42
4000	45
4500	48
5000	50
5500	52
6000	55
6500	57
7000	58
7500	60
8000	62
8500	65
9000	67
9500	69
10000	71
10500	73
11000	76
11500	78
12000	80
12500	82
13000	84
13500	86
14000	88
14500	90
15000	92
15500	95
16000	98
16500	100
17000	101
17500	104
17500	104
17500	104
17500	104
17500	104
18000	109
18500	110.5
19000	113
19500	115
20000	117
20500	121
21000	127
21500	135
22000	142
22500	146
22700	162

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 10 03

Tanggal Pembuatan : 23/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	18
1000	23
1500	25.5
2000	28.5
2500	31
3000	33.5
3500	37
4000	39
4500	41.5
5000	44
5500	47
6000	49
6500	51.5
7000	53
7500	55
8000	56.5
8500	58
9000	60
9500	62
10000	63
10500	64.5
11000	66
11500	68
12000	69.5
12500	71
13000	72
13500	73
14000	74
14500	75.5
15000	76.5
15500	78
16000	78.5
16500	80
17000	81.5
17500	82.5
18000	83
18500	84
19000	85.5
19350	102

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 10 04

Tanggal Pembuatan : 23/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	59
1000	95
1500	117
2000	133
2500	144
3000	154
3500	162
4000	169
4500	178
5000	185
5500	192
6000	199
6500	205
7000	211
7500	217
8000	228
8500	236
9000	242
9500	246
10000	250
10500	253
11000	257
11500	261
12000	266
12500	274
13000	282
13500	287
14000	299
14500	309
14850	370
15000	448
15050	468
14500	510
14000	530
13500	545

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN DESAK

PANEL DINDING

No. Sampel : D 04 10 05

Tanggal Pembuatan : 23/ 11/ 2005

Beban (kg)	DIAL x 10^{-3} cm
0	0
500	54
1000	73
1500	80
2000	99
2500	110
3000	115
3500	120
4000	128
4500	135
5000	138
5500	144
6000	148
6500	152
7000	155
7500	160
8000	165
8500	168
9000	173
9500	178
10000	185
10500	189
11000	194
11500	200
12000	205
12500	210
13000	220
13500	222
14000	230
14500	237
15000	242
15500	255
15000	276
14500	290
14500	350

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 00 00 01

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	0	1
75	11	0	8
100	20	0	15
125	27	0	20
150	32	0	27
175	36	0	35
200	40	0	40
225	46	16	45
250	54	24	50
275	59	30	55
300	64	31	60
347.5	71	63	68

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 00 00 02

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	0	1
75	9	5	7
100	16	13	14
125	23	19	20
150	29	26	28
150	37	34	35
175	44	42	44
200	52	49	49
225	59	57	49
282.5	67	65	58

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK	

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 00 00 03

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	5	8	3
75	12	19	9
100	22	29	15
125	32	41	23
150	43	54	31
175	53	63	38
197.5	84	97	79

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 00 00 04

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	0	1	5
75	0	1	8
100	0	1	13
125	0	1	19
150	0	1	24
175	5	1	30
200	12	15	37
225	20	20	43
250	26	27	48
275	35	34	55
300	45	44	65

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 00 00 05

Tanggal Pembuatan : 21/ 11/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	1	2
75	9	7	4
100	12	14	12
125	19	20	18
150	24	28	26
175	31	34	32
200	37	40	39
225	44	49	45
250	51	56	53
275	62	64	59
300	73	74	68

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 01 01

Tanggal Pembuatan : 07/ 12/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0.	0
50	0	3	7
75	8	9	17
100	13	16	24
125	19	25	31
150	27	34	39
175	35	41.5	45
200	42	49	52
225	49	55.5	58
250	57	63	64
267.5	70	84	91
137.5	100	127	150
147.5	172	226	283
150	184	243	300
160	202	263	329
137.5	248	329	417
130	305	415	532
125	330	479	618
117.5	344	547	770
100	387	653	850
95	**475**	**726**	**900**
80	508	814	
75		852	
70		891	
60		960	
52.5		1068	
50		1195	
47.5		1312	
45		1480	

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 01 02

Tanggal Pembuatan : 07/ 12/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	3	3
75	8	12	13
100	18	24	22
125	25	32	30
150	34	44	41
175	45	56	62
200	50	64	70

220	60	79	86
127.5	190	227	373
125	300	456	530
100	410	641	738
85	**520**	**814**	**984**
75	590	909	
60	690	1099	
50	760	1219	
40	970	1496	

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 01 03

Tanggal Pembuatan : 07/ 12/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	2	4	4
75	7	9	10
100	12	14.5	16
125	16	19	22
150	28	23	28
175	32	33	38
200	36	39	40
225	43	44	47
250	62	50	54
272.5	70	66	60
100	90	97	70
75	122	138	100
62.5	193	216	153
57.5	246	276	194
50	282	322	223
50	356	401	280
47.5	440	497	342
45	554	530	410

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 01 04

Tanggal Pembuatan : 07/ 12/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	4	3	0
75	13	14	5
100	25	25	15
125	37	34	23
150	48	44	33
175	50	55	45
200	68	61	52
225	75	67	57
250	83	73	65
270	118	100	75
125	146	113	84
102.5	251	179	128
100	280	202	180
90	354	257	182
90	495	364	268
87.5	610	454	303
80	718	532	355
75	789	590	390
70	898	673	424
65	973	727	476
60	1126	840	545
50.75	1300	979	630
50	1330	1002	645
45	1573	1146	710

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

L234

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

PENGUJIAN TEKAN

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 01 05

Tanggal Pembuatan : 07/ 12/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	4	5	1
75	10	11	6
100	15	16	10
125	18	20	16
150	23	25	20
175	27	28	24
200	33	34	30
225	37	39	34
250	42	45	38
275	47	52	44
300	52	59	48
325	56	63	52
325	100	90	70
100	127	132	84
75	232	251	152
60	383	412	255
55	496	511	322
50	508	553	350
45	600	709	440

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 04 01

Tanggal Pembuatan : 12/ 10/ 2005

Beban	Pembacaan		
(kg)	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

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 04 02

Tanggal Pembuatan : 12/ 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

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 01 03

Tanggal Pembuatan : 12/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	5	0	0
75	9	0	0
100	15	0	0
125	21	0	2
150	26	6	5
175	32	15	10
200	40	20	16
225	45	26	21
250	53	34	28
275	59	40	33
300	64	45	38
325	69	49	41
350	76	55	48
365	136	134	106
350	148	154	116
325	174	195	149
310	401	536	304
300	507	696	526
285	664	901	688
277.5	929	1271	977
275	986	1353	1042
270	1094	1573	1106
270	1208		1134

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 04 04

Tanggal Pembuatan : 12/ 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 UII

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

PENGUJIAN TEKAN

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 04 05

Tanggal Pembuatan : 12/ 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
240			916
240			952

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 07 01

Tanggal Pembuatan : 20/ 10/ 2005

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

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 07 02

Tanggal Pembuatan : 20/ 10/ 2005

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

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 07 03

Tanggal Pembuatan : 20/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	10	0	1
75	20	1	7
100	29	10	14
125	38	17	21
150	48	26	28
175	55	32	34
200	62	39	40
225	69	46	47
250	81	58	55
270	201	78	75
250	166	138	111
235	376	320	232
235	585	505	360
235	808	695	503
235	1031	895	638
235	1338	1182	824
235	1502	1322	915
235	1635	1445	998
235	1678	1462	1012

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 07 04

Tanggal Pembuatan : 20/ 10/ 2005

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

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN TEKAN

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 07 05

Tanggal Pembuatan : 20/ 10/ 2005

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

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 10 01

Tanggal Pembuatan : 22/ 10/ 2005

Beban	Pembacaan		
(kg)	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	0	0	2
75	4	0	4
100	8	5	7
125	12	9	12
150	18	14	16
175	21	18	20
200	26	24	26
225	32	39	33
250	39	42	40
275	48	45	52
300	60	56	65
325	77	78	82
350	100	103	104
375	129	123	135
400	166	173	172
425	219	229	220
450	321	329	310
475	546	535	505
485	910	880	890
482.5	1215	1183	980
480	1338	1268	1055
475	1390	1307	
472.5	1675	1550	
470	1844	1615	

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 10 02

Tanggal Pembuatan : 22/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	4	11	4
75	9	17	8
100	17	27	14
125	25	34	19
150	32	40	27
175	38	45	33
200	45	54	39
225	53	63	46
250	62	73	55
275	83	91	72
300	105	111	90
325	125	128	108
350	165	163	146
365	285	308	306
365	336	380	394
365	425	452	558
365	510	604	706
365	610	758	875
365	646	805	958
365	765	977	
375	880	1033	
385	930	1109	
390	1018	1228	
390	1102	1364	

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 10 03

Tanggal Pembuatan : 22/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	8	11	7
75	10	13	10
100	15	18	15
125	20	23	20
150	28	29	28
175	34	35	35
200	40	40	40
225	46	47	48

	54	52	55
275	62	61	63
275	90	80	90
227.5	315	245	195
225	645	515	395
222.5	935	813	560
222.5	1235	958	740
225	1468	1207	995
225	1725	1435	
222.5	1790	1495	

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal
	LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII	

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

PENGUJIAN LENTUR

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 10 04

Tanggal Pembuatan : 22/ 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	0	0
100	0	1	0
125	2	6	5
150	7	13	16
175	12	21	25
200	20	27	33
225	30	36	43
250	38	44	53
275	48	54	60
300	70	73	77
325	216	256	240
308	280	407	392
308	448	656	718
310	604	850	910
310	638	917	986
310	835	1180	
322.5	982	1331	
315	1223	1583	
312.5	1285	1669	
305	1365		
305	1460		

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

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

PENGUJIAN TEKAN

PANEL DINDING

No. Sampel : L 04 10 05

Tanggal Pembuatan : 22/ 10/ 2005

Beban (kg)	Pembacaan		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3
0	0	0	0
25	0	0	0
50	1	0	0
75	9	9	3
100	18	19	10
125	24	27	16
150	33	36	23
175	40	44	29
200	45	50	33
225	53	60	42
250	61	69	51
275	72	80	63
300	120	131	116
302.5	212	267	220
300	240	309	248
287.5	312	454	357
285	335	611	472
275	460	782	599
270	585	990	748
265	725	1128	864
260	840	1211	934
257.5	913	1596	
257.5	1150	1788	
250	1270		
250	1316		
250	1625		

KETERANGAN

.....

.....

Diperiksa Oleh :

Laboran	Tanda Tangan	Tanggal

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK FAKULTAS TEKNIK UII

Tabel Hasil Pengolahan Data Desak

D. 00 00 01

Beban (kg)	Defleksi x 10-3 cm	Koreksi x 10-3 cm	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3	Energi kg/cm2 x 10-3
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	30	3.34	3.23	0.07	1.62
1000	42	6.67	6.47	0.13	1.94
1500	48	10.01	9.70	0.20	2.48
2000	52	13.35	12.93	0.27	3.24
2500	56	16.69	16.17	0.33	4.21
3000	59	20.02	19.40	0.40	5.39
3500	63	23.36	22.64	0.47	6.80
4000	67	26.70	25.87	0.53	8.42
4500	69	30.04	29.10	0.60	10.25
5000	74	33.37	32.34	0.67	12.30
5500	76	36.71	35.57	0.73	14.57
6000	80	40.05	38.80	0.80	17.05
6500	83	43.39	42.04	0.87	19.75
7000	86	46.72	45.27	0.93	22.66
7500	88	50.06	48.50	1.00	25.79
8000	91	51.62	51.74	1.03	27.36
8500	93	53.62	54.97	1.07	29.49
9000	96	56.62	58.21	1.13	32.89
9500	98	58.62	61.44	1.17	35.28
10000	100	60.62	64.67	1.21	37.80
10500	101	61.62	67.91	1.23	39.13
11000	104	64.62	71.14	1.29	43.30
11500	106	66.62	74.37	1.33	46.21
12000	106	66.62	77.61	1.33	46.21
12500	106	66.62	80.84	1.33	46.21
13000	108	68.62	84.07	1.37	49.51
13500	109	69.62	87.31	1.39	51.22
14000	110	70.62	90.54	1.41	53.00
14500	110	70.62	93.78	1.41	53.00
15100	110	70.62	97.66	1.41	53.00

D. 00 00 02

Beban (kg)	Defleksi x 10-3 cm	Koreksi x 10-3 cm	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3	Energi kg/cm2 x 10-3
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	130	16.80	3.22	0.34	1.61
1000	150	33.60	6.44	0.67	3.23
1500	230	50.40	9.66	1.01	5.94
2000	270	67.20	12.88	1.34	9.72

2500	308	84.00	16.10	1.68	14.59
3000	359	100.80	19.32	2.02	20.54
3500	376	117.60	22.54	2.35	27.57
4000	400	134.40	25.76	2.69	35.69
4500	414	151.20	28.98	3.02	44.88
5000	430	168.00	32.20	3.36	55.16
5500	444	184.80	35.42	3.70	66.52
6000	452	190.40	38.63	3.81	70.66
6500	468	206.40	41.85	4.13	83.54
7000	479	217.40	45.07	4.35	93.10
7500	490	228.40	48.29	4.57	103.38
8000	502	240.40	51.51	4.81	115.35
8500	520	258.40	54.73	5.17	134.48
8650	560	298.40	55.70	5.97	178.65

D. 00 00 04

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan** $\sigma = P/A$ **(kg/cm2)**	**Regangan** $\varepsilon = \Delta L / Lo$ **x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	81	4.13	3.29	0.08	1.64
1000	96	8.27	6.58	0.17	2.05
1500	108	12.40	9.87	0.25	2.73
2000	114	16.54	13.16	0.33	3.68
2500	120	20.67	16.45	0.41	4.91
3000	130	24.81	19.74	0.50	6.40
3500	136	28.94	23.03	0.58	8.17
4000	141	33.07	26.32	0.66	10.21
4500	142	37.21	29.61	0.74	12.52
5000	151	41.34	32.89	0.83	15.11
5500	156	45.48	36.18	0.91	17.96
6000	159	49.61	39.47	0.99	21.09
6500	164	53.75	42.76	1.07	24.49
7000	168	57.88	46.05	1.16	28.16
7500	171	60.92	49.34	1.22	31.06
8000	174	63.92	52.63	1.28	34.12
8500	178	67.92	55.92	1.36	38.47
9000	180	69.92	59.21	1.40	40.77
9500	182	71.92	62.50	1.44	43.20
10000	184	73.92	65.79	1.48	45.77
10500	188	77.92	69.08	1.56	51.16
11000	192	81.92	72.37	1.64	56.82
11500	199	88.92	75.66	1.78	67.18
12000	203	92.92	78.95	1.86	73.37
12500	208	97.92	82.24	1.96	81.43
13000	212	101.92	85.53	2.04	88.14
13200	219	108.92	86.84	2.18	100.20

D. 00 00 05

Beban (kg)	Defleksi x 10-3 cm	Koreksi x 10-3 cm	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3	Energi kg/cm2 x 10-3
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	15	8.32	3.22	0.17	1.61
1000	27	16.64	6.44	0.33	2.41
1500	38	24.97	9.66	0.50	3.75
2000	45	33.29	12.88	0.67	5.63
2500	53	41.61	16.10	0.83	8.04
3000	62	49.93	19.32	1.00	10.99
3500	70	58.25	22.54	1.17	14.47
4000	79	66.57	25.76	1.33	18.50
4500	86	74.90	28.99	1.50	23.05
5000	98	86.26	32.21	1.73	30.00
5500	109	97.26	35.43	1.95	37.44
6000	113	101.26	38.65	2.03	40.41
6500	122	110.26	41.87	2.21	47.65
7000	134	122.26	45.09	2.45	58.09
7500	144	132.26	48.31	2.65	67.43
8000	155	143.26	51.53	2.87	78.41
8500	165	153.26	54.75	3.07	89.04
8900	255	243.26	57.33	4.87	189.91

D. 04 01 01

Beban (kg)	Defleksi x 10-3 cm	Koreksi x 10-3 cm	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3	Energi kg/cm2 x 10-3
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	52	3.65	3.00	0.07	1.50
1000	67	7.30	6.00	0.15	1.83
1500	76	10.95	9.00	0.22	2.38
2000	85	14.60	12.00	0.29	3.14
2500	91	18.25	15.00	0.36	4.13
3000	98	21.90	18.00	0.44	5.33
3500	104	25.55	21.00	0.51	6.76
4000	110	29.20	24.00	0.58	8.40
4500	115	32.85	27.00	0.66	10.26
5000	121	36.50	30.00	0.73	12.34
5500	126	40.15	33.00	0.80	14.64
6000	130	43.80	36.00	0.88	17.16
6500	134	47.45	39.00	0.95	19.90
7000	138	51.10	42.00	1.02	22.85
7500	142	54.75	45.00	1.09	26.03
8000	145	58.40	48.00	1.17	29.42
8500	149.5	62.05	51.00	1.24	33.04

9000	152.5	65.70	54.00	1.31	36.87
9500	156	69.35	57.00	1.39	40.92
10000	159.5	73.00	60.00	1.46	45.19
10500	163	76.65	63.00	1.53	49.68
11000	166	79.28	66.00	1.59	53.07
11500	169.5	82.78	69.00	1.66	57.80
12000	173	86.28	72.00	1.73	62.73
12500	177	90.28	75.00	1.81	68.61
13000	182	95.28	78.00	1.91	76.26
13300	202	115.28	79.80	2.31	107.82

D. 04 01 02

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)**	**Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	29	2.69	3.07	0.05	1.53
1000	34	5.37	6.13	0.11	1.78
1500	38	8.06	9.20	0.16	2.19
2000	42	10.74	12.27	0.21	2.77
2500	44	13.43	15.34	0.27	3.51
3000	47	16.11	18.40	0.32	4.42
3500	50	18.80	21.47	0.38	5.49
4000	53	21.49	24.54	0.43	6.72
4500	55	24.17	27.61	0.48	8.12
5000	58.5	26.86	30.67	0.54	9.69
5500	61	29.54	33.74	0.59	11.42
6000	64.5	32.23	36.81	0.64	13.31
6500	67	34.91	39.88	0.70	15.37
7000	69.5	37.60	42.94	0.75	17.60
7500	72	40.29	46.01	0.81	19.99
8000	74.5	42.97	49.08	0.86	22.54
8500	77	45.20	52.15	0.90	24.80
9000	80	48.20	55.21	0.96	28.02
9500	83	51.20	58.28	1.02	31.42
10000	87.5	55.70	61.35	1.11	36.81
10500	91	59.20	64.42	1.18	41.21
11000	96.5	64.70	67.48	1.29	48.46
11500	100	68.20	70.55	1.36	53.29
12000	104	72.20	73.62	1.44	59.06
12500	110	78.20	76.69	1.56	68.08
13000	116.5	84.70	79.75	1.69	78.25
13500	123	91.20	82.82	1.82	88.82
14000	130.5	98.70	85.89	1.97	101.47
14500	137.5	105.70	88.96	2.11	113.71
15000	147	115.20	92.02	2.30	130.90

15500	151.5	119.70	95.09	2.39	139.32
16000	163	131.20	98.16	2.62	161.55
16200	179	147.20	99.39	2.94	193.15

D. 04 01 03

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)**	**Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	8	1.36	3.01	0.03	1.50
1000	9	2.72	6.01	0.05	1.63
1500	11	4.08	9.02	0.08	1.83
2000	12	5.44	12.02	0.11	2.12
2500	12.5	6.81	15.03	0.14	2.48
3000	13	8.17	18.03	0.16	2.93
3500	13.5	9.53	21.04	0.19	3.47
4000	14	10.89	24.04	0.22	4.08
4500	14	12.25	27.05	0.24	4.77
5000	14	13.61	30.05	0.27	5.55
5500	14	14.97	33.06	0.30	6.41
6000	15	16.33	36.06	0.33	7.35
6500	16	17.69	39.07	0.35	8.37
7000	17	19.06	42.07	0.38	9.48
7500	18	20.42	45.08	0.41	10.67
8000	20	22.17	48.08	0.44	12.30
8500	21.5	23.67	51.09	0.47	13.78
9000	22.5	24.67	54.09	0.49	14.84
9500	23.5	25.67	57.10	0.51	15.95
10000	25	27.17	60.11	0.54	17.71
10500	26.5	28.67	63.11	0.57	19.55
11000	28	30.17	66.12	0.60	21.49
11500	29	31.17	69.12	0.62	22.84
12000	30	32.17	72.13	0.64	24.26
12500	33	35.17	75.13	0.70	28.67
13000	35	37.17	78.14	0.74	31.74
13500	37	39.17	81.14	0.78	34.93
14000	41	43.17	84.15	0.86	41.54
14500	46	48.17	87.15	0.96	50.10
15000	72	74.17	90.16	1.48	96.20

D. 04 01 04

Beban (kg)	Defleksi x 10-3 cm	Koreksi x 10-3 cm	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3	Energi kg/cm2 x 10-3
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	21	3.08	2.97	0.06	1.48
1000	25	6.16	5.94	0.12	1.76
1500	27	9.24	8.91	0.18	2.22
2000	31	12.32	11.88	0.25	2.86
2500	33	15.40	14.85	0.31	3.68
3000	35	18.48	17.82	0.37	4.69
3500	38	21.56	20.79	0.43	5.88
4000	41	24.64	23.76	0.49	7.25
4500	44	27.72	26.73	0.55	8.80
5000	46.5	30.80	29.70	0.62	10.54
5500	50	33.88	32.67	0.68	12.46
6000	54	36.96	35.63	0.74	14.56
6500	57	40.04	38.60	0.80	16.85
7000	60	43.12	41.57	0.86	19.32
7500	65	48.41	44.54	0.97	23.87
8000	68	51.41	47.51	1.03	26.64
8500	72	55.41	50.48	1.11	30.56
9000	75.5	58.91	53.45	1.18	34.19
9500	78.5	61.91	56.42	1.24	37.49
10000	81.5	64.91	59.39	1.30	40.96
10500	85	68.41	62.36	1.37	45.23
11000	89	72.41	65.33	1.45	50.33
11500	92.5	75.91	68.30	1.52	55.01
12000	96	79.41	71.27	1.59	59.90
12500	103	86.41	74.24	1.73	70.08
13000	107.5	90.91	77.21	1.82	76.90
13500	111	94.41	80.18	1.89	82.41
14000	118	101.41	83.15	2.03	93.84
14050	135	118.41	83.44	2.37	122.16

D. 04 01 05

Beban (kg)	Defleksi x 10-3 cm	Koreksi x 10-3 cm	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3	Energi kg/cm2 x 10-3
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	43	4.20	3.19	0.08	1.59
1000	54	8.40	6.37	0.17	2.00
1500	63	12.60	9.56	0.25	2.66
2000	70	16.80	12.75	0.34	3.60
2500	73	21.00	15.94	0.42	4.81
3000	78	25.20	19.12	0.50	6.28
3500	82	29.40	22.31	0.59	8.02
4000	85	33.60	25.50	0.67	10.03

4500	89	37.80	28.69	0.76	12.30
5000	93.5	42.00	31.87	0.84	14.85
5500	98	46.20	35.06	0.92	17.66
6000	103	50.40	38.25	1.01	20.74
6500	107	54.60	41.43	1.09	24.08
7000	110.5	58.47	44.62	1.17	27.41
7500	115.5	63.47	47.81	1.27	32.03
8000	120.5	68.47	51.00	1.37	36.97
8500	125	72.97	54.18	1.46	41.70
9000	130	77.97	57.37	1.56	47.28
9500	138	85.97	60.56	1.72	56.72
10000	143	90.97	63.75	1.82	62.93
10500	148.5	96.47	66.93	1.93	70.12
11000	154	101.97	70.12	2.04	77.66
11500	160	107.97	73.31	2.16	86.26
12000	166	113.97	76.49	2.28	95.25
12500	175	122.97	79.68	2.46	109.31
13000	183.5	131.47	82.87	2.63	123.12
13300	232	179.97	84.78	3.60	204.43

D. 04 04 01

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)**	**Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	83	2.50	3.01	0.05	1.51
1000	123	5.00	6.02	0.10	1.73
1500	136	7.50	9.04	0.15	2.11
2000	146	10.00	12.05	0.20	2.64
2500	152	12.50	15.06	0.25	3.31
3000	156	15.00	18.07	0.30	4.14
3500	160	17.50	21.08	0.35	5.12
4000	163	20.00	24.10	0.40	6.25
4500	167	22.50	27.11	0.45	7.53
5000	171	25.00	30.12	0.50	8.96
5500	175.5	27.50	33.13	0.55	10.54
6000	181	30.00	36.14	0.60	12.27
6500	184.5	32.50	39.16	0.65	14.16
7000	188	35.00	42.17	0.70	16.19
7500	193	37.50	45.18	0.75	18.37
8000	197	40.00	48.19	0.80	20.71
8500	200	42.50	51.20	0.85	23.19
9000	203	45.00	54.22	0.90	25.83
9500	206	47.50	57.23	0.95	28.61
10000	208	50.50	60.24	1.01	32.14
10500	210.5	53.00	63.25	1.06	35.23
11000	212	54.50	66.27	1.09	37.17
11500	215.5	58.00	69.28	1.16	41.91

12000	217.5	60.00	72.29	1.20	44.74
12500	220	62.50	75.30	1.25	48.43
13000	222.5	65.00	78.31	1.30	52.27
13500	225	67.50	81.33	1.35	56.27
14000	227.5	70.00	84.34	1.40	60.41
14500	230	72.50	87.35	1.45	64.70
15000	233	75.50	90.36	1.51	70.03
15500	236.5	79.00	93.37	1.58	76.46
16000	241	83.50	96.39	1.67	85.00
16500	245	87.50	99.40	1.75	92.83
17000	249	91.50	102.41	1.83	100.90
17500	253.5	96.00	105.42	1.92	110.26
18000	258	100.50	108.43	2.01	119.88
18500	266.5	109.00	111.45	2.18	138.57
19000	269	111.50	114.46	2.23	144.22
19500	272.5	115.00	117.47	2.30	152.33
19500	280	122.50	117.47	2.45	169.95

D. 04 04 02

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan** $\sigma = P/A$ **(kg/cm2)**	**Regangan** $\varepsilon = \Delta L / Lo$ **x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	27	3.49	3.11	0.07	1.56
1000	36	6.97	6.22	0.14	1.88
1500	42	10.46	9.33	0.21	2.42
2000	47	13.95	12.44	0.28	3.18
2500	51.5	17.44	15.55	0.35	4.16
3000	56	20.92	18.66	0.42	5.35
3500	61	24.41	21.77	0.49	6.76
4000	64	27.90	24.88	0.56	8.39
4500	65.5	31.39	27.99	0.63	10.23
5000	69.5	34.87	31.10	0.70	12.29
5500	73.5	38.36	34.21	0.77	14.57
6000	77	41.85	37.33	0.84	17.07
6500	80.5	45.34	40.44	0.91	19.78
7000	84	48.82	43.55	0.98	22.71
7500	87	52.31	46.66	1.05	25.85
8000	91.5	56.42	49.77	1.13	29.82
8500	94.5	59.42	52.88	1.19	32.89
9000	98.5	63.42	55.99	1.27	37.25
9500	102	66.92	59.10	1.34	41.28
10000	106.5	71.42	62.21	1.43	46.74
10500	110	74.92	65.32	1.50	51.20
11000	114.5	79.42	68.43	1.59	57.22
11500	118	82.92	71.54	1.66	62.12
12000	123	87.92	74.65	1.76	69.43
12500	129	93.92	77.76	1.88	78.57

13000	134	98.92	80.87	1.98	86.50
13500	139.5	104.42	83.98	2.09	95.57
14000	145	109.92	87.09	2.20	104.98
14500	153	117.92	90.20	2.36	119.16
15000	161.5	126.42	93.31	2.53	134.76
15500	174	138.92	96.42	2.78	158.48
15800	186	150.92	98.29	3.02	181.84
14500	194	158.92	90.20	3.18	196.92
14500	211	175.92	90.20	3.52	227.59

D. 04 04 03

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan** $\sigma = P/A$ **(kg/cm2)**	**Regangan** $\varepsilon = \Delta L / Lo$ **x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	80	3.52	3.14	0.07	1.57
1000	92	7.03	6.29	0.14	1.90
1500	99	10.55	9.43	0.21	2.46
2000	104	14.07	12.57	0.28	3.23
2500	109	17.59	15.71	0.35	4.22
3000	113	21.10	18.86	0.42	5.44
3500	119	24.62	22.00	0.49	6.88
4000	122	28.14	25.14	0.56	8.54
4500	125.5	31.66	28.28	0.63	10.41
5000	129	35.17	31.43	0.70	12.51
5500	134	38.69	34.57	0.77	14.84
6000	137	42.21	37.71	0.84	17.38
6500	141	45.73	40.85	0.91	20.14
7000	144	49.24	44.00	0.98	23.13
7500	148	52.76	47.14	1.06	26.33
8000	152	56.28	50.28	1.13	29.76
8500	155	59.80	53.43	1.20	33.41
9000	158	63.31	56.57	1.27	37.28
9500	161.5	66.83	59.71	1.34	41.37
10000	164	70.35	62.85	1.41	45.68
10500	167	73.87	66.00	1.48	50.21
11000	170.5	75.93	69.14	1.52	53.00
11500	174	79.43	72.28	1.59	57.95
12000	179.5	84.93	75.42	1.70	66.07
12500	185	90.43	78.57	1.81	74.54
13000	189	94.43	81.71	1.89	80.95
13500	194	99.43	84.85	1.99	89.28
14000	197	102.43	87.99	2.05	94.47
14500	202	107.43	91.14	2.15	103.42
15000	208	113.43	94.28	2.27	114.55
15500	213.5	118.93	97.42	2.38	125.09
16000	218	123.43	100.57	2.47	134.00
16500	227	132.43	103.71	2.65	152.39

17000	230	135.43	106.85	2.71	158.70
17500	234	139.43	109.99	2.79	167.38
18000	237.5	142.93	113.14	2.86	175.19
18500	240.5	145.93	116.28	2.92	182.07
19000	245	150.43	119.42	3.01	192.68
19500	250	155.43	122.56	3.11	204.78
20000	257.5	162.93	125.71	3.26	223.40
20500	266	171.43	128.85	3.43	245.03
21000	274	179.43	131.99	3.59	265.90
21200	298	203.43	133.25	4.07	329.56

D. 04 04 04

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)**	**Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	84	3.52	3.09	0.07	1.54
1000	99	7.03	6.17	0.14	1.87
1500	109	10.55	9.26	0.21	2.41
2000	116	14.07	12.35	0.28	3.17
2500	123	17.59	15.43	0.35	4.15
3000	129	21.10	18.52	0.42	5.34
3500	139.5	24.62	21.60	0.49	6.75
4000	141	28.14	24.69	0.56	8.38
4500	147	31.66	27.78	0.63	10.23
5000	155	35.17	30.86	0.70	12.29
5500	160	38.69	33.95	0.77	14.57
6000	166	42.21	37.04	0.84	17.07
6500	171.5	45.73	40.12	0.91	19.78
7000	177	49.24	43.21	0.98	22.71
7500	183	52.76	46.30	1.06	25.86
8000	188	56.28	49.38	1.13	29.23
8500	194	59.80	52.47	1.20	32.81
9000	198	63.31	55.56	1.27	36.61
9500	203	66.83	58.64	1.34	40.63
10000	208	70.35	61.73	1.41	44.86
10500	214	73.87	64.81	1.48	49.31
11000	221	75.93	67.90	1.52	52.05
11500	228	79.43	70.99	1.59	56.91
12000	234	84.93	74.07	1.70	64.89
12500	242.5	90.43	77.16	1.81	73.21
13000	248	94.43	80.25	1.89	79.51
13500	256.5	99.43	83.33	1.99	87.68
14000	267	102.43	86.42	2.05	92.78
14500	282	107.43	89.51	2.15	101.57
15000	294	113.43	92.59	2.27	112.50
15000	329	118.93	92.59	2.38	122.68

D. 04 04 05

Beban (kg)	Defleksi x 10-3 cm	Koreksi x 10-3 cm	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3	Energi kg/cm2 x 10-3
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	30	5.24	3.08	0.10	1.54
1000	48	10.48	6.17	0.21	2.03
1500	62	15.72	9.25	0.31	2.83
2000	73	20.95	12.33	0.42	3.96
2500	80	26.19	15.41	0.52	5.42
3000	87	31.43	18.50	0.63	7.19
3500	95	36.67	21.58	0.73	9.29
4000	103	41.91	24.66	0.84	11.71
4500	110	47.15	27.74	0.94	14.46
5000	112	52.38	30.83	1.05	17.53
5500	119	57.62	33.91	1.15	20.92
6000	127	62.86	36.99	1.26	24.63
6500	134	68.10	40.07	1.36	28.67
7000	139	73.34	43.16	1.47	33.03
7500	142.5	77.79	46.24	1.56	37.01
8000	149	84.29	49.32	1.69	43.22
8500	153	88.29	52.40	1.77	47.29
9000	158.5	93.79	55.49	1.88	53.23
9500	164.5	99.79	58.57	2.00	60.07
10000	170	105.29	61.65	2.11	66.68
10500	175	110.29	64.73	2.21	73.00
11000	179.5	114.79	67.82	2.30	78.97
11500	185	120.29	70.90	2.41	86.60
12000	190.5	125.79	73.98	2.52	94.57
12500	205	140.29	77.07	2.81	116.47
13000	218.5	153.79	80.15	3.08	137.69
13500	226	161.29	83.23	3.23	149.94
14000	236	171.29	86.31	3.43	166.90
14500	246	181.29	89.40	3.63	184.47
14850	279	214.29	91.55	4.29	244.18
13500	298	233.29	83.23	4.67	277.39
13000	298	233.29	80.15	4.67	277.39
12500	307	242.29	77.07	4.85	291.54
12000	319	254.29	73.98	5.09	309.67
11500	335	270.29	70.90	5.41	332.85

D. 04 07 01

Beban (kg)	Defleksi x 10-3 cm	Koreksi x 10-3 cm	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3	Energi kg/cm2 x 10-3
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	40	7.32	3.19	0.15	1.60
1000	70	14.64	6.38	0.29	2.30
1500	90	21.96	9.57	0.44	3.47
2000	105	29.29	12.77	0.59	5.10
2500	130	36.61	15.96	0.73	7.20
3000	135	43.93	19.15	0.88	9.77
3500	148	51.25	22.34	1.03	12.81
4000	155	58.57	25.53	1.17	16.32
4500	162	65.89	28.72	1.32	20.29
5000	167	73.22	31.92	1.46	24.73
5500	176	80.54	35.11	1.61	29.64
6000	184	87.86	38.30	1.76	35.01
6500	191	95.18	41.49	1.90	40.85
7000	200	104.38	44.68	2.09	48.78
7500	208	112.38	47.87	2.25	56.18
8000	216	120.38	51.06	2.41	64.09
8500	228	132.38	54.26	2.65	76.73
9000	237	141.38	57.45	2.83	86.79
9500	244	148.38	60.64	2.97	95.05
10000	250	154.38	63.83	3.09	102.52
10500	257	161.38	67.02	3.23	111.68
11000	263	167.38	70.21	3.35	119.91
11500	271	175.38	73.41	3.51	131.40
12000	280	184.38	76.60	3.69	144.90
12500	290	194.38	79.79	3.89	160.54
13000	305	209.38	82.98	4.19	184.96
13150	327	231.38	83.94	4.63	221.68
13000	338	242.38	82.98	4.85	240.04
13000	440	344.38	82.98	6.89	409.32

D. 04 07 02

Beban (kg)	Defleksi x 10-3 cm	Koreksi x 10-3 cm	Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)	Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3	Energi kg/cm2 x 10-3
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	0	4.89	3.18	0.10	1.59
1000	1	9.77	6.37	0.20	2.06
1500	9	14.66	9.55	0.29	2.84
2000	16	19.54	12.74	0.39	3.93
2500	22	24.43	15.92	0.49	5.33
3000	28	29.32	19.11	0.59	7.04
3500	34	34.20	22.29	0.68	9.06
4000	39	39.09	25.48	0.78	11.40

4500	47	43.98	28.66	0.88	14.04
5000	55	48.86	31.85	0.98	17.00
5500	65	53.75	35.03	1.07	20.27
6000	71	58.63	38.22	1.17	23.84
6500	78	63.52	41.40	1.27	27.73
7000	83	68.41	44.59	1.37	31.94
7500	86	73.29	47.77	1.47	36.45
8000	90	78.18	50.96	1.56	41.27
8500	98	84.84	54.14	1.70	48.27
9000	102	88.84	57.32	1.78	52.73
9500	106	92.84	60.51	1.86	57.44
10000	110	96.84	63.69	1.94	62.41
10500	115	101.84	66.88	2.04	68.94
11000	121	107.84	70.06	2.16	77.15
11500	126	112.84	73.25	2.26	84.32
12000	134	120.84	76.43	2.42	96.29
12500	141	127.84	79.62	2.56	107.22
13000	148	134.84	82.80	2.70	118.59
13500	156	142.84	85.99	2.86	132.09
14000	164	150.84	89.17	3.02	146.10
14500	178	164.84	92.36	3.30	171.52
15000	218	204.84	95.54	4.10	246.68
15050	266	252.84	95.86	5.06	338.55
15500	286	272.84	98.73	5.46	377.47
16000	301	287.84	101.91	5.76	407.56
16500	341	327.84	105.10	6.56	490.36
16500	381	367.84	105.10	7.36	574.44
16200	408	394.84	103.18	7.90	630.68
16200	478	464.84	103.18	9.30	775.14
16000	552	538.84	101.91	10.78	926.91
15500	585	571.84	98.73	11.44	993.12
15000	607	593.84	95.54	11.88	1035.86
14500	630	616.84	92.36	12.34	1079.07
14000	666	652.84	89.17	13.06	1144.42
13800	680	666.84	87.90	13.34	1169.21

D. 04 07 03

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)**	**Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	45	2.82	3.05	0.06	1.52
1000	57	5.63	6.10	0.11	1.78
1500	66	8.45	9.15	0.17	2.21
2000	71	11.27	12.20	0.23	2.81
2500	77	14.09	15.24	0.28	3.59
3000	81	16.90	18.29	0.34	4.53
3500	84	19.72	21.34	0.39	5.65

4000	87	22.54	24.39	0.45	6.94
4500	90	25.36	27.44	0.51	8.40
5000	92	28.17	30.49	0.56	10.03
5500	95	30.99	33.54	0.62	11.83
6000	99	33.81	36.59	0.68	13.81
6500	102	36.63	39.63	0.73	15.95
7000	106	39.44	42.68	0.79	18.27
7500	110	42.26	45.73	0.85	20.77
8000	112	45.08	48.78	0.90	23.43
8500	114	47.90	51.83	0.96	26.26
9000	115	50.71	54.88	1.01	29.27
9500	118	53.53	57.93	1.07	32.45
10000	120	56.35	60.98	1.13	35.80
10500	122	59.16	64.02	1.18	39.32
11000	125	61.98	67.07	1.24	43.01
11500	128	63.21	70.12	1.26	44.70
12000	130	65.21	73.17	1.30	47.56
12500	135	70.21	76.22	1.40	55.03
13000	138	73.21	79.27	1.46	59.70
13500	140	75.21	82.32	1.50	62.93
14000	141	76.21	85.37	1.52	64.61
14500	146	81.21	88.41	1.62	73.30
15000	149	84.21	91.46	1.68	78.69
15500	152	87.21	94.51	1.74	84.27
16000	156	91.21	97.56	1.82	91.95
16500	160	95.21	100.61	1.90	99.88
17000	170	105.21	103.66	2.10	120.31
17500	176	111.21	106.71	2.22	132.93
18000	180	115.21	109.76	2.30	141.59
18500	183	118.21	112.80	2.36	148.27
19000	187	122.21	115.85	2.44	157.41
19500	194	129.21	118.90	2.58	173.84
20000	201	136.21	121.95	2.72	190.70
20500	204	139.21	125.00	2.78	198.11
21000	207	142.21	128.05	2.84	205.70
21500	211	146.21	131.10	2.92	216.07
22000	225	160.21	134.15	3.20	253.20
22500	235	170.21	137.20	3.40	280.34

D. 04 07 04

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)**	**Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	88	8.27	3.13	0.17	1.57
1000	110	16.53	6.26	0.33	2.34
1500	128	24.80	9.39	0.50	3.64
2000	138	33.07	12.53	0.66	5.45

2500	148	41.34	15.66	0.83	7.78
3000	158	49.60	18.79	0.99	10.63
3500	168	57.87	21.92	1.16	13.99
4000	175	66.14	25.05	1.32	17.88
4500	184	74.41	28.18	1.49	22.28
5000	190	82.67	31.32	1.65	27.20
5500	198	90.94	34.45	1.82	32.63
6000	205	99.21	37.58	1.98	38.59
6500	214	107.48	40.71	2.15	45.06
7000	225	117.47	43.84	2.35	53.51
7500	239	131.47	46.97	2.63	66.23
8000	260	152.47	50.10	3.05	86.61
8500	276	168.47	53.24	3.37	103.15
9000	288	180.47	56.37	3.61	116.30
9500	295	187.47	59.50	3.75	124.41
10000	301	193.47	62.63	3.87	131.74
10500	307	199.47	65.76	3.99	139.44
11000	324	216.47	68.89	4.33	162.33
11500	330	222.47	72.03	4.45	170.79
12000	340	232.47	75.16	4.65	185.51
12500	350	242.47	78.29	4.85	200.85
13000	360	252.47	81.42	5.05	216.82
13500	384	276.47	84.55	5.53	256.66
13200	420	312.47	82.67	6.25	316.86
13000	447	339.47	81.42	6.79	361.16
12500	490	382.47	78.29	7.65	429.84
12000	532	424.47	75.16	8.49	494.29
11500	573	465.47	72.03	9.31	554.63
11000	608	500.47	68.89	10.01	603.95
10500	636	528.47	65.76	10.57	641.66
10000	656	548.47	62.63	10.97	667.34

D. 04 07 05

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)**	**Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	27	7.12	3.10	0.14	1.55
1000	65	14.24	6.21	0.28	2.21
1500	95	21.36	9.31	0.43	3.32
2000	124	28.48	12.41	0.57	4.87
2500	141	35.60	15.52	0.71	6.85
3000	154	42.72	18.62	0.85	9.28
3500	167	49.84	21.72	1.00	12.16
4000	181	56.96	24.83	1.14	15.47
4500	193	64.08	27.93	1.28	19.23
5000	203	71.20	31.03	1.42	23.42
5500	210	78.25	34.13	1.56	28.02

6000	217	85.25	37.24	1.70	33.01
6500	225	93.25	40.34	1.86	39.22
7000	231	99.25	43.44	1.98	44.25
7500	240	108.25	46.55	2.16	52.35
8000	250	118.25	49.65	2.36	61.97
8500	259	127.25	52.75	2.54	71.18
9000	268	136.25	55.86	2.72	80.96
9500	278	146.25	58.96	2.92	92.44
10000	295	163.25	62.06	3.26	113.01
10150	338	206.25	62.99	4.12	166.79
10000	350	218.25	62.06	4.36	181.80
9500	389	257.25	58.96	5.14	229.00
9000	402	270.25	55.86	5.40	243.92

D. 04 10 01

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan** $\sigma = P/A$ **(kg/cm2)**	**Regangan** $\varepsilon = \Delta L / Lo$ **x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	118	2.56	3.14	0.05	1.57
1000	164	5.12	6.27	0.10	1.81
1500	176	7.69	9.41	0.15	2.21
2000	183	10.25	12.55	0.20	2.77
2500	189	12.81	15.69	0.26	3.50
3000	195.5	15.37	18.82	0.31	4.38
3500	201	17.94	21.96	0.36	5.43
4000	206	20.50	25.10	0.41	6.63
4500	209	23.06	28.24	0.46	8.00
5000	213	25.62	31.37	0.51	9.53
5500	216.5	28.19	34.51	0.56	11.22
6000	219.5	30.75	37.65	0.61	13.06
6500	224	33.31	40.78	0.67	15.07
7000	227	35.87	43.92	0.72	17.24
7500	232	38.44	47.06	0.77	19.58
8000	237	41.00	50.20	0.82	22.07
8500	240	43.56	53.33	0.87	24.72
9000	245	46.74	56.47	0.93	28.21
9500	249.5	51.24	59.61	1.02	33.44
10000	253	54.74	62.75	1.09	37.72
10500	254.5	56.24	65.88	1.12	39.65
11000	256	57.74	69.02	1.15	41.67
11500	258	59.74	72.16	1.19	44.50
12000	259.5	61.24	75.29	1.22	46.71
12500	263	64.74	78.43	1.29	52.09
13000	265	66.74	81.57	1.33	55.29
13500	267	68.74	84.71	1.37	58.61

14000	270	71.74	87.84	1.43	63.79
14500	273	74.74	90.98	1.49	69.16
15000	275.5	77.24	94.12	1.54	73.78
15500	277.5	79.24	97.25	1.58	77.61
16000	280	81.74	100.39	1.63	82.55
16500	283	84.74	103.53	1.69	88.67
17000	288	89.74	106.67	1.79	99.18
17150	305	106.74	107.61	2.13	135.61
16500	310	111.74	103.53	2.23	146.16
16000	321	122.74	100.39	2.45	168.59
15500	327	128.74	97.25	2.57	180.45
15000	334	135.74	94.12	2.71	193.85
14500	341	142.74	90.98	2.85	206.81
14000	349	150.74	87.84	3.01	221.11
13500	382	183.74	84.71	3.67	278.05

D. 04 10 02

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan** $\sigma = P/A$ **(kg/cm2)**	**Regangan** $\varepsilon = \Delta L / Lo$ **x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	15	2.20	3.17	0.04	1.59
1000	24	4.40	6.35	0.09	1.80
1500	29	6.59	9.52	0.13	2.15
2000	35	8.79	12.70	0.18	2.63
2500	38	10.99	15.87	0.22	3.26
3000	40	13.19	19.05	0.26	4.03
3500	42	15.38	22.22	0.31	4.94
4000	45	17.58	25.40	0.35	5.98
4500	48	19.78	28.57	0.40	7.17
5000	50	21.98	31.75	0.44	8.49
5500	52	24.17	34.92	0.48	9.96
6000	55	26.37	38.10	0.53	11.56
6500	57	28.57	41.27	0.57	13.31
7000	58	30.77	44.44	0.62	15.19
7500	60	32.96	47.62	0.66	17.21
8000	62	35.16	50.79	0.70	19.38
8500	65	37.36	53.97	0.75	21.68
9000	67	39.56	57.14	0.79	24.12
9500	69	41.75	60.32	0.84	26.70
10000	71	43.95	63.49	0.88	29.42
10500	73	46.15	66.67	0.92	32.28
11000	76	48.35	69.84	0.97	35.28
11500	78	50.56	73.02	1.01	38.44
12000	80	52.56	76.19	1.05	41.42
12500	82	54.56	79.37	1.09	44.54
13000	84	56.56	82.54	1.13	47.77
13500	86	58.56	85.71	1.17	51.14

14000	88	60.56	88.89	1.21	54.63
14500	90	62.56	92.06	1.25	58.25
15000	92	64.56	95.24	1.29	62.00
15500	95	67.56	98.41	1.35	67.81
16000	98	70.56	101.59	1.41	73.81
16500	100	72.56	104.76	1.45	77.93
17000	101	73.56	107.94	1.47	80.06
17500	104	76.56	111.11	1.53	86.63
17500	104	76.56	111.11	1.53	86.63
17500	104	76.56	111.11	1.53	86.63
17500	104	76.56	111.11	1.53	86.63
17500	104	76.56	111.11	1.53	86.63
18000	109	81.56	114.29	1.63	97.90
18500	110.5	83.06	117.46	1.66	101.38
19000	113	85.56	120.63	1.71	107.33
19500	115	87.56	123.81	1.75	112.22
20000	117	89.56	126.98	1.79	117.23
20500	121	93.56	130.16	1.87	127.52
21000	127	99.56	133.33	1.99	143.33
21500	135	107.56	136.51	2.15	164.92
22000	142	114.56	139.68	2.29	184.25
22500	146	118.56	142.86	2.37	195.55
22700	162	134.56	144.13	2.69	241.47

D. 04 10 03

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan $\sigma = P/A$ (kg/cm2)**	**Regangan $\varepsilon = \Delta L / Lo$ x 10-3**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	18	2.30	3.13	0.05	1.56
1000	23	4.59	6.25	0.09	1.78
1500	25.5	6.89	9.38	0.14	2.14
2000	28.5	9.19	12.51	0.18	2.64
2500	31	11.48	15.64	0.23	3.29
3000	33.5	13.78	18.76	0.28	4.08
3500	37	16.08	21.89	0.32	5.01
4000	39	18.37	25.02	0.37	6.09
4500	41.5	20.67	28.15	0.41	7.31
5000	44	22.97	31.27	0.46	8.68
5500	47	25.27	34.40	0.51	10.18
6000	49	27.56	37.53	0.55	11.84
6500	51.5	29.86	40.66	0.60	13.63
7000	53	32.16	43.78	0.64	15.57
7500	55	34.45	46.91	0.69	17.65
8000	56.5	36.75	50.04	0.73	19.88
8500	58	39.05	53.17	0.78	22.25

9000	60	41.34	56.29	0.83	24.77
9500	62	43.64	59.42	0.87	27.42
10000	63	42.85	62.55	0.86	26.46
10500	64.5	44.35	65.68	0.89	28.39
11000	66	45.85	68.80	0.92	30.40
11500	68	47.85	71.93	0.96	33.22
12000	69.5	49.35	75.06	0.99	35.42
12500	71	50.85	78.19	1.02	37.72
13000	72	51.85	81.31	1.04	39.32
13500	73	52.85	84.44	1.06	40.98
14000	74	53.85	87.57	1.08	42.70
14500	75.5	55.35	90.70	1.11	45.37
15000	76.5	56.35	93.82	1.13	47.21
15500	78	57.85	96.95	1.16	50.08
16000	78.5	58.35	100.08	1.17	51.06
16500	80	59.85	103.21	1.20	54.11
17000	81.5	61.35	106.33	1.23	57.25
17500	82.5	62.35	109.46	1.25	59.41
18000	83	62.85	112.59	1.26	60.52
18500	84	63.85	115.72	1.28	62.80
19000	85.5	65.35	118.84	1.31	66.32
19350	102	81.85	121.03	1.64	105.90

D. 04 10 04

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan σ = P/A (kg/cm2)**	**Regangan ε = ΔL / Lo x 10-3 cm**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	59	3.71	3.07	0.07	1.54
1000	95	7.42	6.15	0.15	1.88
1500	117	11.12	9.22	0.22	2.45
2000	133	14.83	12.30	0.30	3.25
2500	144	18.54	15.37	0.37	4.27
3000	154	22.25	18.45	0.44	5.53
3500	162	25.96	21.52	0.52	7.01
4000	169	29.66	24.60	0.59	8.72
4500	178	33.37	27.67	0.67	10.66
5000	185	37.08	30.75	0.74	12.82
5500	192	40.79	33.82	0.82	15.22
6000	199	44.50	36.89	0.89	17.84
6500	205	48.21	39.97	0.96	20.69
7000	211	51.91	43.04	1.04	23.77
7500	217	55.62	46.12	1.11	27.07
8000	228	52.47	49.19	1.05	24.07
8500	236	60.47	52.27	1.21	32.19
9000	242	66.47	55.34	1.33	38.65

9500	246	70.47	58.42	1.41	43.20
10000	250	74.47	61.49	1.49	47.99
10500	253	77.47	64.57	1.55	51.78
11000	257	81.47	67.64	1.63	57.06
11500	261	85.47	70.71	1.71	62.60
12000	266	90.47	73.79	1.81	69.82
12500	274	98.47	76.86	1.97	81.88
13000	282	106.47	79.94	2.13	94.42
13500	287	111.47	83.01	2.23	102.57
14000	299	123.47	86.09	2.47	122.86
14500	309	133.47	89.16	2.67	140.39
14850	370	194.47	91.31	3.89	250.48
15000	448	272.47	92.24	5.45	393.65
15050	468	292.47	92.54	5.85	430.60
14500	510	334.47	89.16	6.69	506.92
14000	530	354.47	86.09	7.09	541.97
13500	545	369.47	83.01	7.39	567.33

D. 04 10 05

Beban (kg)	**Defleksi x 10-3 cm**	**Koreksi x 10-3 cm**	**Tegangan σ = P/A (kg/cm2)**	**Regangan ε = ΔL / Lo x 10-3 cm**	**Energi kg/cm2 x 10-3**
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
500	54	5.30	3.20	0.11	1.60
1000	73	10.59	6.41	0.21	2.11
1500	80	15.89	9.61	0.32	2.96
2000	99	21.18	12.81	0.42	4.14
2500	110	26.48	16.01	0.53	5.67
3000	115	31.77	19.22	0.64	7.54
3500	120	37.07	22.42	0.74	9.74
4000	128	42.36	25.62	0.85	12.28
4500	135	47.66	28.82	0.95	15.17
5000	138	52.95	32.03	1.06	18.39
5500	144	58.25	35.23	1.16	21.95
6000	148	63.54	38.43	1.27	25.85
6500	152	68.84	41.63	1.38	30.09
7000	155	74.13	44.84	1.48	34.67
7500	160	79.43	48.04	1.59	39.59
8000	165	87.09	51.24	1.74	47.20
8500	168	90.09	54.44	1.80	50.37
9000	173	95.09	57.65	1.90	55.97
9500	178	100.09	60.85	2.00	61.90
10000	185	107.09	64.05	2.14	70.64
10500	189	111.09	67.25	2.22	75.89
11000	194	116.09	70.46	2.32	82.78
11500	200	122.09	73.66	2.44	91.43
12000	205	127.09	76.86	2.54	98.95

12500	210	132.09	80.06	2.64	106.80
13000	220	142.09	83.27	2.84	123.13
13500	222	144.09	86.47	2.88	126.53
14000	230	152.09	89.67	3.04	140.62
14500	237	159.09	92.87	3.18	153.40
15000	242	164.09	96.08	3.28	162.84
15500	255	177.09	99.28	3.54	188.24
15000	276	198.09	96.08	3.96	229.26
14500	290	212.09	92.87	4.24	255.72
14500	350	272.09	92.87	5.44	367.17

L. 00 00 01

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	5.29	10.01	4.84	208.33	2.53	0.22	0.27
50	10.58	20.02	9.68	416.67	5.06	0.43	1.09
75	15.87	30.02	14.52	625.00	7.59	0.65	2.45
100	21.16	40.03	19.36	833.33	10.13	0.86	4.36
125	26.45	50.04	24.20	1041.67	12.66	1.08	6.81
150	31.74	60.05	29.04	1250.00	15.19	1.29	9.81
175	37.03	70.05	33.88	1458.33	17.72	1.51	13.35
200	42.32	80.06	38.72	1666.67	20.25	1.72	17.44
225	47.60	90.07	43.56	1875.00	22.78	1.94	22.07
250	52.89	100.08	48.40	2083.33	25.32	2.15	27.25
275	58.18	110.08	53.24	2291.67	27.85	2.37	32.98
300	63.47	120.09	58.08	2500.00	30.38	2.58	39.24
347.5	73.52	139.11	67.28	2895.83	35.19	2.99	52.66

L.00 00 02

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	5.94	6.10	7.14	208.33	2.51	0.08	0.10
50	11.88	12.20	14.28	416.67	5.02	0.16	0.41
75	17.82	18.29	21.42	625.00	7.53	0.24	0.92
100	23.76	24.39	28.56	833.33	10.04	0.33	1.64
125	29.70	30.49	35.71	1041.67	12.55	0.41	2.56
150	35.64	36.59	42.85	1250.00	15.06	0.49	3.68
150	35.64	36.59	42.85	1250.00	15.06	0.49	3.68
175	41.57	42.69	49.99	1458.33	17.57	0.57	5.01
200	47.51	48.78	57.13	1666.67	20.08	0.65	6.54
225	53.45	54.88	64.27	1875.00	22.59	0.73	8.28
282.5	67.11	68.91	80.69	2354.17	28.36	0.92	13.05

L.00 00 03

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	13.10	14.47	13.10	208.33	2.47	0.23	0.28
50	26.20	28.95	26.20	416.67	4.94	0.46	1.13
75	39.30	43.42	39.30	625.00	7.42	0.68	2.54
100	52.40	57.89	52.39	833.33	9.89	0.91	4.51
125	65.50	72.37	65.49	1041.67	12.36	1.14	7.05
150	78.60	86.84	78.59	1250.00	14.83	1.37	10.16
175	91.70	101.31	91.69	1458.33	17.31	1.60	13.82
197.5	103.49	114.34	103.48	1645.83	19.53	1.80	17.61

L. 00 00 04

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	7.90	7.31	6.19	208.33	2.62	0.11	0.14
50	15.81	14.61	12.38	416.67	5.24	0.22	0.57
75	23.71	21.92	18.58	625.00	7.85	0.33	1.28
100	31.62	29.22	24.77	833.33	10.47	0.44	2.28
125	39.52	36.53	30.96	1041.67	13.09	0.54	3.56
150	47.42	43.83	37.15	1250.00	15.71	0.65	5.13
175	55.33	51.14	43.34	1458.33	18.33	0.76	6.99
200	63.23	58.44	49.54	1666.67	20.95	0.87	9.13
225	71.14	65.75	55.73	1875.00	23.56	0.98	11.55
250	79.04	73.05	61.92	2083.33	26.18	1.09	14.26
275	86.95	80.36	68.11	2291.67	28.80	1.20	17.25
300	94.85	87.67	74.31	2500.00	31.42	1.31	20.53

L. 00 00 05

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	7.44	8.33	6.91	208.33	2.51	0.14	0.17
50	14.89	16.66	13.82	416.67	5.02	0.27	0.69
75	22.33	24.98	20.73	625.00	7.53	0.41	1.54
100	29.78	33.31	27.64	833.33	10.05	0.55	2.74
125	37.22	41.64	34.55	1041.67	12.56	0.68	4.29
150	44.67	49.97	41.46	1250.00	15.07	0.82	6.17
175	52.11	58.29	48.37	1458.33	17.58	0.96	8.40
200	59.56	66.62	55.28	1666.67	20.09	1.09	10.97

225	67.00	74.95	62.19	1875.00	22.60	1.23	13.88
250	74.44	83.28	69.10	2083.33	25.12	1.36	17.14
275	81.89	91.61	76.01	2291.67	27.63	1.50	20.74
300	89.33	99.93	82.92	2500.00	30.14	1.64	24.68

L. 04 01 01

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	7.16	7.81	6.69	208.33	2.12	0.13	0.13
50	14.33	15.63	13.38	416.67	4.24	0.25	0.53
75	21.49	23.44	20.08	625.00	6.37	0.38	1.20
100	28.66	31.26	26.77	833.33	8.49	0.50	2.13
125	35.82	39.07	33.46	1041.67	10.61	0.63	3.32
150	42.99	46.89	40.15	1250.00	12.73	0.75	4.79
175	50.15	54.70	46.85	1458.33	14.86	0.88	6.52
200	57.32	62.52	53.54	1666.67	16.98	1.00	8.51
225	64.48	70.33	60.23	1875.00	19.10	1.13	10.77
250	71.65	78.15	66.92	2083.33	21.22	1.25	13.30
267.5	85.32	98.17	93.13	2229.17	22.71	1.54	19.66
137.5	115.32	141.17	152.13	1145.83	11.67	2.14	29.93
147.5	187.32	240.17	285.13	1229.17	12.52	3.52	46.57
150	199.32	257.17	302.13	1250.00	12.73	3.80	50.11
160	217.32	277.17	331.13	1333.33	13.58	4.03	53.24
137.5	263.32	343.17	419.13	1145.83	11.67	4.97	65.06
130	320.32	429.17	534.13	1083.33	11.04	6.21	79.12
125	345.32	493.17	620.13	1041.67	10.61	7.25	90.43
117.5	359.32	561.17	772.13	979.17	9.98	8.02	98.28
100	402.32	667.17	852.13	833.33	8.49	10.18	118.29
95	490.32	740.17	902.13	791.67	8.07	11.29	127.47

L. 04 01 02

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	9.04	10.55	12.20	208.33	2.18	0.15	0.16
50	18.09	21.10	24.40	416.67	4.36	0.30	0.66
75	27.13	31.65	36.60	625.00	6.54	0.45	1.48
100	36.18	42.20	48.79	833.33	8.72	0.60	2.63
125	45.22	52.75	60.99	1041.67	10.90	0.75	4.11
150	54.27	63.30	73.19	1250.00	13.08	0.91	5.92
175	63.31	73.86	85.39	1458.33	15.26	1.06	8.06
200	72.36	84.41	97.59	1666.67	17.44	1.21	10.53

220	79.22	98.36	113.43	1833.33	19.19	1.45	14.90
127.5	209.22	246.36	400.43	1062.50	11.12	2.71	33.99
125	319.22	475.36	557.43	1041.67	10.90	7.38	85.45
100	429.22	660.36	765.43	833.33	8.72	10.42	115.26
85	539.22	833.36	1011.43	708.33	7.41	12.84	134.78

L. 04 01 03

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	6.26	5.91	8.63	208.33	2.55	0.06	0.08
50	12.52	11.82	17.25	416.67	5.10	0.13	0.32
75	18.78	17.74	25.88	625.00	7.66	0.19	0.72
100	25.04	23.65	34.51	833.33	10.21	0.25	1.29
125	31.30	29.56	43.13	1041.67	12.76	0.32	2.01
150	37.56	35.47	51.76	1250.00	15.31	0.38	2.90
175	43.83	41.38	60.39	1458.33	17.86	0.44	3.94
200	50.09	47.30	69.01	1666.67	20.41	0.50	5.15
225	56.35	53.21	77.64	1875.00	22.97	0.57	6.52
250	74.71	59.12	86.27	2083.33	25.52	0.54	5.94
272.5	82.71	75.30	77.45	2270.83	27.81	1.02	18.52
100	102.71	106.30	87.45	833.33	10.21	1.69	31.39
75	134.71	147.30	117.45	625.00	7.66	2.43	37.95
62.5	205.71	225.30	170.45	520.83	6.38	3.78	47.45
57.5	258.71	285.30	211.45	479.17	5.87	4.83	53.89
50	294.71	331.30	240.45	416.67	5.10	5.69	58.59
50	368.71	410.30	297.45	416.67	5.10	7.02	65.39
47.5	452.71	506.30	359.45	395.83	4.85	8.73	73.91
45	566.71	539.30	427.45	375.00	4.59	8.37	72.21

L. 04 01 04

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	11.71	10.11	10.08	208.33	2.84	0.13	0.19
50	23.41	20.22	20.16	416.67	5.68	0.27	0.76
75	35.12	30.33	30.24	625.00	8.52	0.40	1.72
100	46.82	40.44	40.32	833.33	11.36	0.54	3.05
125	58.53	50.55	50.40	1041.67	14.19	0.67	4.77
150	70.23	60.66	60.48	1250.00	17.03	0.81	6.86
175	71.92	70.78	70.56	1458.33	19.87	1.01	10.67
200	89.92	77.15	78.44	1666.67	22.71	1.01	10.62

225	96.92	83.15	83.44	1875.00	25.55	1.10	12.70
250	104.92	89.15	91.44	2083.33	28.39	1.15	14.26
270	139.92	116.15	101.44	2250.00	30.66	1.61	27.65
125	167.92	129.15	110.44	1041.67	14.19	1.72	30.07
102.5	272.92	195.15	154.44	854.17	11.64	2.54	40.77
100	301.92	218.15	206.44	833.33	11.36	2.62	41.68
90	375.92	273.15	208.44	750.00	10.22	3.66	52.86
90	516.92	380.15	294.44	750.00	10.22	5.11	67.65
87.5	631.92	470.15	329.44	729.17	9.94	6.62	82.89
80	739.92	548.15	381.44	666.67	9.08	7.71	93.30
75	810.92	606.15	416.44	625.00	8.52	8.62	101.28
70	919.92	689.15	450.44	583.33	7.95	9.98	112.49
65	994.92	743.15	502.44	541.67	7.38	10.62	117.40
60	1147.92	856.15	571.44	500.00	6.81	12.28	129.15
50.75	1321.92	995.15	656.44	422.92	5.76	14.42	142.60
50	1351.92	1018.15	671.44	416.67	5.68	14.75	144.54
45	1594.92	1162.15	736.44	375.00	5.11	16.68	154.94

L. 04 01 05

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	4.86	4.92	4.66	208.33	2.08	0.07	0.08
50	9.73	9.84	9.33	416.67	4.16	0.15	0.30
75	14.59	14.77	13.99	625.00	6.24	0.22	0.68
100	19.45	19.69	18.65	833.33	8.32	0.29	1.22
125	24.32	24.61	23.31	1041.67	10.40	0.37	1.90
150	29.18	29.53	27.98	1250.00	12.48	0.44	2.74
175	34.04	32.29	32.64	1458.33	14.55	0.45	2.88
200	38.91	38.29	37.30	1666.67	16.63	0.55	4.51
225	43.77	43.29	41.96	1875.00	18.71	0.63	5.84
250	48.63	49.29	46.63	2083.33	20.79	0.73	7.90
275	53.50	56.29	51.29	2291.67	22.87	0.87	10.80
300	58.36	63.29	55.95	2500.00	24.95	1.00	13.99
325	62.49	67.29	60.61	2708.33	27.03	1.05	15.34
325	106.49	94.29	78.03	2708.33	27.03	1.39	24.40
100	133.49	136.29	92.03	833.33	8.32	2.30	40.56
75	238.49	255.29	160.03	625.00	6.24	4.48	56.44
60	389.49	416.29	263.03	500.00	4.99	7.29	72.20
55	502.49	515.29	330.03	458.33	4.57	8.85	79.64
50	514.49	557.29	358.03	416.67	4.16	9.77	83.66
45	606.49	713.29	448.03	375.00	3.74	12.95	96.24

L.04 04 01

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25.00	9.47	9.43	9.50	208.33	2.56	0.13	0.17
50.00	18.93	18.85	19.01	416.67	5.12	0.27	0.69
75.00	28.40	28.28	28.51	625.00	7.67	0.40	1.55
100.00	37.87	37.71	38.01	833.33	10.23	0.54	2.76
125.00	47.34	47.13	47.52	1041.67	12.79	0.67	4.31
150.00	56.80	56.56	57.02	1250.00	15.35	0.81	6.21
175.00	66.27	65.99	66.52	1458.33	17.91	0.94	8.45
200.00	75.74	75.41	76.03	1666.67	20.46	1.08	11.04
225.00	85.90	84.84	85.53	1875.00	23.02	1.21	13.87
250.00	95.90	94.27	95.03	2083.33	25.58	1.34	17.05
275.00	107.90	103.70	106.83	2291.67	28.14	1.44	19.74
300.00	118.90	113.12	116.83	2500.00	30.70	1.56	23.28
325.00	128.90	122.55	127.83	2708.33	33.25	1.68	27.13
350.00	147.90	144.98	149.83	2916.67	35.81	2.03	39.24
351.00	155.90	156.98	164.83	2925.00	35.91	2.21	45.70
325.00	175.90	182.98	198.83	2708.33	33.25	2.57	58.15
300.00	225.90	277.98	301.83	2500.00	30.70	4.21	110.41
292.50	464.90	591.98	672.83	2437.50	29.93	8.86	251.39
292.50	566.90	735.98	829.83	2437.50	29.93	11.14	319.70
292.50	796.90	1019.98	1151.83	2437.50	29.93	15.34	445.54
290.00	898.90	1143.98	1181.83	2416.67	29.67	17.97	523.64

L. 04 04 02

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	12.50	8.87	7.66	208.33	2.54	0.11	0.14
50	25.00	17.74	15.33	416.67	5.09	0.22	0.56
75	37.49	26.61	22.99	625.00	7.63	0.33	1.26
100	49.99	35.48	30.66	833.33	10.17	0.44	2.24
125	62.49	44.35	38.32	1041.67	12.72	0.55	3.51
150	74.99	53.22	45.99	1250.00	15.26	0.66	5.05
175	87.49	62.09	53.65	1458.33	17.81	0.77	6.87
200	99.99	70.96	61.32	1666.67	20.35	0.88	8.98
225	112.48	79.83	68.98	1875.00	22.89	0.99	11.36
250	124.98	88.70	76.64	2083.33	25.44	1.10	14.03
275	134.57	100.52	84.31	2291.67	27.98	1.32	19.80
300	141.57	106.52	91.97	2500.00	30.52	1.39	21.77
325	149.57	113.52	99.64	2708.33	33.07	1.48	24.59
350	159.57	122.52	107.30	2916.67	35.61	1.61	29.12

375	170.57	132.52	114.97	3125.00	38.16	1.76	34.79
400	182.57	142.52	124.64	3333.33	40.70	1.89	39.99
425	194.57	154.52	134.64	3541.67	43.24	2.08	47.85
450	217.57	175.52	151.64	3750.00	45.79	2.40	61.95
452.5	238.57	202.52	191.64	3770.83	46.04	2.73	77.49
425	263.57	248.52	201.64	3541.67	43.24	3.81	125.38
400	291.57	296.52	232.64	3333.33	40.70	4.77	165.57
382.5	418.57	486.52	365.64	3187.50	38.92	8.37	308.88
382.5	553.57	682.52	501.64	3187.50	38.92	12.06	452.63
382.5	676.57	859.52	624.64	3187.50	38.92	15.39	582.09
382.5	816.57	985.52	715.64	3187.50	38.92	17.35	658.59
382.5	897.57	1175.52	857.64	3187.50	38.92	21.22	809.06
382.5	975.57	1284.52	897.64	3187.50	38.92	23.51	898.17

L. 04 04 03

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	6.18	6.44	5.67	208.33	2.32	0.10	0.12
50	12.35	12.87	11.34	416.67	4.65	0.20	0.47
75	18.53	19.31	17.01	625.00	6.97	0.30	1.05
100	24.70	25.75	22.68	833.33	9.30	0.40	1.86
125	30.88	32.19	28.35	1041.67	11.62	0.50	2.91
150	37.05	38.62	34.02	1250.00	13.95	0.60	4.19
175	43.23	45.06	39.69	1458.33	16.27	0.70	5.70
200	49.40	51.50	45.36	1666.67	18.60	0.80	7.45
225	55.58	57.94	51.03	1875.00	20.92	0.90	9.43
250	61.75	64.37	56.70	2083.33	23.25	1.00	11.64
275	67.93	70.81	62.37	2291.67	25.57	1.10	14.08
300	74.10	77.25	68.04	2500.00	27.90	1.20	16.76
325	80.28	80.37	70.53	2708.33	30.22	1.23	17.56
350	86.45	86.37	77.53	2916.67	32.55	1.31	20.01
365	146.12	165.37	135.53	3041.67	33.94	2.73	67.48
350	158.12	185.37	145.53	2916.67	32.55	3.15	81.36
325	184.12	226.37	178.53	2708.33	30.22	3.91	105.09
310	411.12	567.37	333.53	2583.33	28.83	10.98	313.84
300	517.12	727.37	555.53	2500.00	27.90	13.23	377.56
285	674.12	932.37	717.53	2375.00	26.50	16.83	475.68
277.5	939.12	1302.37	1006.53	2312.50	25.81	23.50	650.05
275	996.12	1384.37	1071.53	2291.67	25.57	24.98	688.16
270	1104.12	1604.37	1135.53	2250.00	25.11	30.08	817.33

L. 04 04 04

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	3.35	3.91	3.26	208.33	2.37	0.07	0.08
50	6.70	7.82	6.51	416.67	4.75	0.13	0.31
75	10.05	11.73	9.77	625.00	7.12	0.20	0.69
100	13.39	15.64	13.03	833.33	9.49	0.26	1.24
125	16.74	19.55	16.28	1041.67	11.86	0.33	1.93
150	20.09	23.46	19.54	1250.00	14.24	0.39	2.78
175	23.44	27.37	22.80	1458.33	16.61	0.46	3.78
200	26.79	31.28	26.05	1666.67	18.98	0.52	4.94
225	30.14	35.20	29.31	1875.00	21.35	0.59	6.25
250	33.49	39.11	32.57	2083.33	23.73	0.65	7.72
275	36.83	43.02	35.82	2291.67	26.10	0.72	9.34
300	40.18	46.93	39.08	2500.00	28.47	0.78	11.12
325	43.53	50.84	42.33	2708.33	30.85	0.85	13.05
350	46.88	54.75	45.59	2916.67	33.22	0.91	15.13
375	50.23	58.66	48.85	3125.00	35.59	0.98	17.37
400	53.58	62.57	52.10	3333.33	37.96	1.04	19.76
425	56.92	66.48	55.36	3541.67	40.34	1.11	22.31
450	60.27	70.39	58.62	3750.00	42.71	1.17	25.01
475	63.62	74.30	61.87	3958.33	45.08	1.24	27.87
500	68.97	78.21	65.13	4166.67	47.45	1.29	30.21
525	73.97	84.84	68.39	4375.00	49.83	1.42	36.61
550	79.97	90.84	75.86	4583.33	52.20	1.49	40.47
575	87.97	100.84	94.86	4791.67	54.57	1.59	45.47
600	99.97	112.84	103.86	5000.00	56.94	1.78	56.31
625	130.97	144.84	124.86	5208.33	59.32	2.33	88.12
637.5	190.97	205.84	192.86	5312.50	60.50	3.16	138.16
625	201.97	215.84	210.86	5208.33	59.32	3.24	142.90
600	318.97	297.84	245.86	5000.00	56.94	4.51	216.56
575	417.97	377.84	311.86	4791.67	54.57	5.63	278.79
550	521.97	475.84	400.86	4583.33	52.20	7.06	355.28
530	800.97	742.84	613.86	4416.67	50.30	11.21	567.83
525	897.97	834.84	689.86	4375.00	49.83	12.61	638.12
515	1061.97	995.84	749.86	4291.67	48.88	15.64	787.36
512.5	1156.97	1103.84	775.86	4270.83	48.64	17.87	896.54

L. 04 04 05

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	4.90	5.23	4.06	208.33	2.53	0.09	0.11
50	9.80	10.46	8.13	416.67	5.06	0.17	0.44
75	14.70	15.68	12.19	625.00	7.59	0.26	0.98
100	19.60	20.91	16.26	833.33	10.13	0.34	1.74
125	24.50	26.14	20.32	1041.67	12.66	0.43	2.72
150	29.40	31.37	24.38	1250.00	15.19	0.52	3.92
175	34.30	36.59	28.45	1458.33	17.72	0.60	5.34
200	39.20	41.82	32.51	1666.67	20.25	0.69	6.97
225	44.10	47.05	36.58	1875.00	22.78	0.77	8.82
250	49.00	52.28	40.64	2083.33	25.32	0.86	10.89
275	53.90	57.50	47.16	2291.67	27.85	0.93	12.70
300	61.70	62.73	54.16	2500.00	30.38	0.97	13.99
325	70.70	72.91	62.16	2708.33	32.91	1.14	19.39
342.5	87.70	86.91	75.16	2854.17	34.68	1.33	25.71
325	97.70	92.91	80.16	2708.33	32.91	1.40	27.90
300	117.70	105.91	91.16	2500.00	30.38	1.55	32.69
275	158.70	133.91	115.16	2291.67	27.85	1.88	42.54
260	262.70	198.91	183.16	2166.67	26.33	2.52	59.70
250	322.70	236.91	219.16	2083.33	25.32	2.92	70.11
242.5	585.70	472.91	406.16	2020.83	24.56	6.48	158.80
240	744.70	583.91	495.16	2000.00	24.30	7.89	193.28
240	902.70	677.91	577.16	2000.00	24.30	8.87	217.08
240	935.70	771.91	689.16	2000.00	24.30	10.53	257.50

L. 04 07 01

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	3.58	4.31	5.06	208.33	2.12	0.06	0.07
50	7.16	8.61	10.11	416.67	4.24	0.12	0.26
75	10.74	12.92	15.17	625.00	6.37	0.19	0.59
100	14.32	17.23	20.22	833.33	8.49	0.25	1.05
125	17.90	21.54	25.28	1041.67	10.61	0.31	1.64
150	21.48	25.84	30.34	1250.00	12.73	0.37	2.36
175	25.06	30.15	35.39	1458.33	14.86	0.43	3.22
200	28.63	34.46	40.45	1666.67	16.98	0.49	4.20
225	32.21	38.76	45.50	1875.00	19.10	0.56	5.32
250	35.79	43.07	50.56	2083.33	21.22	0.62	6.57
275	39.37	47.38	55.62	2291.67	23.35	0.68	7.94
300	42.95	56.36	60.67	2500.00	25.47	0.88	12.74

325	46.53	60.36	65.73	2708.33	27.59	0.93	14.15
350	49.72	66.36	70.78	2916.67	29.71	1.04	17.40
380	55.72	76.36	83.47	3166.67	32.26	1.20	22.16
350	61.72	102.36	122.47	2916.67	29.71	1.62	35.32
325	82.72	236.36	251.47	2708.33	27.59	4.40	114.95
310	175.72	645.36	521.47	2583.33	26.32	13.57	362.02
300	470.72	798.36	654.47	2500.00	25.47	14.89	396.32
297.5	556.72	924.36	783.47	2479.17	25.26	16.97	449.10

L. 04 07 02

Beban	**Pembacaan**			**Momen**	**σlt**	**Kelenkungan**	**Energi**
(kg)	**Dial 1 x 10-3 cm**	**Dial 2 x 10-3 cm**	**Dial 3 x 10-3 cm**	**(1/6).P.L kg.cm**	**(kg/cm2)**	**Φ x 10-3 1/cm**	**At x 10-3 kg/cm^3**
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	4.94	8.82	8.69	208.33	2.16	0.16	0.17
50	9.88	17.64	17.38	416.67	4.33	0.31	0.67
75	14.82	26.45	26.07	625.00	6.49	0.47	1.52
100	19.76	35.27	34.75	833.33	8.65	0.62	2.70
125	24.69	44.09	43.44	1041.67	10.81	0.78	4.21
150	29.63	52.91	52.13	1250.00	12.98	0.94	6.07
175	34.57	61.73	60.82	1458.33	15.14	1.09	8.26
200	42.69	70.54	69.51	1666.67	17.30	1.22	10.41
225	51.69	79.36	78.20	1875.00	19.46	1.35	12.74
250	62.69	88.18	86.88	2083.33	21.63	1.46	15.05
275	76.69	103.95	103.91	2291.67	23.79	1.69	20.29
290	105.69	136.95	148.91	2416.67	25.09	2.11	30.49
275	125.69	166.95	185.91	2291.67	23.79	2.56	41.58
250	129.69	172.95	203.91	2083.33	21.63	2.58	41.91
242.5	216.69	276.95	340.91	2020.83	20.98	3.96	71.35
235	313.69	434.95	578.91	1958.33	20.33	6.10	115.52
235	382.69	581.95	748.91	1958.33	20.33	8.61	166.60
235	451.69	691.95	922.91	1958.33	20.33	10.03	195.43
235	526.69	737.95	976.91	1958.33	20.33	10.43	203.48

L. 04 07 03

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	8.51	7.22	6.61	208.33	2.27	0.10	0.11
50	17.01	14.43	13.23	416.67	4.55	0.20	0.45
75	25.52	21.65	19.84	625.00	6.82	0.30	1.01
100	34.02	28.87	26.45	833.33	9.10	0.40	1.80
125	42.53	36.08	33.07	1041.67	11.37	0.49	2.81
150	51.04	43.30	39.68	1250.00	13.65	0.59	4.05
175	59.54	50.52	46.29	1458.33	15.92	0.69	5.52
200	68.05	57.74	52.90	1666.67	18.20	0.79	7.21
225	76.55	64.95	59.52	1875.00	20.47	0.89	9.12
250	86.41	76.58	67.39	2083.33	22.75	1.10	13.60
270	206.41	96.58	87.39	2250.00	24.57	0.67	3.38
250	171.41	156.58	123.39	2083.33	22.75	2.39	44.09
235	381.41	338.58	244.39	1958.33	21.38	5.25	107.17
235	590.41	523.58	372.39	1958.33	21.38	8.15	169.22
235	813.41	713.58	515.39	1958.33	21.38	10.98	229.88
235	1036.41	913.58	650.39	1958.33	21.38	14.17	297.93
235	1343.41	1200.58	836.39	1958.33	21.38	18.88	398.78
235	1507.41	1340.58	927.39	1958.33	21.38	21.08	445.74
235	1640.41	1463.58	1010.39	1958.33	21.38	23.07	488.24
235	1683.41	1480.58	1024.39	1958.33	21.38	23.14	489.93

L. 04 07 04

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	7.13	8.39	6.71	208.33	2.32	0.14	0.16
50	14.25	16.78	13.41	416.67	4.65	0.28	0.66
75	21.38	25.16	20.12	625.00	6.97	0.43	1.48
100	28.51	33.55	26.83	833.33	9.30	0.57	2.64
125	35.63	41.94	33.53	1041.67	11.62	0.71	4.12
150	42.76	50.33	40.24	1250.00	13.94	0.85	5.94
175	49.89	58.71	46.95	1458.33	16.27	0.99	8.08
200	57.01	67.10	53.65	1666.67	18.59	1.14	10.56
225	64.14	75.49	60.36	1875.00	20.91	1.28	13.36
250	71.27	83.88	67.07	2083.33	23.24	1.42	16.49
275	78.39	92.26	73.77	2291.67	25.56	1.56	19.96
300	85.52	100.65	82.61	2500.00	27.89	1.69	23.34
315	110.90	119.29	96.61	2625.00	29.28	1.94	30.58
300	135.90	127.29	108.61	2500.00	27.89	1.91	29.55
250	206.90	189.29	153.61	2083.33	23.24	2.86	53.85

237.5	470.90	399.29	290.61	1979.17	22.08	6.02	125.46
237.5	655.90	455.29	381.61	1979.17	22.08	5.64	117.20
237	833.90	593.29	479.61	1975.00	22 03	7.63	161.02
225	942.90	681.29	552.61	1875.00	20.91	8.85	187.30
220	1148.90	891.29	692.61	1833.33	20.45	12.41	260.86
212.5	1361.90	1052.29	798.61	1770.83	19.75	14.75	307.90
202.5	1487.90	1079.29	872.61	1687.50	18.82	14.09	295.12

L. 04 07 05

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	8.85	7.68	5.97	208.33	2.10	0.11	0.12
50	17.71	15.36	11.93	416.67	4.21	0.23	0.48
75	26.56	23.03	17.90	625.00	6.31	0.34	1.08
100	35.41	30.71	23.87	833.33	8.42	0.46	1.93
125	44.26	38.39	29.84	1041.67	10.52	0.57	3.01
150	53.12	46.07	35.80	1250.00	12.62	0.69	4.33
175	61.97	53.75	41.77	1458.33	14.73	0.80	5.90
200	70.82	61.43	47.74	1666.67	16.83	0.92	7.70
225	79.67	69.10	53.71	1875.00	18.94	1.03	9.75
250	88.53	76.78	59.67	2083.33	21.04	1.14	12.04
275	97.38	84.46	65.64	2291.67	23.14	1.26	14.57
300	106.23	92.14	71.61	2500.00	25.25	1.37	17.33
325	115.08	99.82	77.57	2708.33	27.35	1.49	20.34
350	131.28	118.07	91.62	2916.67	29.46	1.80	29.09
375	169.28	157.07	123 62	3125.00	31.56	2.41	47.98
400	335.28	334.07	264.62	3333.33	33.66	5.30	142.14
425	457.28	469.07	377.62	3541.67	35.77	7.50	218.38
430	533.28	563.07	457.62	3583.33	36.19	9.08	275.37
425	628.28	699.07	572.62	3541.67	35.77	11.49	361.89
422.5	701.28	802.07	656.62	3520.83	35.56	13.32	427.37
415	916.28	1087.07	903.62	3458.33	34.93	18.20	599.42
407	1049.28	1242.07	1026.62	3391.67	34.25	20.83	690.07

L. 04 10 01

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	4.93	4.72	4.88	208.33	2.41	0.07	0.08
50	9.85	9.45	9.75	416.67	4.83	0.13	0.32
75	14.78	14.17	14.63	625.00	7.24	0.20	0.71
100	19.71	18.89	19.50	833.33	9.65	0.26	1.26
125	24.63	23.62	24.38	1041.67	12.07	0.33	1.97
150	29.56	28.34	29.25	1250.00	14.48	0.39	2.84
175	34.49	33.06	34.13	1458.33	16.89	0.46	3.87
200	39.41	37.79	39.01	1666.67	19.30	0.52	5.05
225	44.34	53.34	43.88	1875.00	21.72	0.90	12.79
250	49.27	56.34	48.76	2083.33	24.13	0.92	13.16
275	60.02	59.34	63.48	2291.67	26.54	0.82	10.70
300	72.02	70.34	76.48	2500.00	28.96	0.96	14.49
325	89.02	92.34	93.48	2708.33	31.37	1.35	26.22
350	112.02	117.34	115.48	2916.67	33.78	1.74	39.12
375	141.02	137.34	146.48	3125.00	36.20	1.89	44.16
400	178.02	187.34	183.48	3333.33	38.61	2.79	78.09
425	231.02	243.34	231.48	3541.67	41.02	3.68	113.35
450	333.02	343.34	321.48	3750.00	43.43	5.18	176.59
475	558.02	549.34	516.48	3958.33	45.85	8.08	306.45
485	922.02	894.34	901.48	4041.67	46.81	12.63	516.93
482.5	1227.02	1197.34	991.48	4020.83	46.57	18.51	791.60
480	1350.02	1282.34	1066.48	4000.00	46.33	19.53	839.09

L. 04 10 02

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	7.23	7.57	6.41	208.33	2.16	0.12	0.13
50	14.47	15.13	12.81	416.67	4.32	0.24	0.52
75	21.70	22.70	19.22	625.00	6.47	0.36	1.16
100	28.93	30.26	25.63	833.33	8.63	0.48	2.07
125	36.17	37.83	32.04	1041.67	10.79	0.60	3.23
150	43.40	45.40	38.44	1250.00	12.95	0.72	4.65
175	50.63	52.96	44.85	1458.33	15.11	0.84	6.33
200	57.87	60.53	51.26	1666.67	17.26	0.96	8.26
225	65.10	68.09	57.66	1875.00	19.42	1.08	10.46
250	72.33	75.66	64.07	2083.33	21.58	1.20	12.91
275	94.73	95.95	83.22	2291.67	23.74	1.48	19.38
300	116.73	115.95	101.22	2500.00	25.89	1.77	26.52
325	136.73	132.95	119.22	2708.33	28.05	1.99	32.35

350	176.73	167.95	157.22	2916.67	30.21	2.43	45.35
365	296.73	312.95	317.22	3041.67	31.50	4.59	112.01
365	347.73	384.95	405.22	3041.67	31.50	5.67	145.80
365	436.73	456.95	569.22	3041.67	31.50	5.92	153.74
365	521.73	608.95	717.22	3041.67	31.50	8.62	238.81
365	621.73	762.95	886.22	3041.67	31.50	11.12	317.52
365	657.73	809.95	969.22	3041.67	31.50	11.61	333.17

L. 04 10 03

Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	6.78	5.76	6.73	208.33	2.59	0.07	0.09
50	13.56	11.51	13.46	416.67	5.19	0.14	0.36
75	20.34	17.27	20.19	625.00	7.78	0.21	0.80
100	27.12	23.03	26.91	833.33	10.37	0.27	1.42
125	33.90	28.78	33.64	1041.67	12.97	0.34	2.22
150	40.68	34.54	40.37	1250.00	15.56	0.41	3.20
175	47.46	40.30	47.10	1458.33	18.15	0.48	4.35
200	54.24	46.06	53.83	1666.67	20.74	0.55	5.69
225	61.02	51.81	60.56	1875.00	23.34	0.62	7.20
250	67.80	57.57	67.28	2083.33	25.93	0.69	8.89
275	74.58	66.44	75.63	2291.67	28.52	0.83	12.88
275	103.63	85.44	102.63	2291.67	28.52	0.98	16.98
227.5	328.63	250.44	207.63	1895.83	23.60	3.35	78.90
225	658.63	520.44	407.63	1875.00	23.34	7.31	171.83
222.5	948.63	818.44	572.63	1854.17	23.08	12.62	294.98
222.5	1248.63	963.44	752.63	1854.17	23.08	13.34	311.59
225	1481.63	1212.44	1007.63	1875.00	23.34	17.00	396.48

L. 04 10 04

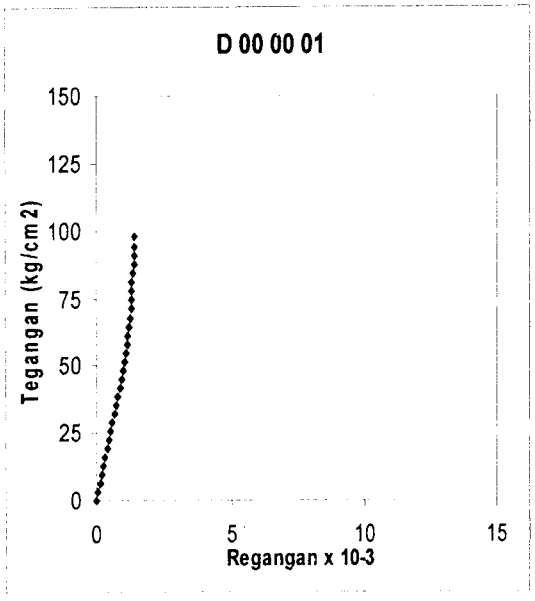
Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	8.44	8.12	8.99	208.33	2.56	0.11	0.14
50	16.89	16.25	17.98	416.67	5.11	0.22	0.55
75	25.33	24.37	26.97	625.00	7.67	0.33	1.25
100	33.77	32.49	35.96	833.33	10.23	0.43	2.22
125	42.21	40.62	44.95	1041.67	12.78	0.54	3.47
150	50.66	48.74	53.94	1250.00	15.34	0.65	4.99
175	59.10	56.87	62.92	1458.33	17.90	0.76	6.79
200	67.54	64.99	71.91	1666.67	20.45	0.87	8.87
225	75.98	73.11	80.90	1875.00	23.01	0.98	11.23

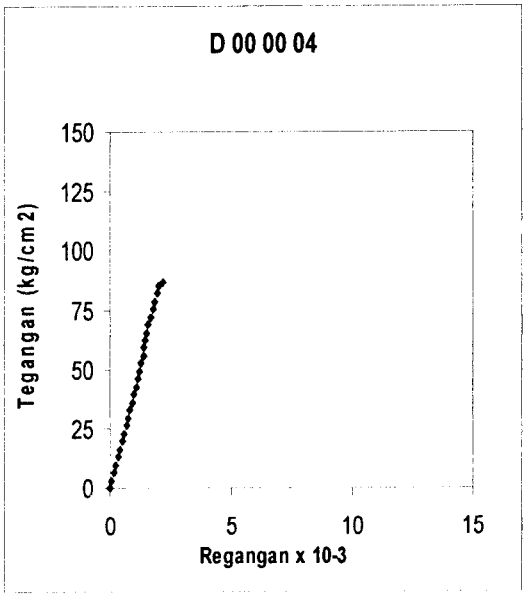
250	84.43	81.24	89.89	2083.33	25.57	1.08	13.86
275	92.87	89.36	98.88	2291.67	28.12	1.19	16.78
300	115.93	109.55	115.07	2500.00	30.68	1.49	25.56
325	261.93	292.55	278.07	2708.33	33.24	4.54	122.90
308	325.93	443.55	430.07	2566.67	31.50	7.33	213.32
308	493.93	692.55	756.07	2566.67	31.50	10.95	327.17
310	649.93	886.55	948.07	2583.33	31.70	14.03	424.55
310	683.93	953.55	1024.07	2583.33	31.70	15.16	460.62

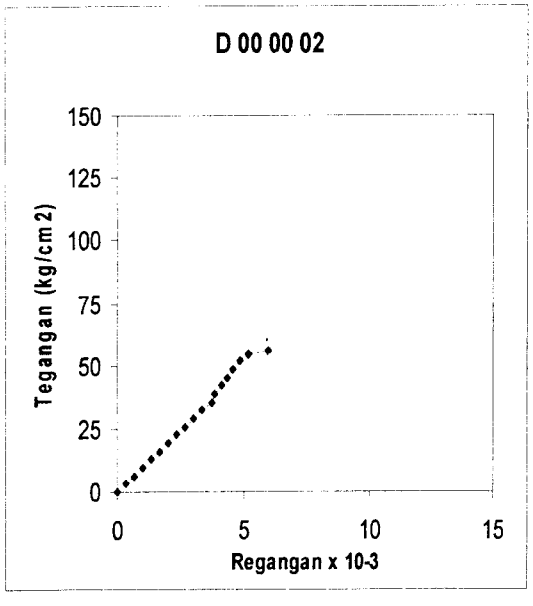
L. 04 10 05

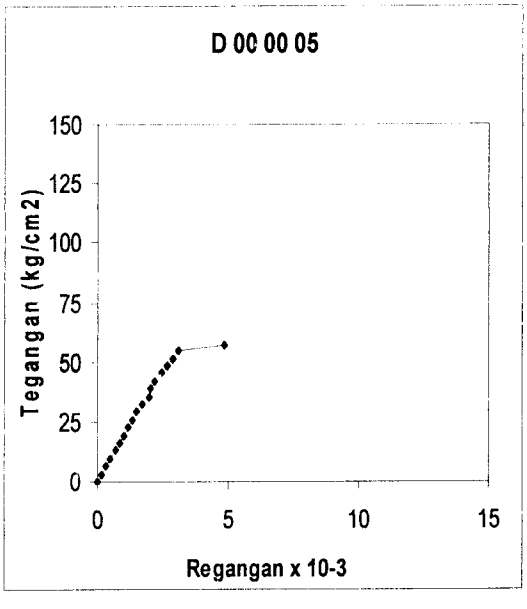
Beban (kg)	Pembacaan			Momen (1/6).P.L kg.cm	σlt (kg/cm2)	Kelenkungan Φ x 10-3 1/cm	Energi At x 10-3 kg/cm^3
	Dial 1 x 10-3 cm	Dial 2 x 10-3 cm	Dial 3 x 10-3 cm				
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	7.27	8.59	6.67	208.33	2.26	0.15	0.17
50	14.54	17.18	13.35	416.67	4.53	0.29	0.67
75	21.81	25.77	20.02	625.00	6.79	0.44	1.50
100	29.08	34.36	26.70	833.33	9.06	0.59	2.66
125	36.35	42.95	33.37	1041.67	11.32	0.73	4.16
150	43.62	51.54	40.05	1250.00	13.59	0.88	5.99
175	50.89	60.13	46.72	1458.33	15.85	1.03	8.16
200	58.16	68.72	53.40	1666.67	18.12	1.18	10.65
225	65.44	77.31	60.07	1875.00	20.38	1.32	13.48
250	72.71	85.90	66.75	2083.33	22.65	1.47	16.65
275	83.88	94.50	80.58	2291.67	24.91	1.54	18.25
300	131.88	147.36	133.58	2500.00	27.18	2.33	38.96
302.5	223.88	283.36	237.58	2520.83	27.40	4.84	107.33
300	251.88	325.36	265.58	2500.00	27.18	5.64	129.34
287.5	323.88	470.36	374.58	2395.83	26.04	8.52	205.79
285	346.88	627.36	489.58	2375.00	25.82	12.05	297.27
275	471.88	798.36	616.58	2291.67	24.91	15.16	376.16
270	596.88	1006.36	765.58	2250.00	24.46	19.17	475.34
265	736.88	1144.36	881.58	2208.33	24.01	21.30	526.98
260	851.88	1227.36	951.58	2166.67	23.55	22.36	552.15

Gambar Grafik Regangan-Tegangan

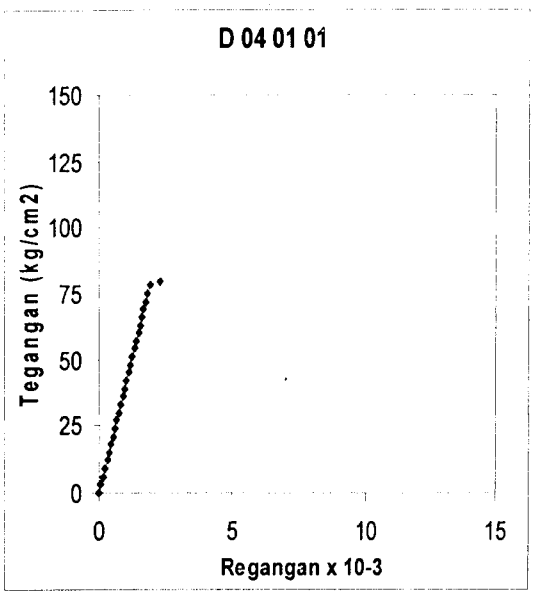


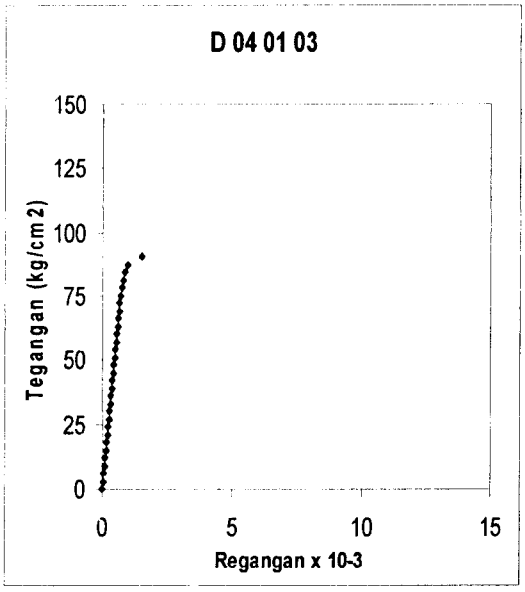


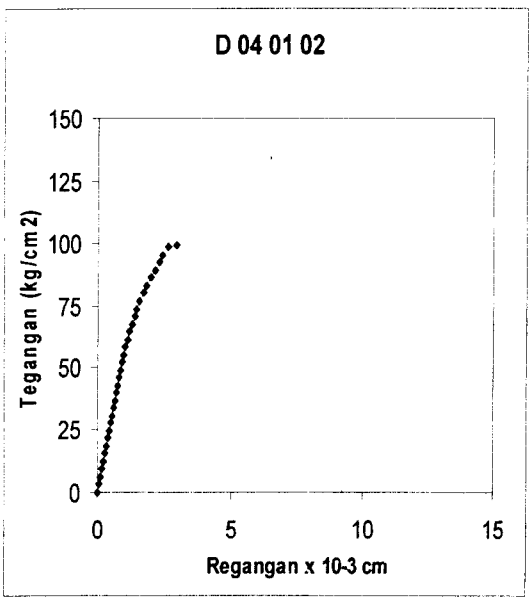


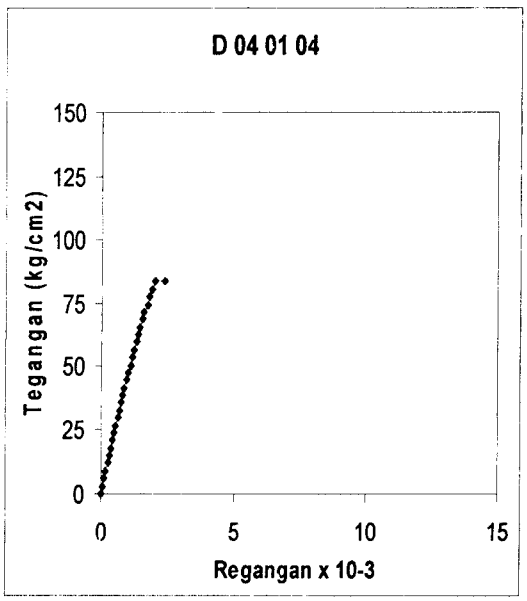


Gambar Grafik Regangan-Tegangan

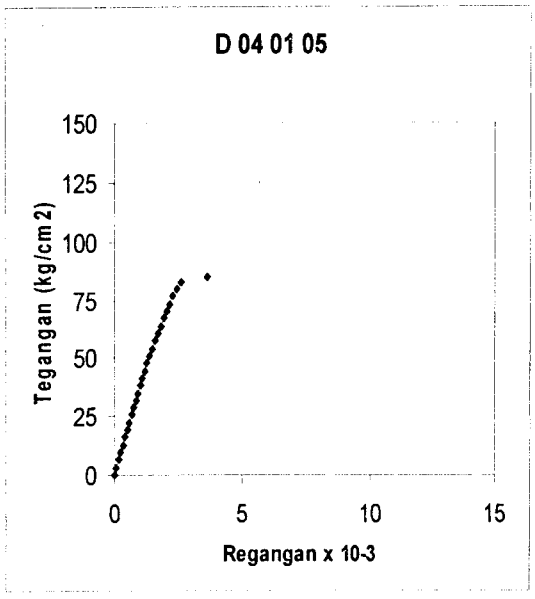


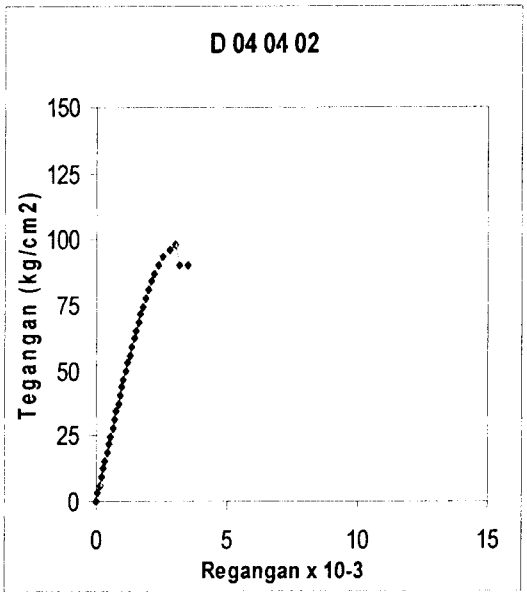


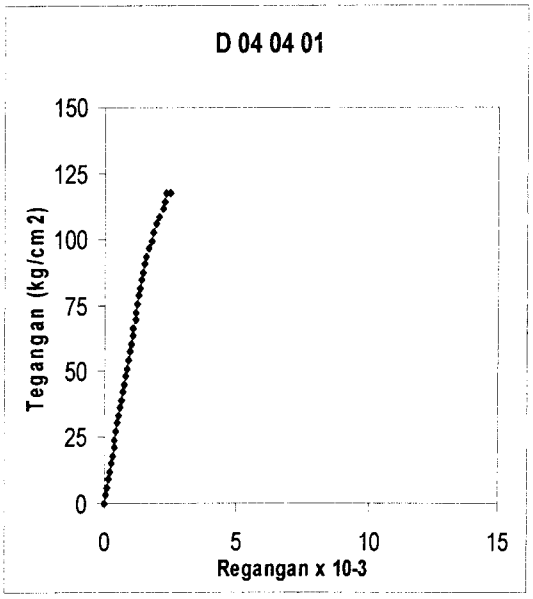


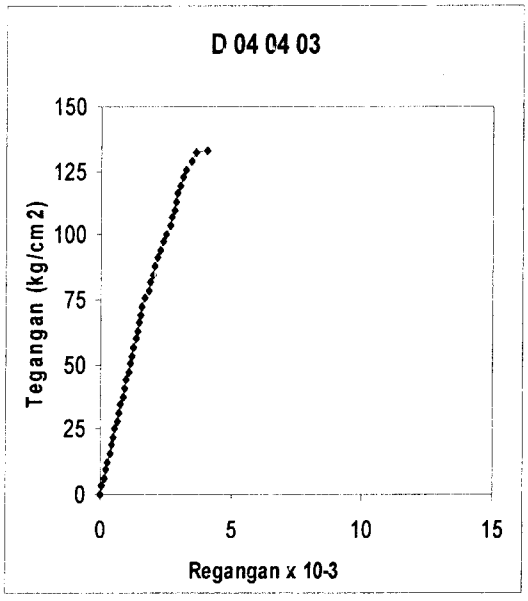


Gambar Grafik Regangan-Tegangan

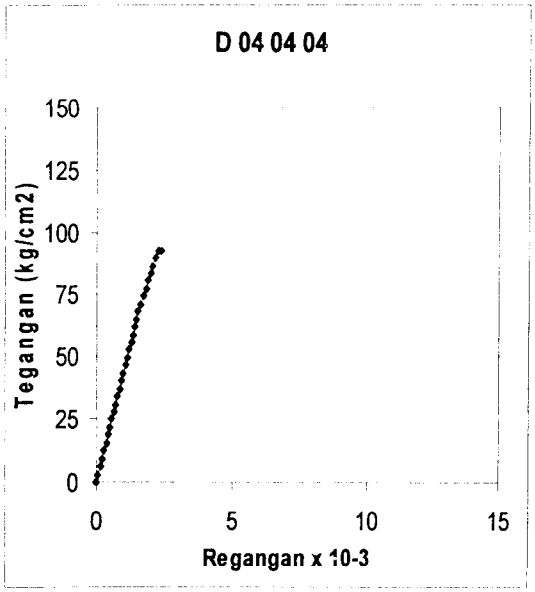


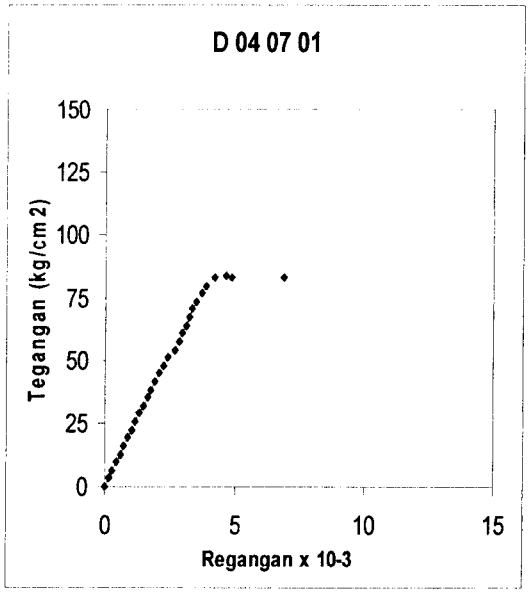


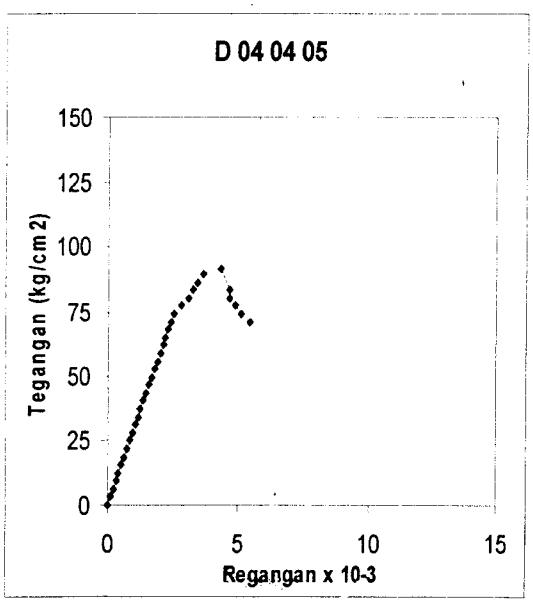


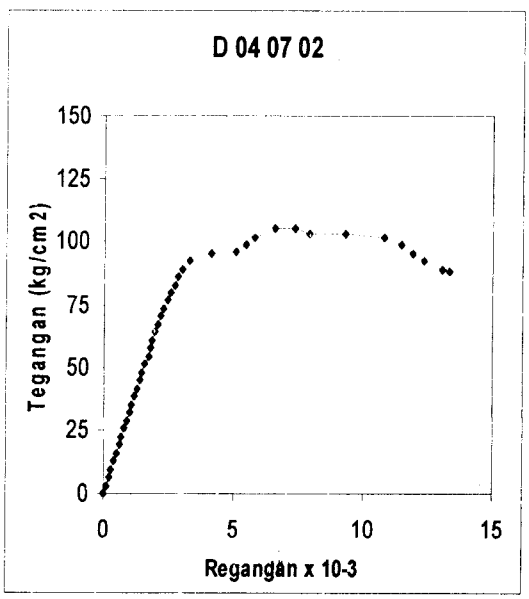


Gambar Grafik Regangan-Tegangan

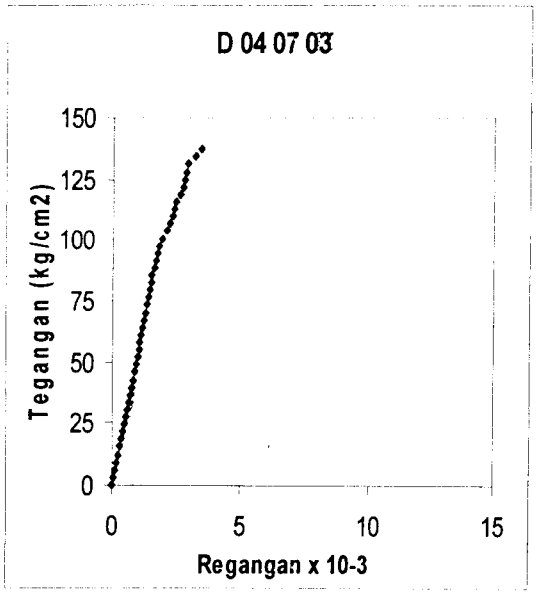


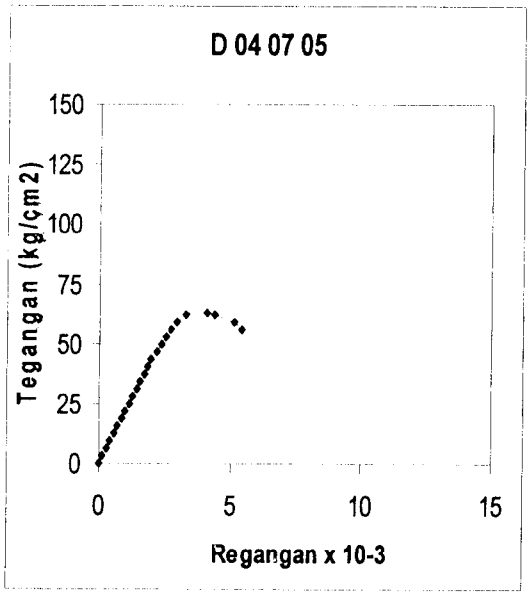


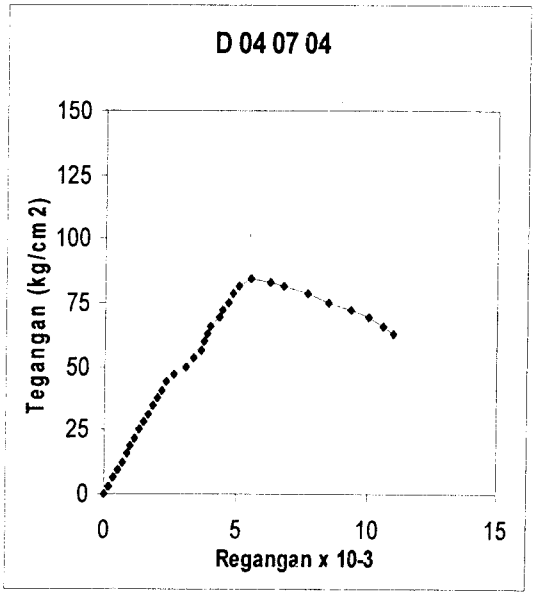


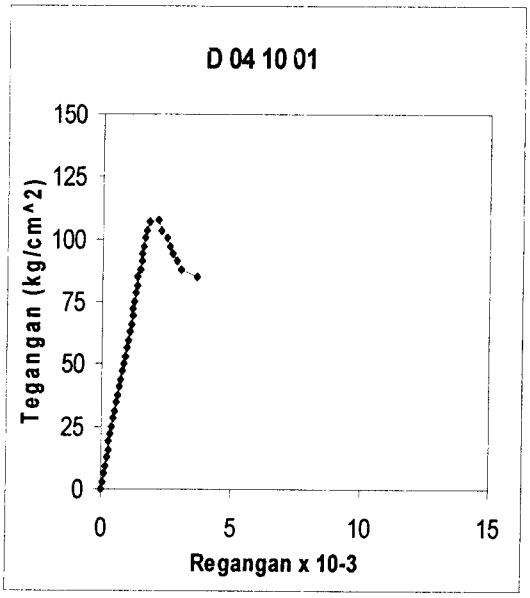


Gambar Grafik Regangan-Tegangan

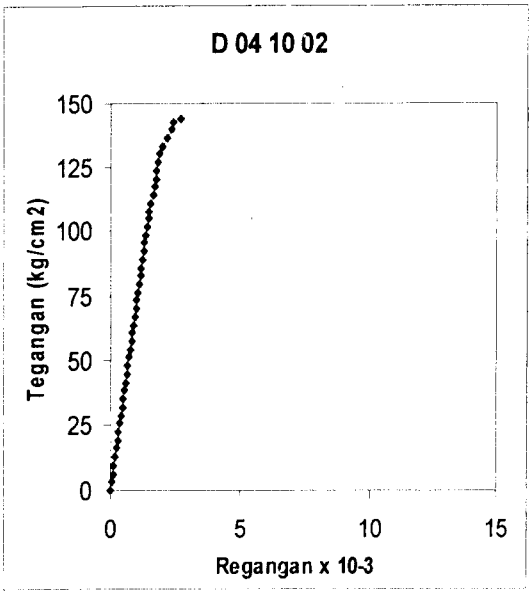


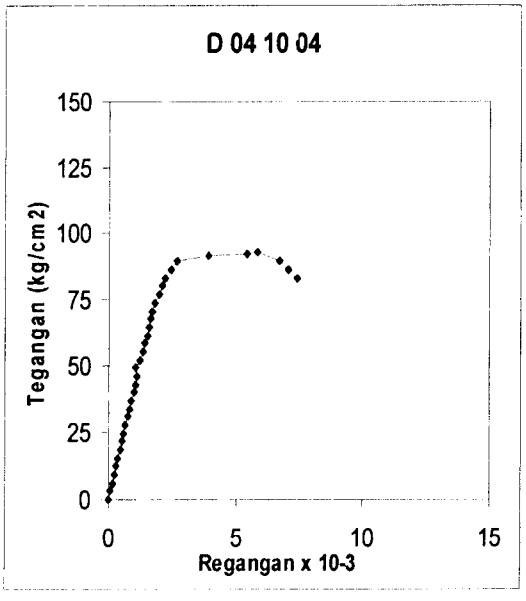


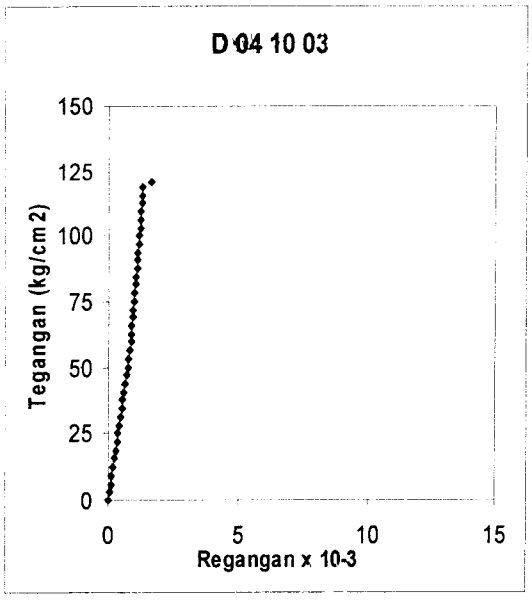


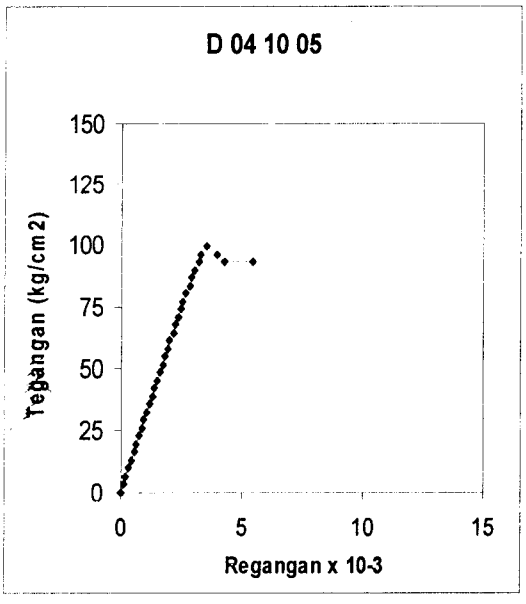


Gambar Grafik Regangan-Tegangan

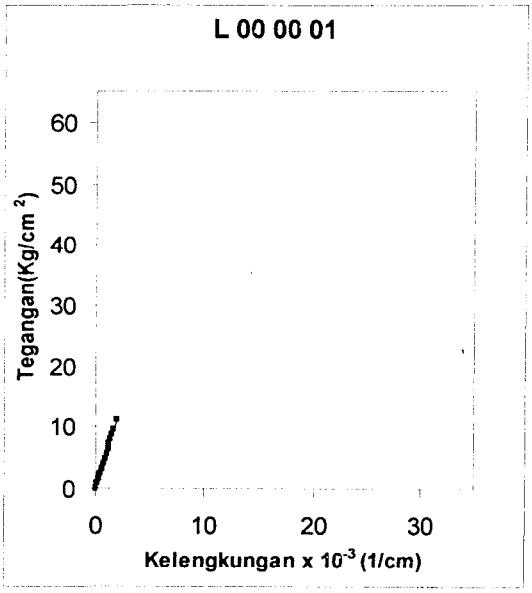


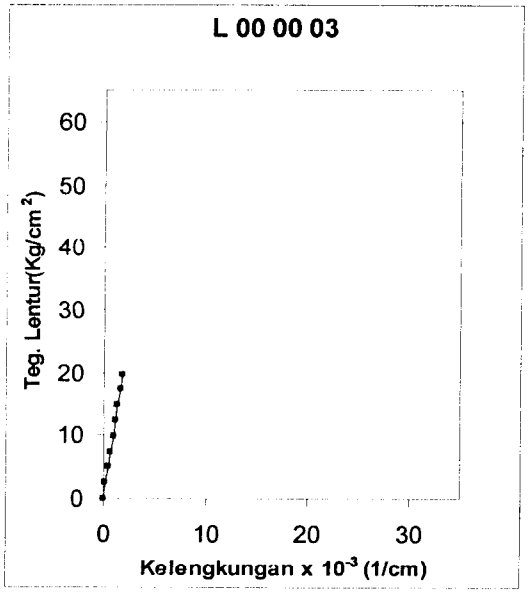


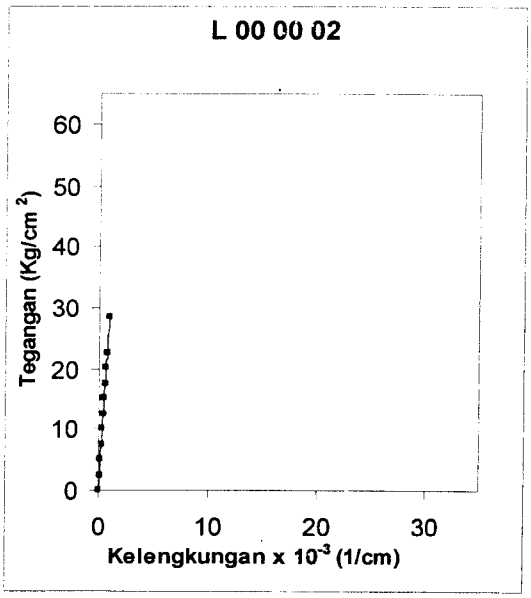


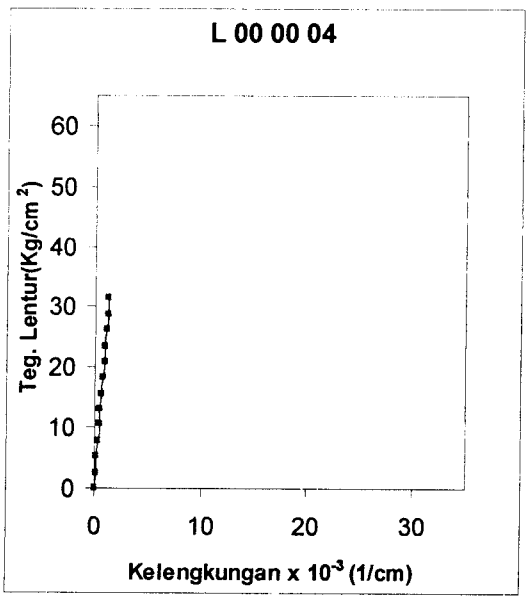


Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan Lentur

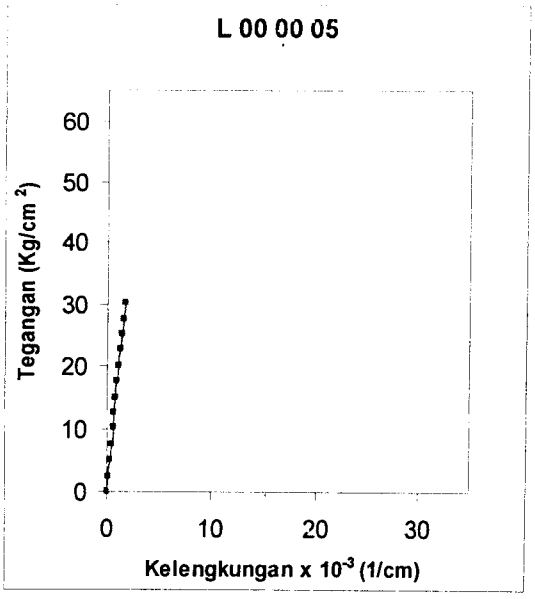


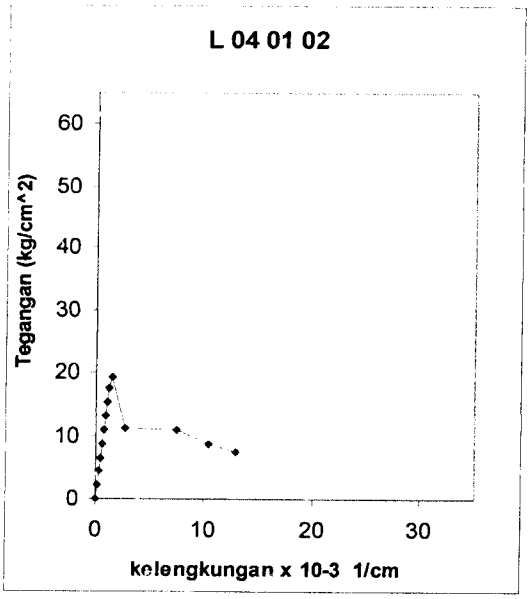


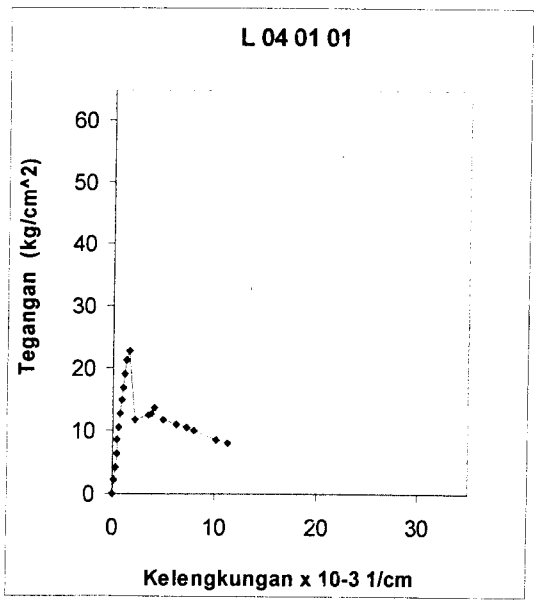


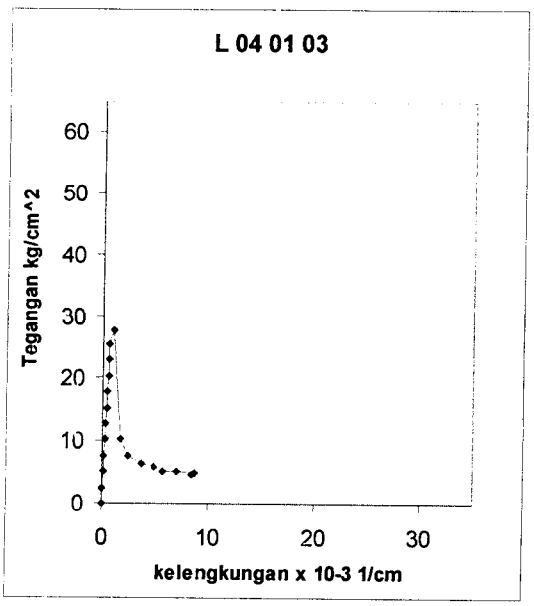


Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan Lentur

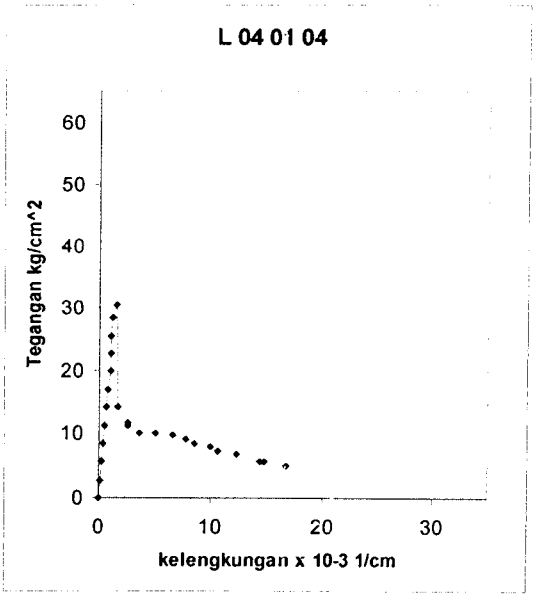


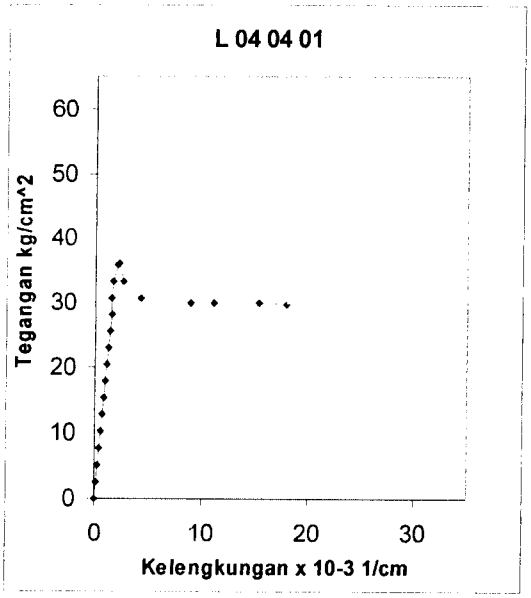


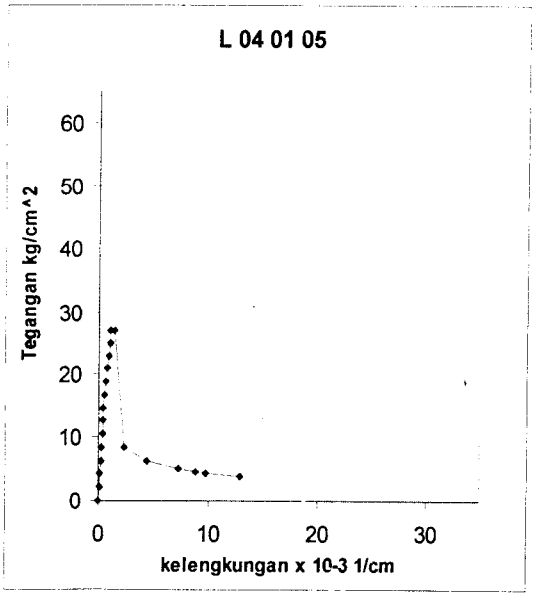


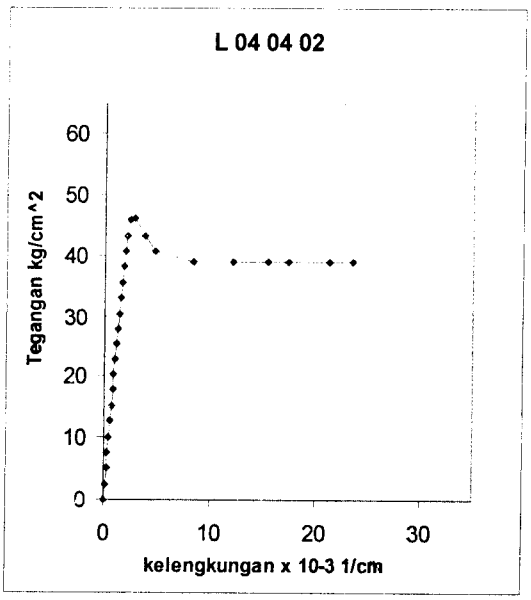


Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan Lentur

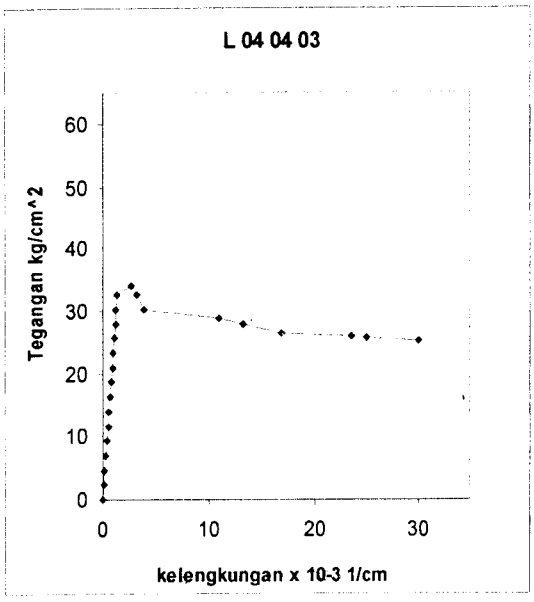


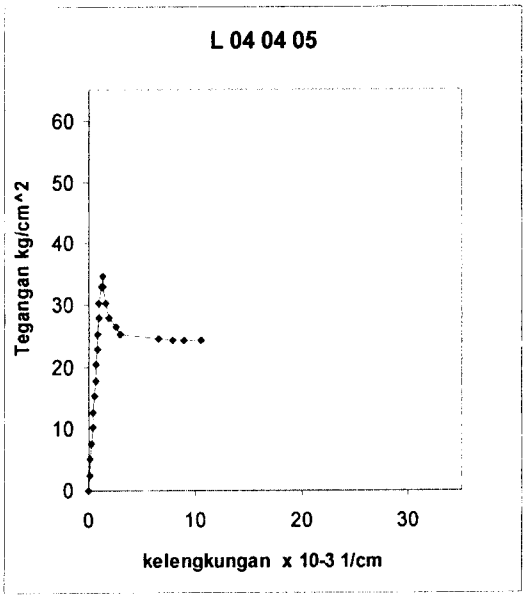


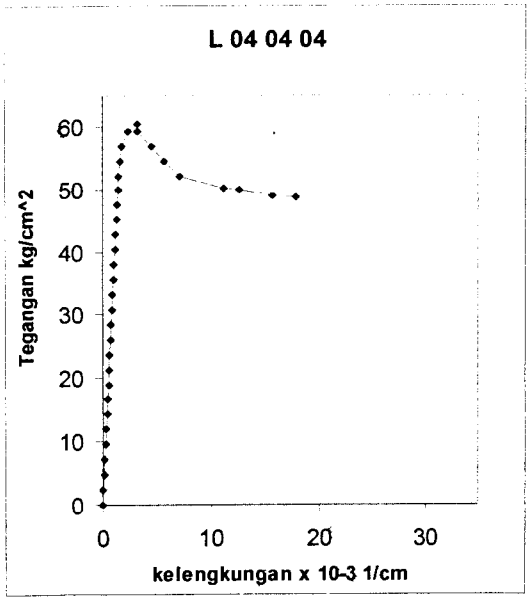


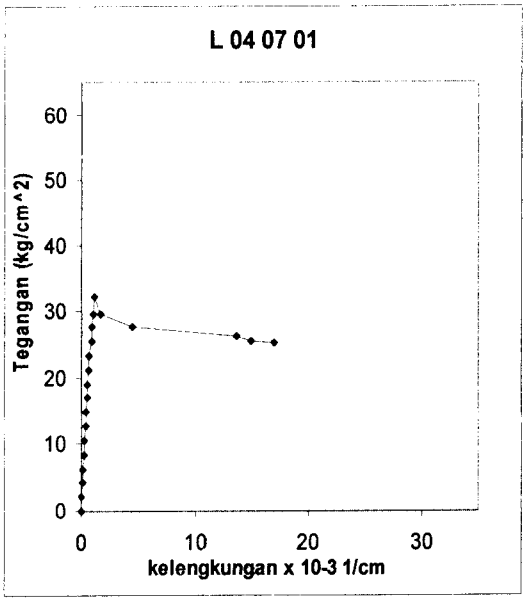


Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan Lentur

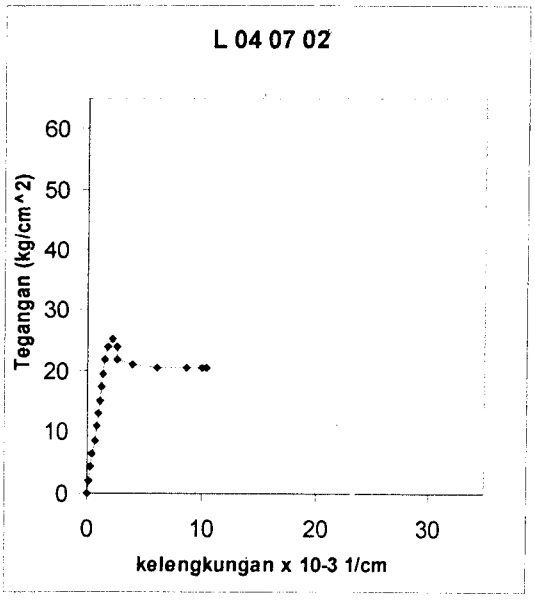


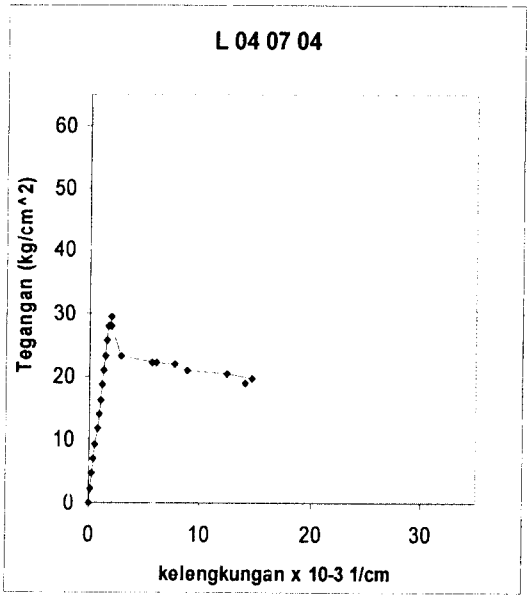


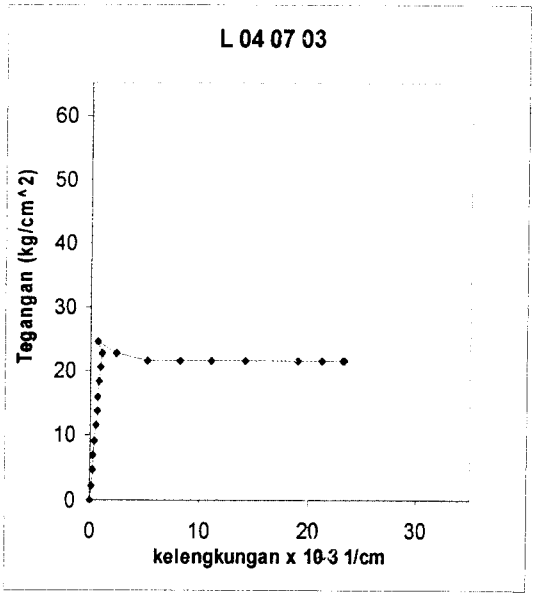


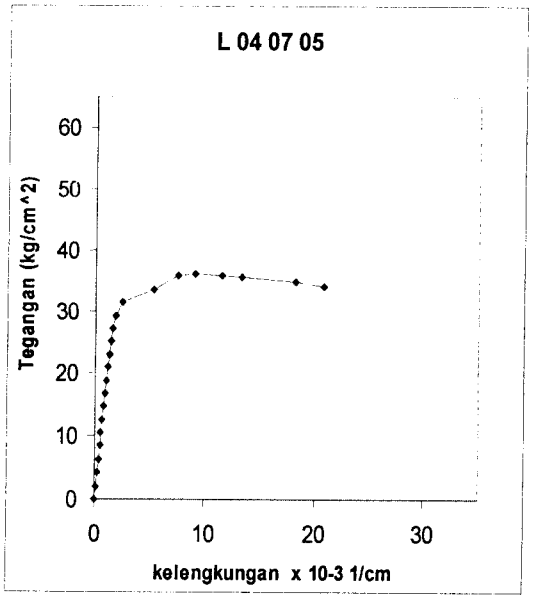


Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan Lentur

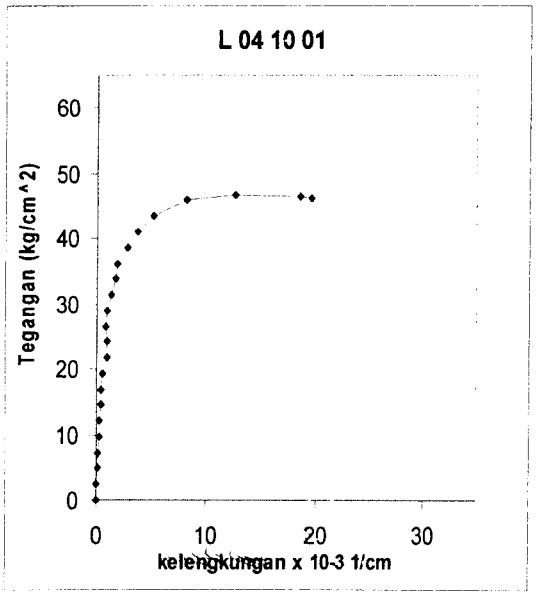


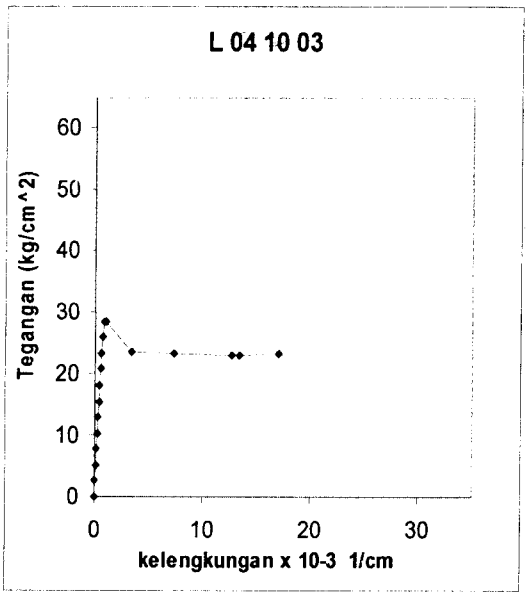


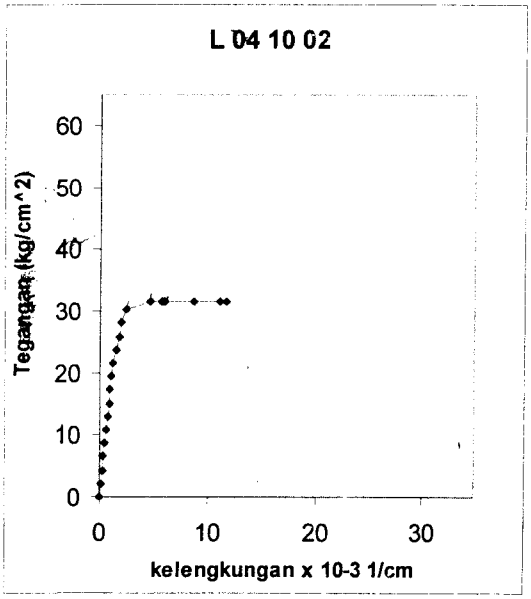


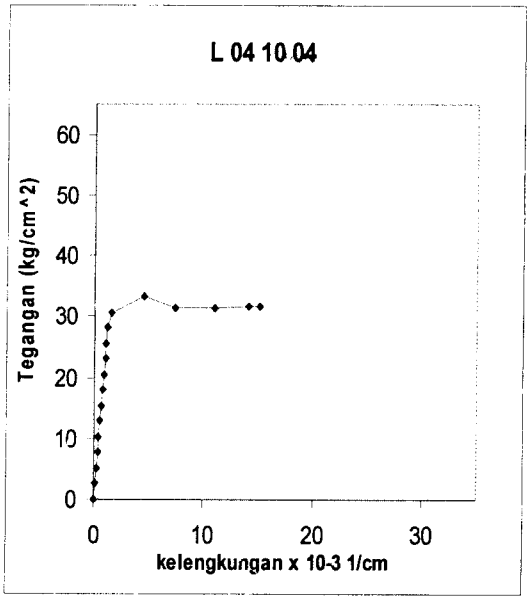


Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan
Lentur

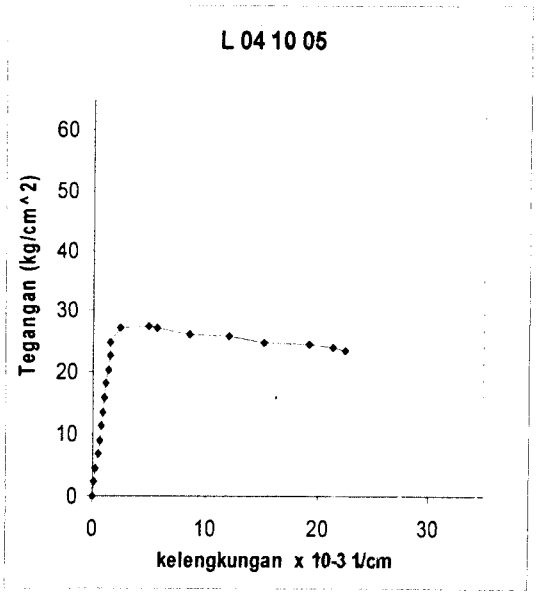








Gambar Grafik Kelengkungan-Tegangan Lentur



Perhitungan Kebutuhan Material Sample :

1. Material Penyusun Sample

   a. Semen

      Merk : Semen Nusantara 40 kg

      Bj Semen : 3150 kg/m^3

   b. Pasir

      Asal : Gunung Merapi Kaliurang

      Bj Pasir : 2700 kg/m^3

   c. Air

      Asal : Lab. BKT

      Bj Air : 1000 kg/m^3

   d. Kawat Bendrat

      Asal : Toko Matrial Jakal km8

      Bj Bendrat : 7850 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 m^3

   Persentase kawat bendrat = 0%

   - Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = Vtot$

Sama dengan;

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

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

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

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

$$x = 2{,}44$$

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^3

   Persentase kawat bendrat = 0%

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = Vtot$

Sama dengan;

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

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

$$(0.00032 + 0.00185 + 0.0009 + 0) . x = 0.0078\ m^3$$

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

$$x = 2{,}54$$

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 m^3

Persentase kawat Bendrat = 4%

Panjang = 1, 4, 7, dan 10 cm

- Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = Vtot$

Sama dengan;

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

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

$(0.00032 + 0.00185 + 0.0009 + 0.000035)\ .\ x = 0.0075\ m^3$

$0,003105.\ x = 0.0075\ m^3$

$x = 2,416$

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^3

   Persentase kawat bendrat = 4%

   Panjang = 1, 4, 7 dan 10 cm

   - Kebutuhan Untuk 1 Cetakan

     $V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = Vtot$

     Sama dengan;

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

$$\frac{1}{3150} + \frac{5}{2700} + \frac{0.9}{1000} + \frac{0,276}{7860} = 0.0078\ m^3$$

$$(0.00032 + 0.00185 + 0.0009 + 0.000035)\ .\ x = 0.0078\ m^3$$

$$0,003105.\ x = 0.0078\ m^3$$

$$x = 2,512$$

Sehingga kebutuhan material untuk 1 buah cetakan =

Semen	:	Pasir	:	Air	:	Bendrat
(1 x 2,512)	:	(5 x 2,512)	:	(0,9 x 2,512)	:	(0,276 x 2,512)
2,512 Kg	:	12,563 Kg	:	2,261 Kg	:	0,693 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
(2,512 x 5)	:	(12,563 x 5)	:	(2,261 x 5)	:	(0,693 x 5)
12,56 Kg	:	62,815 Kg	:	11,305 Kg	:	3,465 Kg

Perhitungan kebutuhan material untuk dinding :

Panel *Non*-Bendrat.

Untuk panel *non*-bendrat, menggunakan pc = 40 kg. Dari perhitungan kebutuhan material dinding panel, dengan penambahan safety untuk material sebesar 5%.

$1m^2$ kebutuhan bahan dengan perbandingan 1 pc : 5 ps

1 PC = 2,4435 kg

5 Pasir = 12,2177 kg

Dengan penambahan safety maka kebutuhan material menjadi :

1 PC = 2,5657 kg / 40 kg = 0.05131 zak

5 Pasir = 12,8286 kg / 4050 kg = 0.003168 kg

Sehingga diperoleh nilai koefisien sebagai berikut :

0,05131 zak pc : 0,003168 kg pasir

Biaya untuk pembuatan panel *non*-bendrat :

0,05131 zak pc.....	@ Rp 29.500	= Rp 1.881
0,003168 kg pasir	@ Rp 100.000,00	= Rp 317
	Jumlah	= **Rp 2.209**

Panel Kawat Bendrat 4 % Berat.

Untuk panel kawat bendrat 4 % berat, menggunakan pc = 40 kg. Dari perhitungan kebutuhan material dinding panel, dengan penambahan safety untuk material sebesar 5%.

$1m^2$ kebutuhan bahan dengan perbandingan 1 pc : 5 ps : 0,276 bt

1 PC = 2,4159 kg

5 Pasir = 12,0794 kg

0,276 Bendrat = 2,1743 kg

Dengan penambahan safety maka kebutuhan material menjadi :

1 PC = 2,5367 kg / 40 kg = 0,06342 zak

5 Pasir = 12,6833 kg / 4050 kg = 0,0031317 kg

0,276 Bendrat = 2,2829 kg

Sehingga diperoleh nilai koefisien sebagai berikut :

0,06342 zak pc : 0,0031317 kg pasir : 0,2829 kg bendrat

Biaya untuk pembuatan panel kawat bendrat 4 % berat :

0,06342 zak pc..... @ Rp 29.500 = Rp 1.871

0,00313168 m^3 pasir..... @ Rp 100.000 = Rp 313

2,2829 kg..... @ Rp 8.000,00 = Rp 5.334

Jumlah = **Rp 7.518**

Perhitungan kebutuhan material untuk dinding :

Panel *Non*-Bendrat.

Untuk panel *non*-bendrat, menggunakan pc = 40 kg. Dari perhitungan kebutuhan material dinding panel, dengan penambahan safety untuk material sebesar 5%.

$1m^2$ kebutuhan bahan dengan perbandingan 1 pc : 5 ps

1 PC = 2,4435 kg

5 Pasir = 12,2177 kg

Dengan penambahan safety maka kebutuhan material menjadi :

1 PC = 2,5657 kg / 40 kg = 0.05131 zak

5 Pasir = 12,8286 kg / 4050 kg = 0.003168 kg

Sehingga diperoleh nilai koefisien sebagai berikut :

0,05131 zak pc : 0,003168 kg pasir

Biaya untuk pembuatan panel *non*-bendrat :

0,05131 zak pc..... @ Rp 29.500 = Rp 1.881

0,003168 kg pasir ..... @ Rp 100.000,00 = Rp 317

Jumlah = **Rp 2.209**

Panel Kawat Bendrat 4 % Berat.

Untuk panel kawat bendrat 4 % berat, menggunakan pc = 40 kg. Dari perhitungan kebutuhan material dinding panel, dengan penambahan safety untuk material sebesar 5%.

1 m^2 kebutuhan bahan dengan perbandingan 1 pc : 5 ps : 0,276 bt

1 PC = 2,4159 kg

5 Pasir = 12,0794 kg

0,276 Bendrat = 2,1743 kg

Dengan penambahan safety maka kebutuhan material menjadi :

1 PC = 2,5367 kg / 40 kg = 0,06342 zak

5 Pasir = 12,6833 kg / 4050 kg = 0,0031317 kg

0,276 Bendrat = 2,2829 kg

Sehingga diperoleh nilai koefisien sebagai berikut :

0,06342 zak pc : 0,0031317 kg pasir : 0,2829 kg bendrat

Biaya untuk pembuatan panel kawat bendrat 4 % berat :

0,06342 zak pc..... @ Rp 29.500 = Rp 1.871

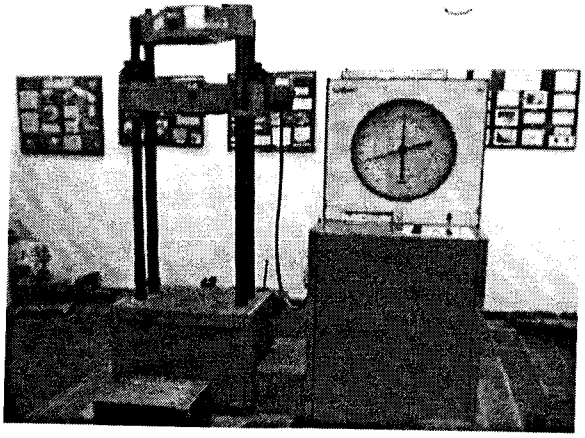
0,00313168 m^3 pasir..... @ Rp 100.000 = Rp 313

2,2829 kg..... @ Rp 8.000,00 = Rp 5.334

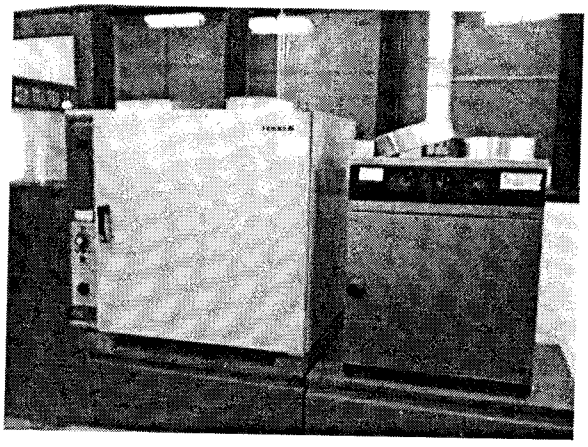
Jumlah = **Rp 7.518**

Lampiran III

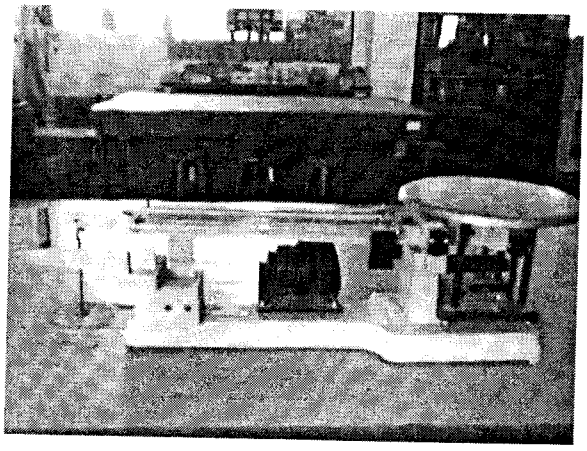
Dokumentasi Penelitian



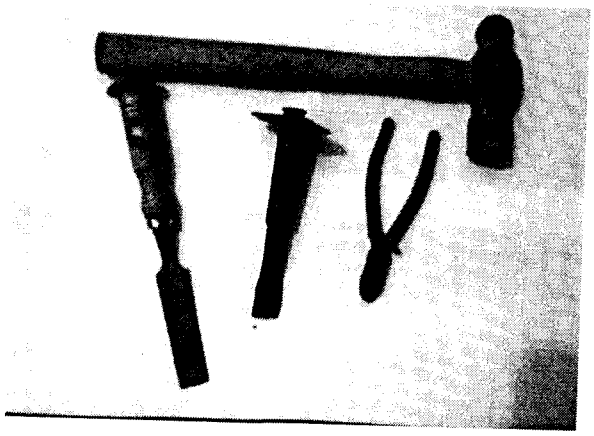
Gambar 1. Alat Uji *Universal Testing Material (UTM)* Merk SIMATZU type 39



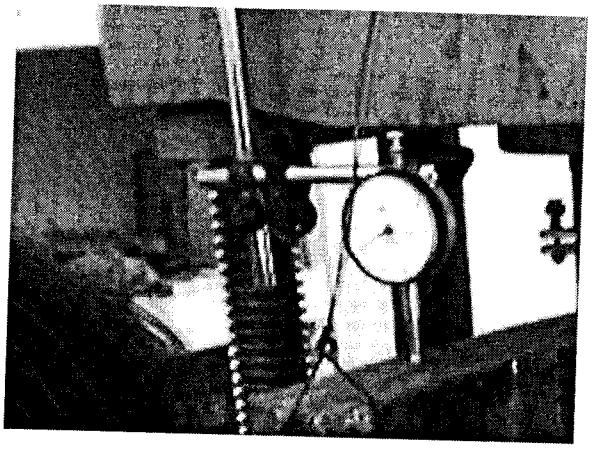
Gambar 2. Oven



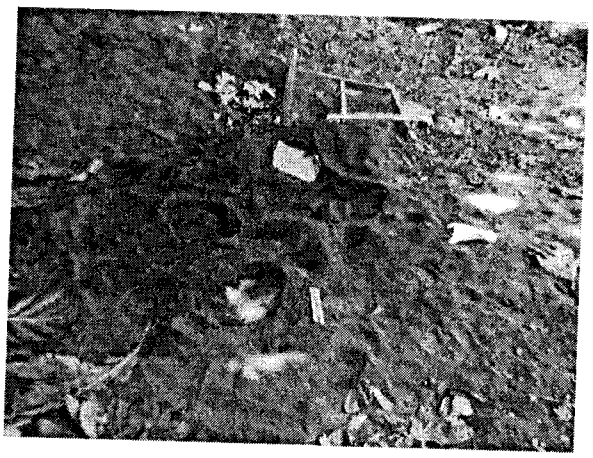
Gambar 3. Neraca/Timbangan Merk O'house



Gambar 4. Alat Potong Kawat Bendrat

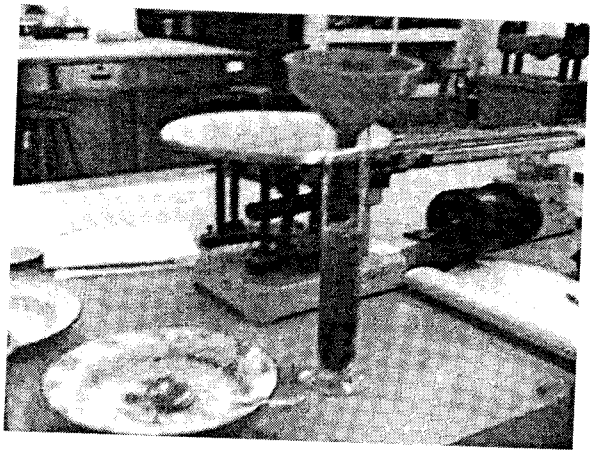


Gambar 5. Dial Gauge

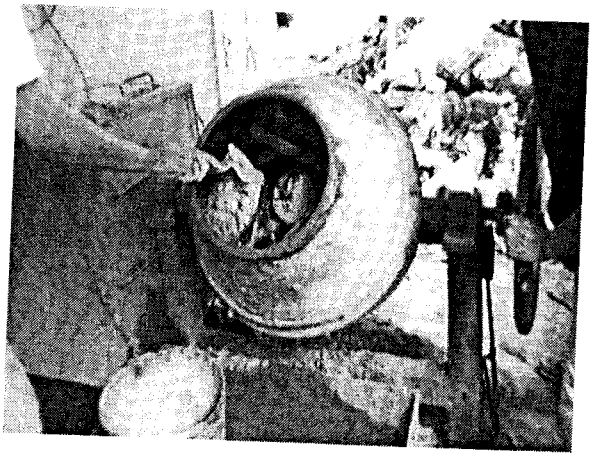


Gambar 6. Pasir

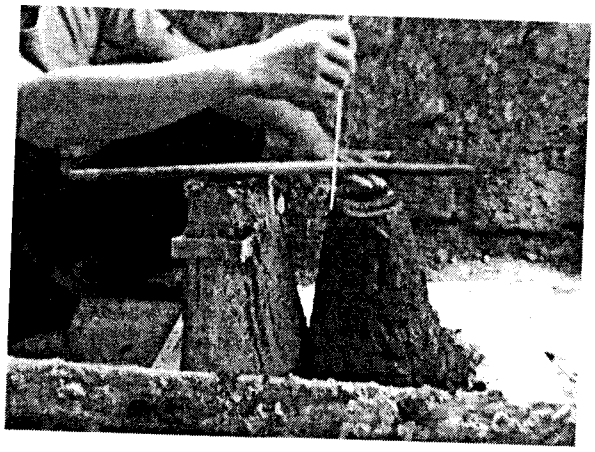
Gambar 7. Pemotongan Serat Bendrat



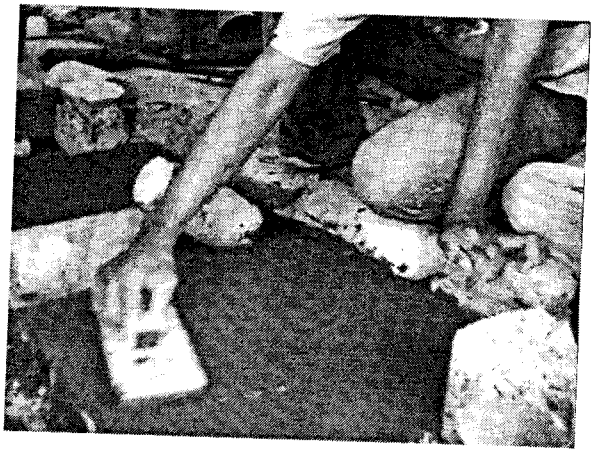
Gambar 8. Pengujian Kandungan Lumpur



Gambar 9. Pencampuran Material Dinding Serat Bendrat

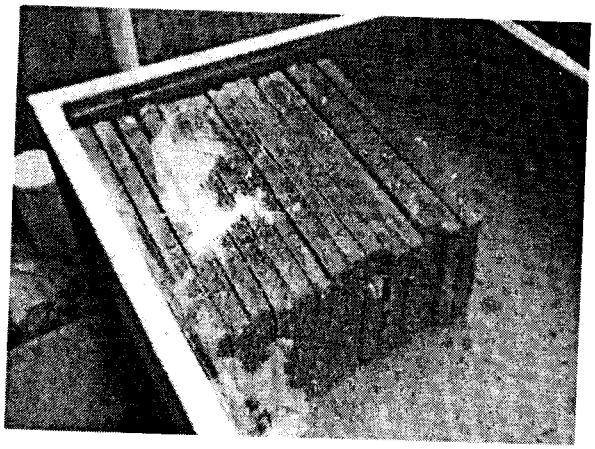


Gambar 10. Pengukuran Nilai Slump



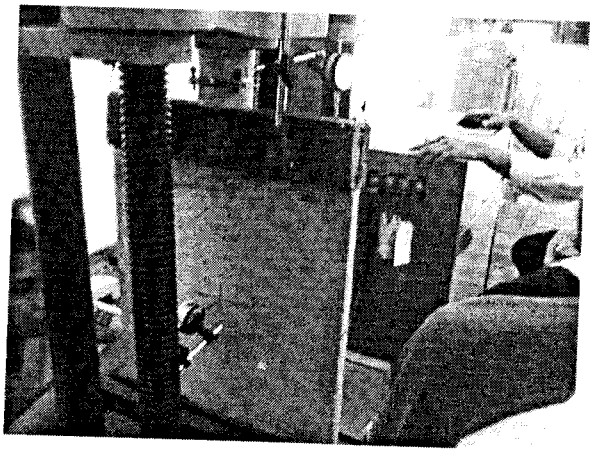
Gambar 11. Penuangan Sampel pada Bekisting

Gambar 12. Pelepasan Bekisting Sampel

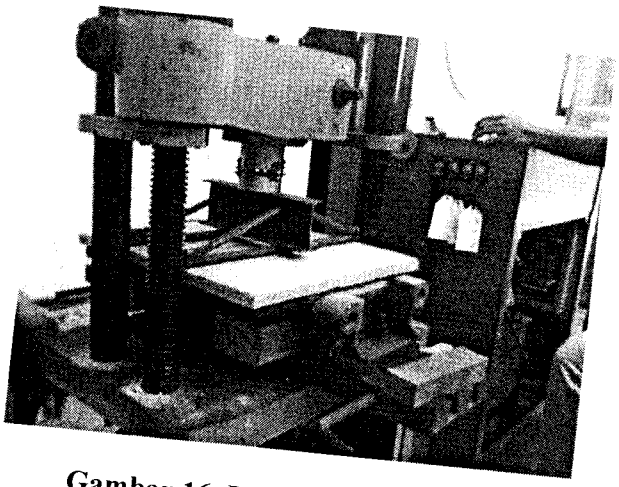


Gambar 13. Perawatan Sampel

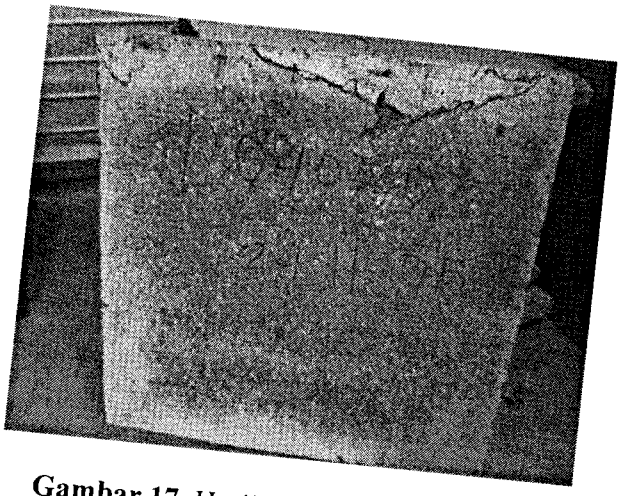
Gambar 14. Penimbangan Berat Sampel



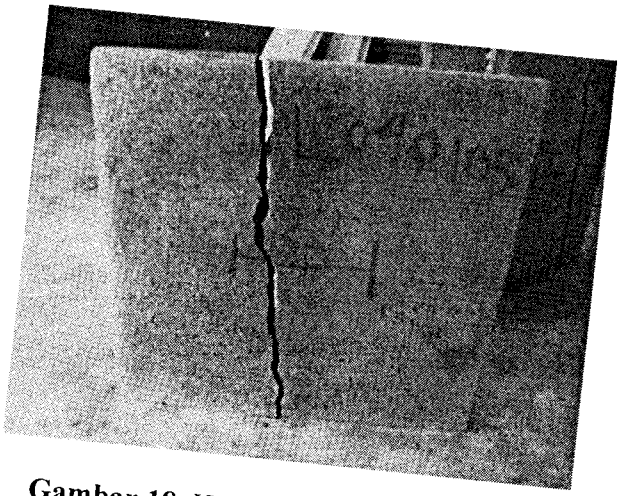
Gambar 15. Pengujian Desak/ Tekuk



Gambar 16. Pengujian Kuat Lentur



Gambar 17. Hasil Pengujian Kuat Desak



Gambar 18. Hasil Pengujian Kuat Lentur