

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI JARAK KLOS DENGAN ALAT SAMBUNG
BAUT TERHADAP KUAT TEKAN BATANG KAYU GANDA**

*(The Influence Of Variations Lateral Support Distance With Bolt
Connections On Compressive Strength Double Wood Beams)*



DISUSUN OLEH :

ANDI HERMAWAN

No. Mhs: 94 310 253

NIRM: 940051013114120247

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

2002

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI JARAK KLOS DENGAN ALAT SAMBUNG
BAUT TERHADAP KUAT TEKAN BATANG KAYU GANDA**

*(The Influence Of Variations Lateral Support Distance With Bolt
Connections On Compressive Strength Double Wood Beams)*

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil**

DISUSUN OLEH :

ANDI HERMAWAN

No. Mhs: 94 310 253

NIRM: 940051013114120247

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

2002

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI JARAK KLOS DENGAN ALAT SAMBUNG
BAUT TREHADAP KUAT TEKAN BATANG KAYU GANDA**
*(The Influence Of Variations and Lateral Support Distance With Bolt
Connectios On Compressive Strength Double Wood Beams)*

DISUSUN OLEH :

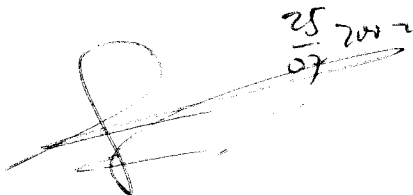
ANDI HERMAWAN

No. Mhs: 94 310 253

NIRM: 940051013114120247

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



IR. H. SARWIDI, MSCE, PhD.

Dosen pembimbing II



IR. FATKHURROHMAN N., MT.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan mengucapkan Alhamdulillah kami bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan ketekunan dan kesabaran sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tidak lupa sholawat serta salam kami panjatkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat serta pengikutnya sampai akhir jaman.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan kuliah pada jenjang Strata 1 (S-1), Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir yang berjudul "PENGARUH VARIASI JARAK KLOS DENGAN ALAT SAMBUNG BAUT TERHADAP KUAT TEKAN BATANG KAYU GANDA" , Kami elah berusaha semaksimal mungkin untuk memperoleh hasil yang sebaik-baiknya sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan yang kami miliki, berdasarkan pada buku referensi dan pedoman yang ada. Disadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, mengingat keterbatasan kami. Untuk itu kritik dan saran sangat kami harapkan untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini kami telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik bantuan moril maupun spiritual. Untuk itu kami haturkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sarwidi, MCE. Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Ir. Fatkhurrohman NS, MT, selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Ir. Kasam, MT, selaku Dosen Tamu.
4. Bapak DR. Ir. H. Lutfi Hasan, M.Sc , Selaku Rektor Universitas Islam Indonesia- Yogyakarta.
5. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
6. Bapak Ir. H. Munadir, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
7. Bapak, Ibu dan kakak, teima kasih untuk semua do'a dan bantuan.
8. Sri Wachyuni, SE, terima kasih untuk dukurgan, motivasi, segenap cinta dan sayangnya.
9. Semua teman-teman kelas C angkatan 94, spesial untuk Aji Sambodo, Achmad Zamroni, Dhani, Yayuk.
10. Teman-teman kos semua, terima kasih untuk persahabatan dan persaudaraannya.
11. Almamater tercinta Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, atas segala fasilitas, bantuan dan kerja samanya.
12. Semua pihak yang tidak mungkin kami sebutkan satu persatu.

Tidak ada yang dapat kami berikan selain ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang telah diberikan, semoga dapat diterima sebagai amal baik di sisi Allah SWT dan semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, April 2002

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
INTISARI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Pendekatan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Spasi Kolom Menurut Ozelton dan Baird (1976)	5
2.2 Hasil Penelitian Menurut Suwarno Wiryomartono (1982)	5
2.3 Spasi Kolom Menurut Gurfinkel (1981)	6
2.4 Spasi Kolom Menurut S'alnaker dan Harris (1989)	7

2.5 Spasi Kolom Menurut Faherty (1989).....	7
2.6 Klasifikasi Kayu.....	8
2.7 Alat Sambung Baut.....	8
2.8 Faktor Tekuk.....	10
2.9 Penelitian Sejenis Sebelumnya.....	11
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Data Karakteristik Kayu.....	12
3.1.1 Pengujian Tegangan Bahan.....	13
3.1.2 Penentuan Modulus Elastisitas (E) Kayu.....	14
3.2 Faktor Lama Pembebanan.....	15
3.3 Lentur Pada Kayu.....	17
3.4 Batang Desak.....	17
3.4.1 Batang Tunggal.....	19
3.4.2 Batang Ganda.....	19
3.5 Jarak Klos.....	22
3.6 Rumus-rumus Sambungan Baut.....	23
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	26
4.1 Bahan-Bahan Penelitian.....	26

4.2 Model Benda Uji.....	26
4.3 Peralatan Penelitian.....	27
4.4 Prosedur Penelitian	28
BAB V HASIL PENELITIAN	31
5.1 Modulus Elastisitas Kayu.....	31
5.2 Kuat Desak Benda Uji.....	40
BAB VI PEMBAHASAN	96
6.1 Kekuatan Desak Maksimum Benda Uji.....	96
6.2 Perilaku Benda Uji Terhadap Beban Desak.....	98
6.2.1 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = L$	98
6.2.2 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = \frac{1}{2} L$	100
6.2.3 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = 20 \cdot i_{\min}$	101
6.2.4 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = 30 \cdot i_{\min}$	103
6.2.5 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = 40 \cdot i_{\min}$	104
6.2.6 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = 50 \cdot i_{\min}$	106
6.2.7 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = 60 \cdot i_{\min}$	107
6.3 Hubungan Jarak Klos Dengan Kekuatan Desak Maks Batang.....	109
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	112
7.1 Kesimpulan.....	112
7.2 Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Batang Ganda dengan Klos.....	8
Gambar 3.1 Sampel uji desak kayu.....	14
Gambar 3.2 Grafik Tegangan-Regangan.....	15
Gambar 3.3 Grafik Lama pembebanan.....	16
Gambar 3.7 Lentur pada Batang akibat Beban Desak.....	22
Gambar 3.8 Sambungan baut tampang dua.....	25
Gambar 4.1 Model benda uji.....	29
Gambar 5.1 Grafik Tegangan-Regangan Sampel 1.....	32
Gambar 5.2 Grafik Tegangan-Regangan Sampel 2.....	34
Gambar 5.3 Grafik Tegangan-Regangan Sampel 3.....	36
Gambar 5.4 Grafik Tegangan-Regangan Sampel 4.....	37
Gambar 5.5 Grafik Tegangan-Regangan Sampel 5.....	39
Gambar 5.6 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 1$	41
Gambar 5.7 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 1$	41
Gambar 5.8 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 1$	43
Gambar 5.9 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 1$	43
Gambar 5.10 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 2$	45
Gambar 5.11 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 2$	45
Gambar 5.12 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 2$	47
Gambar 5.13 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 2$	47

Gambar 5.14 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c= 30. i_{\min} / 1$	49
Gambar 5.15 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c= 30. i_{\min} / 1$	49
Gambar 5.16 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c= 30. i_{\min} / 1$	51
Gambar 5.17 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c= 30. i_{\min} / 1$	51
Gambar 5.18 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c= 30. i_{\min} / 2$	53
Gambar 5.19 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c= 30. i_{\min} / 2$	53
Gambar 5.20 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c= 30. i_{\min} / 2$	55
Gambar 5.21 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c= 30. i_{\min} / 2$	55
Gambar 5.22 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c= 40. i_{\min} / 1$	57
Gambar 5.23 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c= 40. i_{\min} / 1$	57
Gambar 5.24 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c= 40. i_{\min} / 1$	59
Gambar 5.25 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c= 40. i_{\min} / 1$	59
Gambar 5.26 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c= 40. i_{\min} / 2$	61
Gambar 5.27 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c= 40. i_{\min} / 2$	61
Gambar 5.28 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c= 40. i_{\min} / 2$	63
Gambar 5.29 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c= 40. i_{\min} / 2$	63
Gambar 5.30 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c= 50. i_{\min} / 1$	65
Gambar 5.31 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c= 50. i_{\min} / 1$	65
Gambar 5.32 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c= 50. i_{\min} / 1$	67
Gambar 5.33 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c= 50. i_{\min} / 1$	67
Gambar 5.34 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c= 50. i_{\min} / 2$	69
Gambar 5.35 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c= 50. i_{\min} / 2$	69

Gambar 5.36 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc= 50. i_{\min} / 2$	71
Gambar 5.37 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc= 50. i_{\min} / 2$	71
Gambar 5.38 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc= 60. i_{\min} / 1$	73
Gambar 5.39 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc= 60. i_{\min} / 1$	73
Gambar 5.40 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc= 60. i_{\min} / 1$	75
Gambar 5.41 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc= 60. i_{\min} / 1$	75
Gambar 5.42 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc= 60. i_{\min} / 2$	77
Gambar 5.43 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc= 60. i_{\min} / 2$	77
Gambar 5.44 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc= 60. i_{\min} / 2$	79
Gambar 5.45 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc= 60. i_{\min} / 2$	79
Gambar 5.46 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc= \frac{1}{2} L / 1$	81
Gambar 5.47 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc= \frac{1}{2} L / 1$	81
Gambar 5.48 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc= \frac{1}{2} L / 1$	83
Gambar 5.49 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc= \frac{1}{2} L / 1$	83
Gambar 5.50 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc= \frac{1}{2} L / 2$	85
Gambar 5.51 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc= \frac{1}{2} L / 2$	85
Gambar 5.52 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc= \frac{1}{2} L / 2$	87
Gambar 5.53 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc= \frac{1}{2} L / 2$	87
Gambar 5.54 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc= L / 1$	89
Gambar 5.55 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc= L / 1$	89
Gambar 5.56 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc= L / 1$	91
Gambar 5.57 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc= L / 1$	91

Gambar 5.58 Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = L / 2$	93
Gambar 5.59 Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = L / 2$	93
Gambar 5.60 Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = L / 2$	95
Gambar 5.61 Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = L / 2$	95
Gambar 6.1 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = L / 1$	99
Gambar 6.2 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = L / 2$	99
Gambar 6.3 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = \frac{1}{2} L / 1$	100
Gambar 6.4 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = \frac{1}{2} L / 2$	101
Gambar 6.5 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 20. i_{\min} / 1$	102
Gambar 6.6 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 20. i_{\min} / 2$	102
Gambar 6.7 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 30. i_{\min} / 1$	103
Gambar 6.8 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 30. i_{\min} / 2$	104
Gambar 6.9 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 40. i_{\min} / 1$	105
Gambar 6.10 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 40. i_{\min} / 2$	105
Gambar 6.11 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 50. i_{\min} / 1$	106
Gambar 6.12 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 50. i_{\min} / 2$	107
Gambar 6.13 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 60. i_{\min} / 1$	108
Gambar 6.14 Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 60. i_{\min} / 2$	108
Gambar 6.9 Grafik Hubungan $P/P_{max} - LL/d$ Sampel 1.....	109
Gambar 6.10 Grafik Hubungan $P/P_{max} - LL/d$ Sampel 2.....	110
Gambar 6.11 Grafik Kecenderungan Hubungan $P/P_{max} - LL/d$ untuk 2 Sampel.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tegangan Ijin Kayu Mutu A.....	9
Tabel 2.2	Diameter dan panjang baut (Faherty, 1989).....	13
Tabel 3.1	Kombinasi Beban.....	18
Tabel 5.1	Kuat Desak Kayu Sampel 1.....	32
Tabel 5.2	Kuat Desak Kayu Sampel 2.....	33
Tabel 5.3	Kuat Desak Kayu Sampel 3.....	35
Tabel 5.4	Kuat Desak Kayu Sampel 4.....	37
Tabel 5.5	Kuat Desak Kayu Sampel 5.....	38
Tabel 5.6	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 20 i_{\min}$ / Dial I dan Dial II / 1.....	40
Tabel 5.7	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 20 i_{\min}$ / Dial I dan Dial II / 1.....	42
Tabel 5.8	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 20 i_{\min}$ / Dial I dan Dial II / 1.....	44
Tabel 5.9	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 20 i_{\min}$ / Dial I dan Dial II / 1.....	46
Tabel 5.10	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 30 i_{\min}$ / Dial I dan Dial II / 1.....	48
Tabel 5.11	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 30 i_{\min}$ / Dial III dan Dial IV / 1.....	50
Tabel 5.12	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 30 i_{\min}$ / Dial I dan Dial II / 2.....	52
Tabel 5.13	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 30 i_{\min}$ / Dial III dan Dial IV / 2.....	54
Tabel 5.14	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 40 i_{\min}$ / Dial I dan Dial II / 1.....	56
Tabel 5.15	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 40 i_{\min}$ / Dial III dan Dial IV / 1.....	58
Tabel 5.16	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 40 i_{\min}$ / Dial I dan Dial II / 2.....	60
Tabel 5.17	Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 40 i_{\min}$ / Dial III dan Dial IV / 2.....	62

Tabel 5.18	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = 50 i_{\min} / \text{Dial I dan Dial II} / 1$	64
Tabel 5.19	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = 50 i_{\min} / \text{Dial III dan Dial IV} / 1$	66
Tabel 5.20	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = 50 i_{\min} / \text{Dial I dan Dial II} / 2$	68
Tabel 5.21	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = 50 i_{\min} / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	70
Tabel 5.22	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = 60 i_{\min} / \text{Dial I dan Dial II} / 1$	72
Tabel 5.23	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = 60 i_{\min} / \text{Dial III dan Dial IV} / 1$	74
Tabel 5.24	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = 60 i_{\min} / \text{Dial I dan Dial II} / 2$	76
Tabel 5.25	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = 60 i_{\min} / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	78
Tabel 5.26	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = \frac{1}{2} L / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	80
Tabel 5.27	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = \frac{1}{2} L / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	82
Tabel 5.28	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = \frac{1}{2} L / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	84
Tabel 5.29	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = \frac{1}{2} L / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	86
Tabel 5.30	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = L / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	88
Tabel 5.31	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = L / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	90
Tabel 5.32	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = L / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	92
Tabel 5.34	Tabel Kuat Desak Benda Uji $Lc = L / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$	94
Tabel 6.1	Hubungan Beban Maksimum – (Lc/b)	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Kuat Desak Kayu Benda Uji

Lampiran 2 Hasil Perhitungan P_{max} Teoritis Menurut PKKI 1961 dan Suwarno

Lampiran 3 Hasil Perhitungan P_{kr} Berdasarkan Modulus Elastisitas Kayu Hasil Penelitian

Lampiran 4 Gambar benda uji

DAFTAR NOTASI

A	: luas tampang, cm^2
b	: lebar tampang kayu, cm
h	: tinggi tampang kayu, cm
E	: Modulus Elastisitas, kg/cm^2
F_{br}	: luas bruto, cm^2
G	: Modulus geser
i_x	: jari-jari inersia arah x, cm
i_y	: jari-jari arah y, cm
I_x	: momen inersia arah x, cm^4
I_y	: momen inersia arah y, cm^4
L	: panjang batang, cm
L_0	: panjang mula-mula, cm
L_c	: jarak klos, cm
P	: beban, kg/kn
P_{kr}	: beban maksimum yang masih dapat dipikul material, kg
β	: faktor bentuk, 1,2
ϵ	: regangan
ϵ_p	: regangan sebanding
λ	: angka kelangsingan
σ	: tegangan, kg/cm^2
σ_p	: tegangan sebanding
ω	: faktor tekuk
δ	: defleksi

INTISARI

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kayu yang beraneka ragam jenisnya. Pada berbagai konstruksi rangka batang (*truss*), banyak terdapat batang yang dibebani desakan. Misalnya pada rangka kuda-kuda, kolom dan lain-lain. Pada batang desak, jika kekuatan yang tersedia memadai maka akan terjadi bahaya tekuk (*buckling*). Penelitian Tugas akhir ini merupakan salah satu usaha mendapatkan kekuatan batang desak dengan menggunakan batang ganda yang diberi pengaku lateral (*klos*), sehingga diperoleh kekuatan desak yang maksimal serta jarak klos yang efektif. Kayu yang digunakan adalah kayu merbau, dengan kelas kuat I. Alat sambung yang dipakai pada setiap klos adalah baut.

Penelitian dilakukan dengan memberi beban aksial pada batangganda yang diberi klos dengan jarak yang berbeda. Variasi jarak klos yang diuji adalah $L_c = L$, $L_c = \frac{1}{2} L$, $L_c = 20 i_{\min}$, $L_c = 30 i_{\min}$, $L_c = 40 i_{\min}$, $L_c = 50 i_{\min}$ dan $L_c = 60 i_{\min}$ dengan dua buah sampel untuk setiap variasi jarak. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pada jarak klos $(Ll/d) = 9,4$ atau jarak klos $L_c = 30 i_{\min}$ diperoleh beban maksimal rata-rata 18 ton.

BAB I

PENDAHULUAN

Struktur utama bangunan sipil pada umumnya terbuat dari kayu, beton dan baja. Kayu sebagai salah satu material struktur, digunakan di Indonesia antara lain untuk keperluan bangunan gedung, rumah tinggal, kuda-kuda, jembatan, bantalan kereta api dan lain-lain.

1.1 Latar Belakang

Dari segi arsitektur, bangunan kayu mempunyai nilai estetika yang tinggi. Kayu mudah dikerjakan terutama untuk pelaksanaan di lapangan (mudah dipotong, dibentuk dan diaplikasikan). Jika suatu struktur secara keseluruhan menggunakan kayu sebagai komponen utamanya, maka berat total struktur akan lebih kecil jika dibandingkan jika struktur itu menggunakan material yang lain (baja atau beton). Penelitian tentang kayu yang masih sedikit dirasa masih perlu untuk dikembangkan, karena sebagai negara tropis Indonesia kaya akan aneka ragam jenis kayu yang juga memiliki sifat-sifat beraneka ragam.

Pada struktur rangka batang (*truss*) terdapat banyak batang yang dibebani desak. Jika gaya aksial desak cukup besar, kekuatan batang tunggal yang umum tersedia belum tentu memadai.

Untuk menghindari bahaya tekuk pada batang tunggal maka digunakanlah batang ganda. Pada batang ganda, batang-batang tunggal dipisahkan oleh suatu

jarak antara. Batang-batang tunggal tersebut kemudian dihubungkan oleh suatu pengaku lateral atau disebut klos. Tujuannya adalah memperoleh kekakuan yang lebih besar sehingga memperkecil bahaya tekuk. Dengan membuat batang ganda, maka momen inersia pada batang tunggal menjadi lebih besar sehingga diharapkan kuat tekannya menjadi lebih besar. Dalam menentukan dukungan terhadap bahaya tekuk dalam arah sejajar sumbu bahan, bahaya tekuk harus dihitung terhadap sumbu bahan dan sumbu bebas bahan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada struktur rangka batang terdapat banyak batang yang dibebani desak, khususnya pada kolom. Untuk mendukung gaya aksial desak yang sangat besar, kekuatan batang tunggal yang umum tersedia sangat terbatas. Salah satu solusi untuk ini adalah dengan menggunakan batang ganda. Pada perencanaan batang ganda perlu dicari jarak klos yang efisien untuk mendapatkan kekuatan batang yang maksimal. Penelitian yang akan dilakukan adalah untuk mencari kekuatan batang ganda yang maksimal dengan penghubung klos dan alat sambung baut. Jarak klos pada batang ganda akan divariasikan dengan menggunakan dua buah baut sebagai alat sambung.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan tekan batang ganda dengan berbagai variasi jarak klos, sehingga didapatkan jarak klos yang efisien.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan tujuan penelitian maka, perlu adanya batasan-batasan :

1. kayu yang digunakan adalah kayu merbau (*Intsia*) dengan kelas kuat I-II,
2. sambungan yang digunakan adalah sambungan baut tampang dua,
3. dimensi benda uji adalah ($b \ h$): 5/7 cm untuk batang ganda,
4. dimensi klos atau pengaku lateral (cm): 5/7 cm, L : 13 cm,
5. menggunakan dimensi kayu sama dalam susunan batang ganda.
6. beban P yang diterima batang adalah P sentris,
7. Jarak L_c teoritis diletakkan ditengah bentang, sedangkan sisanya (L_1) diletakkan di ujung,
8. model benda uji yang dibuat:
 - dua buah sampel dengan bentang kayu (L) = 150 cm, dengan $L_c = 20 \ i_{\min}$
 - dua buah sampel dengan bentang kayu (L) = 150 cm, dengan $L_c = 30 \ i_{\min}$
 - dua buah sampel dengan bentang kayu (L) = 150 cm, dengan $L_c = 40 \ i_{\min}$
 - dua buah sampel dengan bentang kayu (L) = 150 cm, dengan $L_c = 50 \ i_{\min}$
 - dua buah sampel dengan bentang kayu (L) = 150 cm, dengan $L_c = 60 \ i_{\min}$
 - dua buah sampel dengan bentang kayu (L) = 150 cm, dengan $L_c = \frac{1}{2} L$
 - dua buah sampel dengan bentang kayu (L) = 150 cm, dengan $L_c = L$.
9. diameter baut yang digunakan : 3/8 inchi,
10. jumlah baut yang dipergunakan adalah 2 buah, sesuai dengan PKKI 1961 untuk $h > 18$ cm dipakai 4 buah baut sedangkan $h \leq 18$ cm dipakai 2 buah baut, dan
11. jarak baut yang dipergunakan adalah $6 \ d$.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui :

1. letak efektif jarak klos dengan sambungan baut untuk batang ganda yang dibebani searah serat sehingga didapat kekuatan batang ganda yang efektif,
2. menambah alternatif sebagai masukan bagi permasalahan yang berhubungan dengan batang desak batang ganda sehingga diharapkan hasil yang diperoleh lebih optimal, dan
3. menambah pengetahuan pembaca terutama tentang konstruksi kayu yang masih jarang dilakukan penelitiannya.

1.6 Pendekatan Masalah

Batang ganda mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan batang tunggal. Penelitian dilakukan dengan pengujian secara fisik di laboratorium, dimana benda uji akan dibuat sesuai dengan bentuk yang telah direncanakan, kemudian dari hasil pengujian laboratorium diolah sedemikian rupa dengan menggunakan komputer.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Buku-buku yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir antara lain karangan dari **Ozelton dan Baird (1976)**, **Suwarno (1982)**, **Gurfinkel (1981)**, **Stalnaker dan Harris (1989)**, **Faherty (1989)**. Buku-buku di atas berhubungan dengan batang ganda dengan menggunakan klos.

2.1 Spasi Kolom Menurut Ozelton dan Baird (1976)

Spasi kolom dibentuk dari dua atau lebih batang-batang individu atau batang tunggal yang dipisahkan pada ujung-ujungnya. Spasi kolom ini dipisahkan oleh blok-blok kayu yang disebut klos atau pengaku lateral pada pertengahan bentangnya, seperti dapat dilihat pada Gambar 2.1.

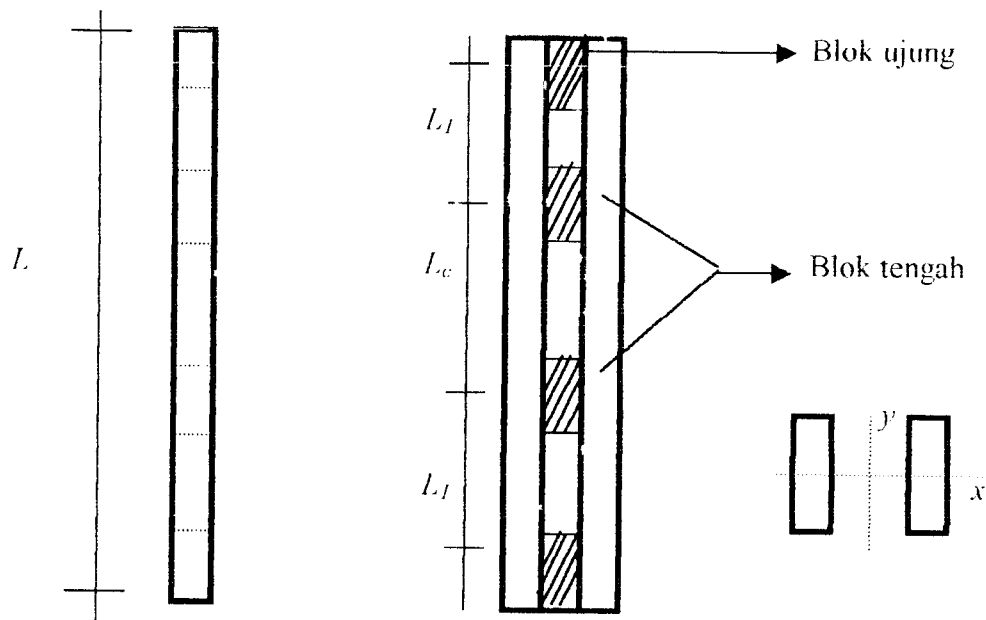
2.2 Hasil Penelitian Menurut Wiryomartono (1982)

Dalam menentukan dukungan terhadap bahaya tekuk dalam arah sejajar sumbu bahan, maka batang-batang itu dapat dianggap sebagai satu kesatuan, dengan syarat bahwa bagian-bagian susunan cukup saling terikat. Untuk membantu mengikat bagian-bagian tersebut biasanya digunakan pengaku lateral atau klos yang berupa balok-balok spasi (*spacer block*).

Dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan, menurut **Wiryomartono (1982)** dapat diambil sebuah kesimpulan, bahwa sebuah batang ganda terdiri dari dua bagian yang ditempatkan sedemikian, sehingga momen inersia arah x sama dengan momen inersia arah y ($I_x=I_y$), seperti pada Gambar 2.1, maka tertekuknya bahan itu akan terjadi lebih dahulu dalam arah tegangan lurus sumbu bebas bahan. Dalam menentukan momen lembam (inersia) terhadap sumbu bebas bahan, harus diberi factor reduksi. Setiap batang desak harus diselidiki momen inersianya terhadap kedua sumbu. Dari batang ganda yang terdiri dari bagian seperti gambar di atas, didapat momen inersia arah x (I_x) = $2 \cdot \frac{1}{12} bh^3$ dan karena luas dimensi batang ganda (F) = $2 \cdot bh$, maka didapat $i_x = 0,289h$.

2.3 Spasi Kolom Menurut Gurfinkel (1981)

Spasi kolom dibentuk oleh dua atau lebih batang-batang individu dengan arah longitudinalnya paralel, dipisahkan pada ujung dan tengah bentang dengan blok dan *joint*, yang mampu membentuk tahanan geser yang disyaratkan. Batang tunggal pada spasi kolom disatukan atau diikat bersama pada ujung dan tengah batang oleh suatu blok spasi. Blok spasi penting di tengah bentang pada kolom pajang serta dua spasi blok pada kedua ujungnya. Blok spasi harus memiliki ketebalan yang sama dan paling tidak sama dengan batang tunggalnya, arah seratnya harus sejajar dengan panjang kolomnya. Panjang minimum blok spasi ujung ditentukan oleh jarak ujung yang disyaratkan oleh penghubung, yaitu posisi pusat penghubung pada setiap blok ujung diukur oleh suatu jarak c . Kapasitas spasi kolom tergantung pada jarak c , yang merupakan variable yang penting. Sedangkan lebar bentang penghubung harus sama



Gambar 2.1: Skema Batang Ganda dengan Klos

dengan : L = panjang keseluruhan dari batang,

L_c = jarak antara pusat blok tengah ke pusat blok tengah lainnya, dan

L_l = jarak antara pusat blok tengah ke pusat blok tepi.

2.6 Klasifikasi Kayu

Kayu bangunan adalah kayu olahan yang diperoleh dengan mengolah kayu bulat menjadi kayu berbentuk balok, papan atau bentuk lain yang sesuai dengan tujuan penggunaannya. Kayu-kayu untuk struktur bangunan diklasifikasikan berdasarkan tingkat keawetan dan kekuatannya. Tingkat kekuatan kayu dibagi dalam Kelas Kuat I, II, III, IV, V dan jati.

2.7 Alat Sambung Baut

Kenyataan yang ada di Indonesia, sambungan baut lebih banyak digunakan dalam suatu konstruksi. Sambungan baut cukup mudah di dalam pengerjaannya

dibandingkan alat sambung modern (kokot bulldog, cincin belah, pasak kubler). Sambungan yang digunakan adalah sambungan baut tampang dua, seperti yang terlihat pada Gambar 3.6.

Di dalam PKKI 1961 pasal 14 dicantumkan syarat-syarat sambungan baut antara lain :

1. alat sambung baut harus dibuat dari baja St 37 atau dari besi yang mempunyai kekuatan paling sedikit seperti St 37,
2. lubang baut harus dibuat secukupnya saja dan kelonggaran harus $\leq 1,5$ mm,
3. garis tengah baut harus ≥ 10 mm ($3/8''$) sedangkan untuk sambungan baik tampang satu atau tampang dua dengan tebal kayu lebih dari 8 cm harus dipakai baut dengan garis tengah $\geq 1/2''$,
4. baut harus disertai pelat ikutan yang tebalnya minimum $0,3d$ dan maksimal 5 mm dengan $\varnothing 3d$ atau jika mempunyai bentuk persegi empat, lebarnya $3d$,
5. sambungan dengan baut dibagi dalam 3 golongan menurut kekuatan kayu, yaitu golongan I, II dan III. Agar sambungan dapat memberi kekuatan yang sebaik-baiknya, hendaknya $\lambda_{bi} = b/d$ diambil dari angka di bawah ini (lihat rumus-rumus baut),
6. pengaruh-pengaruh faktor keadaan konstruksi dan faktor sifat-sifat beban berlaku untuk sambungan baut ini (faktor $5/6$ dan $2/3$), dan
7. jika gaya dukungannya itu diakibatkan oleh beban sementara, maka kekuatan sambungan dapat dinaikkan dengan 25%.

2.9 Penelitian Sejenis Sebelumnya

1. Penelitian yang dilakukan oleh saudara Maharyo dan Kuncoro yang berjudul “Kuat Tekan Batang Ganda dengan Penghubung Klos dan Variasi Jarak Klos”. Alat sambung yang mereka gunakan adalah paku berjumlah empat buah dengan model sambungan paku bertampang dua. Disini mereka hanya memvariasikan jarak klosnya tanpa memvariasikan jarak paku dan letak paku. Kayu yang digunakan adalah kayu bangkirai (*Shorea laevifolia Endert*) kelas kuat I-II, hasil yang didapatkan adalah jarak klos yang optimal tapi tidak diketahui pada letak dan jarak yang berapa paku sebagai alat sambungnya memberikan kekuatan yang optimal.
2. Singgih dan Siswo yang berjudul “Pengaruh Jarak Antar Baut Terhadap Kekuatan Sambungan Kayu”. Hasil dari penelitian mereka adalah jarak optimal antar baut ternyata pada jarak $6d$, penambahan jarak antar baut diatas $6d$ sudah tidak efektif lagi bahkan pada penambahan jarak yang tertentu justru membuat kekuatan sambungan menjadi menurun.

BAB III
LANDASAN TEORI

Landasan teori mengemukakan hubungan antara kuat tekan batang kayu tunggal dan kayu ganda.

3.1 Karakteristik Kayu

Untuk mengetahui karakteristik kayu atau bahan yang akan digunakan pada penelitian ini perlu diketahui tegangan dan kelas kuat kayu terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian kayu serta tegangan bahan. Di bawah ini disajikan Tabl 3.1 tentang tegangan ijin kayu mutu A sesuai dengan PKKI 1961.

Tabel 3.1: Tegangan Ijin Kayu Mutu A

Tegangan (kg/cm ²)	Kelas Kuat					Jati (<i>Tectonagrandits</i>)
	I	II	III	IV	V	
σ_{lt}	150	100	75	50	-	130
$\sigma_{ll} = \sigma_{tr}$	130	85	60	45	-	110
$\sigma_{lk\perp}$	40	25	15	10	-	30
$\tau_{//}$	20	12	8	5	-	15

Tegangan ijin tersebut menurut PKKI 1961 dapat ditentukan dengan korelasi berat

jenis, yaitu: $\bar{\sigma}_l$: 170 g(3.1)

$$\bar{\sigma}_{tk //} = \bar{\sigma}_{tr //} : 150 \text{ g(3.2)}$$

$$\bar{\sigma}_{tk \perp} : 40 \text{ g(3.3)}$$

$$\bar{\tau}_{//} : 20 \text{ g(3.4)}$$

dengan: g = berat jenis kering udara (kg/cm^3),
 $\bar{\sigma}_l$ = tegangan lentur ijin (kg/cm^2),
 $\bar{\sigma}_{tk //}$ = tegangan desak ijin sejajar arah serat (kg/cm^2),
 $\bar{\sigma}_{tr //}$ = tegangan tarik ijin sejajar arah serat (kg/cm^2),
 $\bar{\sigma}_{tk \perp}$ = tegangan desak ijin tegak lurus arah serat (kg/cm^2), dan
 $\bar{\tau}_{//}$ = tegangan geser ijin sejajar arah serat (kg/cm^2).

Untuk kayu mutu B harus dikalikan dengan faktor 0,75.

3.1.1 Pengujian Tegangan Bahan

Pengujian tegangan bahan yang akan dilakukan meliputi pengujian kuat desak kayu. Tegangan adalah besar gaya yang bekerja pada tiap satuan luas tampang benda (Wiryoartono, 1982), dengan persamaan:

$$\sigma_{dsk} = \frac{P}{A}, \dots \dots \dots (3.5)$$

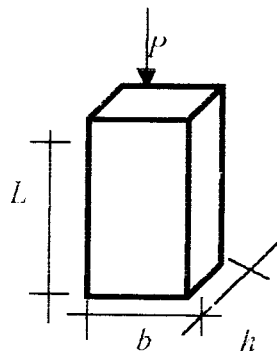
dengan : σ = tegangan (kg/cm^2),

P = gaya yang bekerja (kg), dan

A = luas tampang (cm^2).

- Pengujian Kuat Desak Kayu

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya searah serat kayu. Kayu yang akan diuji kuat desaknya dipasangkan ke dalam ekstensometer dan kemudian dipasang pada mesin desak untuk diberi gaya desak. Bentuk sampel kayu yang akan diuji kuat desaknya dapat dilihat pada Gambar 3.1.



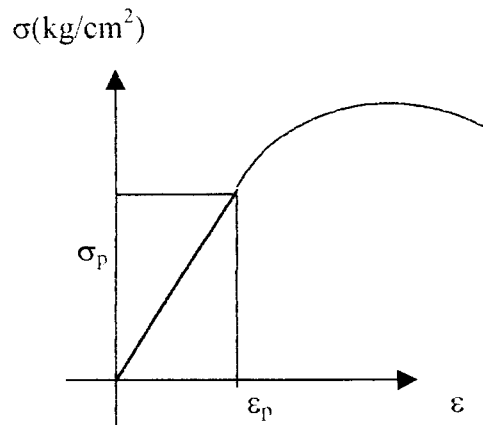
Gambar 3.1: Sampel uji desak kayu

3.1.2 Penentuan Modulus Elastisitas (E) Kayu

Modulus elastisitas (E) kayu dapat diperoleh dari diagram regangan-tegangan uji desak kayu yaitu dengan cara membandingkan tegangan dengan regangan kayu. Grafik tegangan-regangan akan diperoleh dari hasil uji beban. (Gambar 3.2).

LOAD DURATION FACTOR

$$E = \frac{\sigma_p}{\epsilon_p} \dots\dots\dots(3.6)$$



Gambar 3.2: Grafik Tegangan-Regangan

dengan : E = modulus elastisitas (kg/cm^2),
 ϵ_p = regangan sebanding, dan
 σ_p = tegangan sebanding (kg/cm^2).

3.2 Faktor Lama Pembebanan

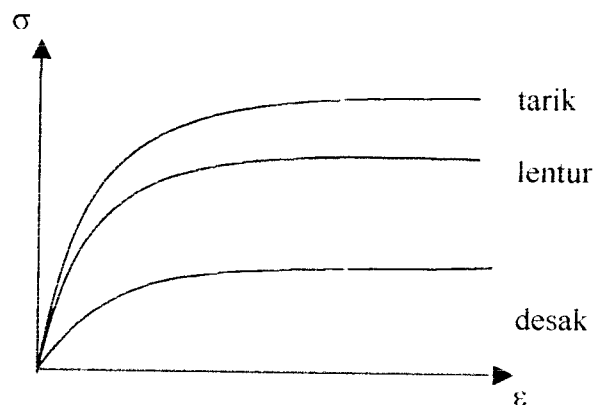
Kayu mampu mendukung tegangan yang lebih besar jika tegangan tersebut bekerja dalam waktu yang singkat. Sebatang kayu yang dibebani selama satu jam akan dapat mendukung tegangan yang lebih besar daripada bila dibebani satu tahun. Faktor lamanya pembebanan atau *load duration factor* (LDF) ditunjukkan pada Gambar 3.3 dan Tabel 3.2.

9 jika
 k (DL

kombinasi terakhir menjadi $(DL + FLL + RLL)$ maka $LDL = 1,25$. Beban yang digunakan adalah beban terbesar dari kombinasi beban di atas (kombinasi beban dibagi dengan LDL).

3.3 Grafik Tarik, Lentur dan Desak Pada Kayu

Akibat kemampuan mendukung tegangan tarik dan desak yang berbeda untuk beban lentur, kayu memiliki kuat lentur yang lebih besar terhadap dukungan desak dan lebih kecil terhadap dukungan tarik. Perbandingan diagram tegangan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4: Hubungan tegangan-regangan kayu untuk tarik, lentur dan desak.

(Suwarno, 1976)

3.4 Batang Desak

Yang perlu diperhatikan pada perencanaan batang desak adalah:

- luas tampang yang dipakai adalah luas bruto (I_{br}), dan
- memperhitungkan adanya bahaya tekuk.

Gaya yang didukung oleh batang digandakan dengan faktor tekuk (ω), yaitu sebuah faktor yang besarnya tergantung dari kelangsingan batang (λ). Sehingga untuk menghitung tegangan desak yang terjadi digunakan rumus :

$$\sigma_{ds//} = \frac{P \cdot \omega}{I \cdot br} \leq \bar{\sigma}_{ds//} \dots \dots \dots (3.7)$$

Untuk menentukan faktor tekuk (ω) terlebih dahulu harus menentukan angka kelangsingan (λ), yaitu :

$$\lambda = \frac{l_{tk}}{i_{min}} \dots \dots \dots (3.8)$$

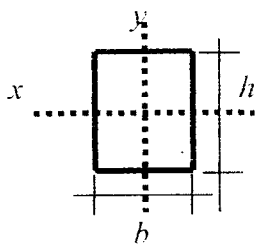
$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{I \cdot br}} \dots \dots \dots (3.9)$$

Untuk menentukan besarnya l_{tk} , tergantung dari l dan sifat-sifat ujung batang.

1. ujung-ujung batang bersendi, maka $l_{tk} = l$,
2. sebuah ujungnya bebas dan ujung lainnya jepit, maka $l_{tk} = 2 l$,
3. sebuah ujungnya sendi dan ujung lainnya jepit, maka $l_{tk} = \frac{1}{2} \sqrt{2}$, dan untuk konstruksi rangka batang, dianggap $l_{tk} = l$.

Untuk mengetahui besarnya ω dapat dilihat dari daftar III PKKI, setelah λ didapat.

3.4.1 Batang Tunggal



$$I_y = \frac{1}{12} b^3 h$$

$$I_x = \frac{1}{12} b h^3$$

$$F_{br} = b \cdot h$$

$$i_y = 0,289 \cdot b \quad \rightarrow \quad i_{\min} = i \text{ yang paling kecil}$$

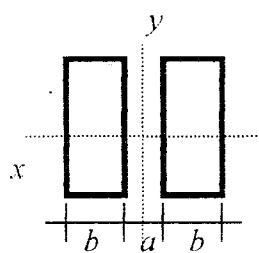
$$i_x = 0,289 h$$

Gambar. 3.5: Batang tunggal

Dihitung $\lambda = \frac{l/k}{i_{\min}}$, dari daftar tekuk didapat ω lalu masukkan ke rumus desak (3.7).

3.4.2 Batang Ganda

Batang ganda terdiri dari dua batang tunggal yang diberi jarak antara. Pemberian jarak antara ini dengan maksud untuk memperbesar momen inersia yang berarti juga memperbesar daya dukung. Dari batang ganda yang terdiri dari dua bagian (Gambar 3.6), didapat $I_x = 2 \cdot \frac{1}{12} b h^3$ dan karena $F = 2 \cdot b h$, maka didapat $i_x = 0,289 h$.



Pada sumbu bebas bahan (sumbu y)

$$I_r = \frac{1}{4} (I_t + 3 I_g)$$

$$I_t = 2 I_y + 2 F \cdot e^2 \quad \rightarrow \quad e = (a + b)/2$$

$$I_g = \frac{1}{12} h \cdot (2 \cdot b)^3$$

Gambar 3.6: Batang Ganda

$$i_y = \sqrt{\frac{I_r}{2F}}, \quad F = b \cdot h$$

$$i_x = 0,289 h$$

$i_{\min} = i$ yang paling kecil

selanjutnya hitung λ , kemudian didapat ω sehingga didapat tegangan desak, rumus (3.7).

Penyambungan antara batang-batang tersusun dengan memakai klos bermanfaat agar semua komponen bekerja sebagai satu kesatuan. Komponen geser dari beban aksial timbul ketika batang tekan melentur. Besarnya pengaruh geser terhadap pengurangan kekuatan batang desak sebanding dengan deformasi yang ditimbulkan oleh gaya geser. Apabila $\sigma_{ds} < \sigma_E$ maka rumus Euler akan berlaku, dimana σ_E adalah tegangan proporsional, tetapi apabila $\sigma_{ds} > \sigma_E$ maka rumus Euler tidak terpakai yang dipakai adalah rumus Tetmayer yang didasarkan atas hasil-hasil percobaan. Gaya tekuk dihitung berdasar rumus Euler :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{L^2} \dots\dots\dots (3.10)$$

dimana : E = modulus elastisitas bahan,

I = momen inersia, dan

L = panjang batang.

Maka dalam merencanakan batang desak dianggap lebih dahulu bahwa batang itu mengikuti rumus Euler, kemudian apabila perlu ukuran-ukuran yang ditentukan menurut rumus Euler dapat dirubah.

Pada batang tersusun yang dimodifikasi dengan pengaruh geser berlaku rumus:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \frac{1}{1 + \frac{\beta \pi^2 EI}{AG L^2}} \dots\dots\dots(3.11)$$

$\left[1 + \frac{\beta \pi^2 EI}{AG L^2} \right]$ adalah modifikasi untuk pengaruh geser.

Dengan : β = factor untuk memperhitungkan tegangan tidak merata,

E = modulus elastisitas bahan,

I = momen inersia,

L = panjang batang,

G = modulus geser, dan

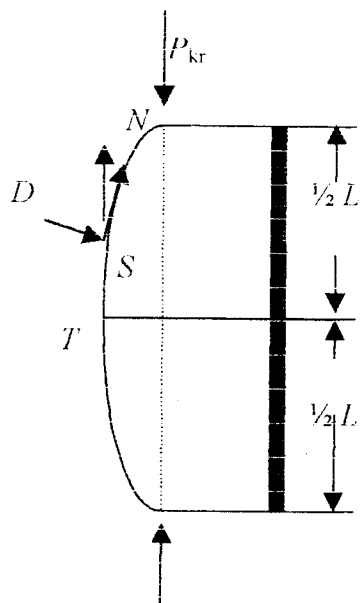
A = luas penampang.

Dari rumus Euler tentang batang tersusun dapat dilihat bahwa kekuatan beban kritis pada batang tunggal dikalikan dengan suatu factor batang tersusun yang nilainya lebih kecil dari 1, sehingga menjadi suatu factor reduksi pada pembebanan batang tunggal. Dari uraian di atas, untuk batang tersusun yang mempunyai luas penampang dan kelangsingannya sama dengan luas penampang dan kelangsingan batang tunggal, beban kritisnya lebih kecil daripada beban kritis batang tunggal. Penyebabnya karena deformasi akibat beban P untuk batang tersusun lebih besar dibanding dengan deformasi batang tunggal. Beban kritis untuk batang tersusun tergantung dari luas penampang, kelangsingan, dan susunan batang penghubungnya.

3.5 Jarak Klos

Pengaku lateral atau klos yang berupa blok-blok spasi digunakan untuk mengikat batang-batang tunggal atau individu. Blok spasi harus memiliki ketebalan yang sama atau paling tidak sama dengan batang tunggalnya, arah seratnya harus sejajar dengan panjang kolomnya.

Jarak antara klos tidak boleh lebih dari $l_c = 60 \cdot t_{min}$. Untuk perangkai yang memakai alat sambung baut, untuk $h \leq 18$ cm tiap perangkai harus dihubungkan dengan 2 buah baut sedangkan untuk $h > 18$ cm harus dipakai 4 buah baut. Pada batang desak, pada saat dibebani akan tertekuk seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.7: Lentur pada Batang akibat Beban Desak

Setiap tampang pada batang tersebut menderita gaya P_{kr} yang berarah vertikal. Di titik S gaya ini dapat diuraikan menjadi gaya N dan D yang arahnya masing-masing sejajar dan tegak lurus batang klos perangkai yang terhubung dengan suatu

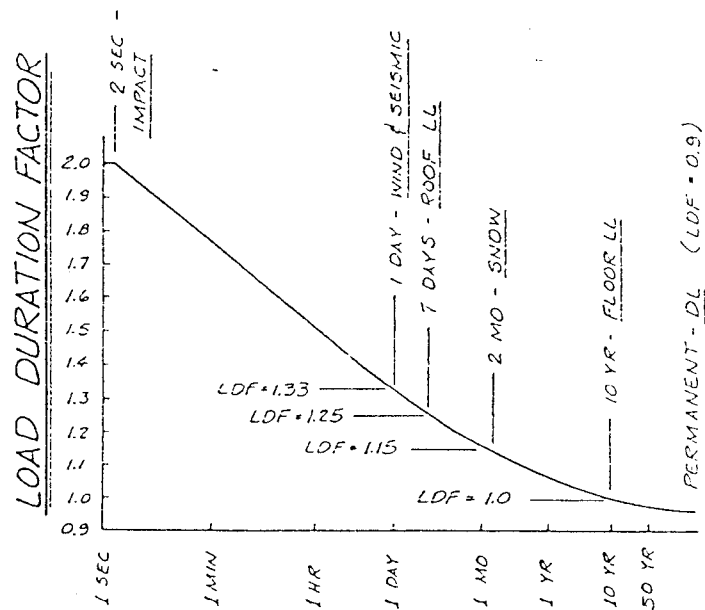
dengan lebar batang tunggalnya. Penyambungan blok spesi dengan batang-batang tunggalnya biasanya dilakukan dengan alat sambung baut atau paku.

2.4 Spasi Kolom Menurut Stalnaker dan Harris (1989)

Spasi kolom dibentuk dari dua atau lebih batang-batang individu yang dipisahkan pada ujung-ujung dan pertengahan bentang oleh blok-blok spasi. Ujung blok-blok pemisah yang memisahkan batang-batang tunggal bertugas meningkatkan kestabilan batang-batang individu penyusun. Meningkatnya kestabilan batang penyusun menyebabkan jarak antara, yang menjadi penyebab terjadinya bahaya tekuk menjadi berkurang. Oleh karena itu kekuatan batang ganda ini tidak hanya diharapkan meningkat dua kali dari kekuatan batang tunggal tetapi mungkin bisa meningkat lebih besar.

2.5 Spasi Kolom Menurut Faherty (1989)

Spasi kolom terdiri dari dua atau lebih batang-batang individu dengan batang longitudinalnya parallel dan dipisahkan di ujung serta ditengah bentang oleh blok. Batang-batang individu dihubungkan diujung-ujung batang dengan penghubung yang mampu meningkatkan kemampuan geser yang disyaratkan antara batang-batang penyusun dan balok atau klos. Jika hanya ada sebuah blok spasi yang tersedia di pusat bentang batang, hanya diperlukan baut. Apabila ada dua atau lebih blok spasi digunakan, disyaratkan menggunakan penghubung kayu (paku, baut, dll). Spasi kolom digunakan sebagai batang-batang desak dalam rangka batang dan sebagai pengaku kolom.



Gambar 3.3: Grafik Lama pembebanan

(Breyer, 1980)

Tabel 3.2: Kombinasi Beban

Kombinasi Beban	LDF
Beban mati (DL)	0,9
Beban hidup lantai (FLL)	1,0
Beban salju	1,15
Beban hidup atap (RLL)	1,25
Angin dan gempa	1,33
Beban kejut (<i>Impact load</i>)	2,0

$LDF = 0,9$ jika kombinasi beban adalah ($DL + FLL$), jika hanya FLL maka $LDF = 1,0$. Untuk ($DL + FLL + Salju$) $LDF = 1,15$. Dan apabila salju tidak ada,

alat sambung. Dimana alat sambung dan klos (pengaku lateral) tersebut berkewajiban mendukung gaya lintang D . Dari Gambar 3.7 terlihat bahwa di tengah-tengah batang (titik T) gaya lintang mencapai maximumnya di dekat titik sendi.

Oleh karena itu, klos perangkai tidak diletakkan di tengah-tengah batang, karena di titik itu gaya lintangnya nol, sehingga perangkai tidak akan bekerja dengan baik. Jumlah perangkai hendaknya genap dan ditempatkan pada jarak antara yang sama. Demikian pula ujung-ujung batang harus diberi klos, karena di titik-titik itu gaya lintang mencapai maximum.

3.6 Rumus-rumus Sambungan Baut

Rumus-rumus yang digunakan untuk sambungan baut sesuai dengan peraturan PKKI 1961 untuk Gol. I, Gol II dan Gol III adalah sebagai berikut ini.

1. Golongan I

$$\text{Sambungan bertampang satu : } \bar{P} = 50 d b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha) \quad \dots\dots(3.12)$$

$$\lambda_{bi} = 4,8 \quad \bar{P} = 240 d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha) \quad \dots\dots(3.13)$$

$$\text{Sambungan bertampang dua : } \bar{P} = 125 d b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha) \quad \dots\dots(3.14)$$

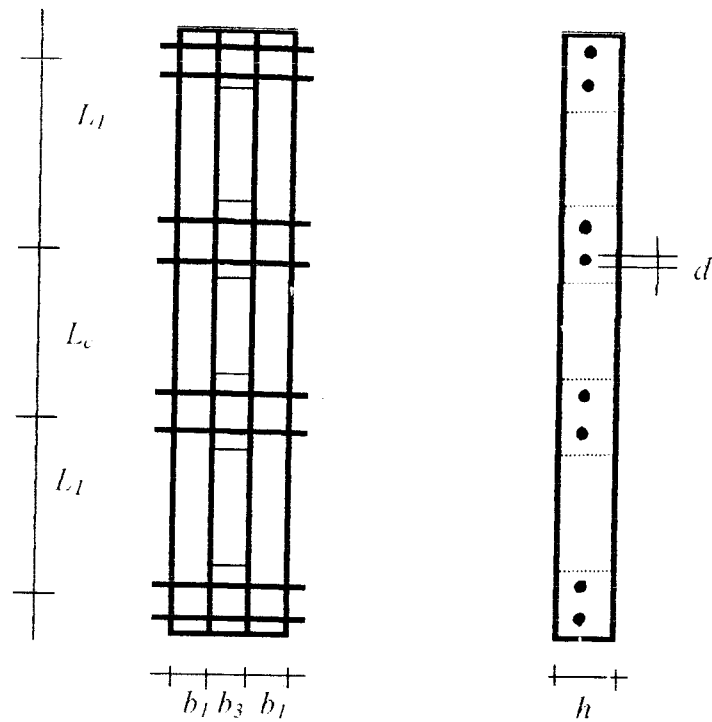
$$\lambda_{bi} = 3,8 \quad \bar{P} = 250 d b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha) \quad \dots\dots(3.15)$$

$$\bar{P} = 480 d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha) \quad \dots\dots(3.16)$$

2. Golongan II

$$\text{Sambungan bertampang satu : } \bar{P} = 40 d b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha) \quad \dots\dots(3.17)$$

$$\lambda_{bi} = 5,4 \quad \bar{P} = 215 d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha) \quad \dots\dots(3.18)$$



Gambar 3.8 : Sambungan baut tampang dua

dengan : \bar{d} – diameter baut (cm),

b_1 = tebal kayu tepi (cm), dan

b_3 = tebal kayu tengah (cm).

BAB IV

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil UII. Data-data dari hasil penelitian kemudian diolah dengan menggunakan komputer untuk mendapatkan grafik, data, angka dan gambar-gambar lain yang diperlukan.

4.1 Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Kayu

Dalam penelitian ini digunakan kayu merbau (*Intsia*) yang umum dipakai sebagai bahan konstruksi di Indonesia. Digunakan sebagai batang tunggal, batang ganda dan klos (pengaku lateral).

2. Baut

Alat sambung menggunakan baut dengan ukuran 3/8".

4.2 Model Benda Uji

Model benda uji berupa batang kayu ganda yang disambung dengan klos, dengan ukuran batang 5/7 menggunakan klos ukuran 5/7 cm yang disambungkan dengan alat sambung baut sebanyak 2 buah yang jumlahnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, yaitu untuk $h > 18$ cm dipakai baut sejumlah 4 buah,

5. Mistar dan kaliper

Mistar dari logam digunakan untuk mengukur variasi penempatan klos secara tepat, dimensi sampel kayu dan lain-lain. Sedangkan kaliper digunakan untuk mengukur diameter baut.

4.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah:

1. Tahap perumusan masalah

Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan dan pembatasan masalah.

2. Tahap perumusan teori

Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

3. Tahap pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil UII, yang meliputi:

- a. pengumpulan data dan bahan,
- b. pembuatan model benda uji,
- c. persiapan peralatan,
- d. pemeriksaan karakteristik bahan (kayu dan baut), yang meliputi uji kuat desak kayu.

sedangkan untuk $h \leq 18$ cm dipakai baut sejumlah 2 buah. Model benda uji dapat dilihat di lampiran 4 Gambar 1 sampai dengan Gambar 7.

4.3 Peralatan Penelitian

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan yang akan digunakan sebagai sarana untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun alat-alat tersebut adalah: mesin uji kuat desak, hydraulic jack, loading frame, ekstensometer, mistar dan kaliper.

1. Mesin uji kuat desak

Mesin uji kuat desak digunakan untuk mengetahui kuat desak kayu yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan mesin uji kuat desak merk CONTROL kapasitas 200 ton.

2. Hydraulic Jack

Alat ini digunakan untuk memberikan pembebanan pada benda uji yang mempunyai kapasitas maksimum 30 ton.

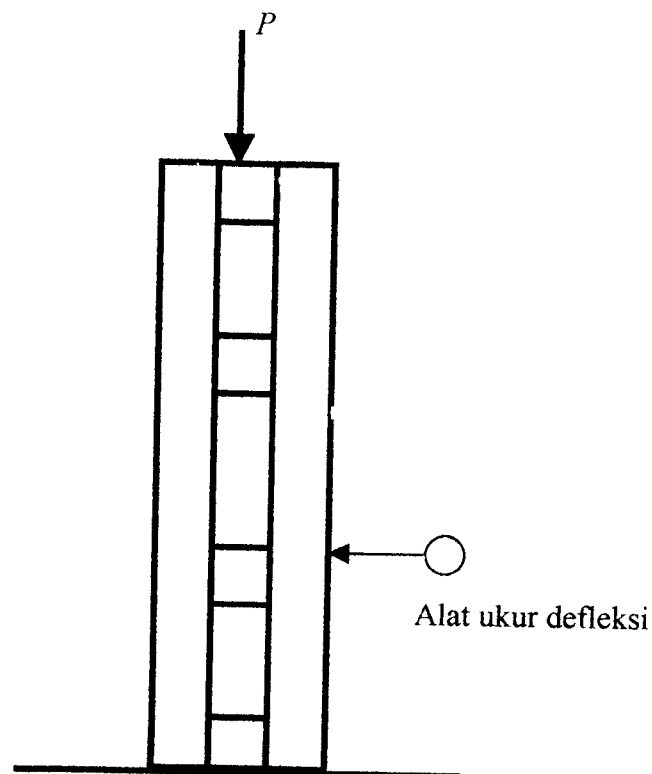
3. Loading Frame

Untuk keperluan penelitian akan digunakan loading frame.

4. Ekstensometer

Ekstensometer digunakan untuk mengukur defleksi yang terjadi pada kayu.

- e. pengujian model benda uji, pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan sentris terhadap model benda uji secara perlahan sampai terjadi kerusakan pada benda uji seperti terlihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1: Model benda uji

4. Tahap analisa dan pembahasan

Analisa dilakukan terhadap hasil pengujian laboratorium. Hasil pengujian dicatat kemudian dibuat grafik hubungan antara Beban dengan Defleksi terhadap gaya tekan sentris. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang ada dan yang melandasi.

5. Tahap penarikan kesimpulan

Dari hasil penelitian laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan.

BAB V

HASIL PENELITIAN

Data-data yang didapat dari hasil penelitian kemudian diolah dengan menggunakan komputer untuk mendapatkan grafik-grafik dan gambar-gambar yang diperlukan.

5.1 Modulus Elastisitas Kayu

Modulus Elastisitas kayu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.2. Hitungan Modulus Elastisitas kayu Sampel 1 sampai dengan Sampel 5 adalah sebagai berikut:

1. Sampel 1

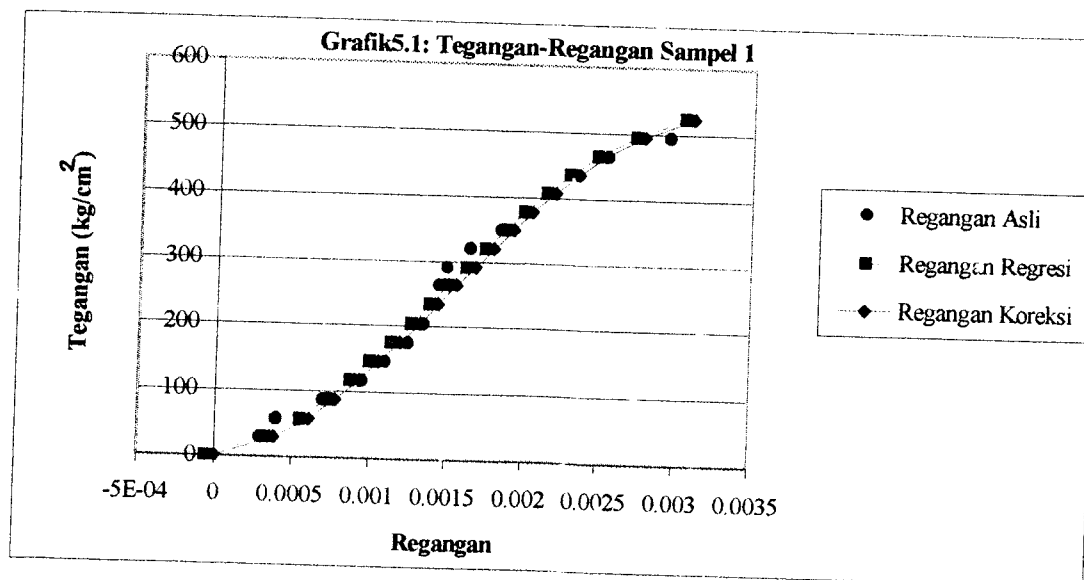
Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 1 dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.1.

Panjang mula-mula (L_0) = 20 cm

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{lebar} \times \text{tebal} \\ &= 7,00 \times 5,00 \\ &= 35 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 5.1: Kuat Desak Kayu Sampel 1

BEBAN		Ekstensometer mm	Tegangan kg/cm ²	Regangan Asli	Regangan Regresi	Regangan Koreksi
kN	kg					
0	0	0	0	0	-0.000057	0
10	1019.368	0.06	29.1248	0.00030	0.00033	0.000387
20	2038.736	0.08	58.2496	0.00040	0.000555	0.000612
30	3058.104	0.14	87.3744	0.00070	0.000727	0.000784
40	4077.472	0.19	116.499	0.00095	0.000877	0.000934
50	5096.84	0.22	145.624	0.00110	0.001000	0.001057
60	6116.208	0.25	174.749	0.00125	0.001140	0.001197
70	7135.576	0.27	203.874	0.00135	0.001270	0.001327
80	8154.944	0.28	232.998	0.00140	0.001390	0.001447
90	9174.312	0.29	262.123	0.00145	0.001509	0.001566
100	10193.68	0.30	291.248	0.00150	0.001630	0.001687
110	11213.05	0.33	320.373	0.00165	0.001750	0.001807
120	12232.42	0.37	349.498	0.00185	0.001880	0.001937
130	13251.78	0.40	378.622	0.00200	0.002000	0.002057
140	14271.15	0.43	407.747	0.00215	0.002150	0.002207
150	15290.52	0.47	436.872	0.00235	0.002300	0.002357
160	16309.89	0.51	465.997	0.00255	0.002480	0.002537
170	17329.26	0.59	495.122	0.00295	0.002730	0.002787
180	18348.62	0.615	524.246	0.00308	0.003050	0.003107



Batas sebanding : $\sigma_p = 320,3728 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon_p = 0.001807$$

Modulus Elastisitas Kayu:

$$E = \frac{320,3728}{0.001807}$$

$$= 177295,4086 \text{ kg/cm}^2$$

2. Sampel 2

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Gambar 5.2.

Panjang mula-mula (L_0) = 19,8 cm

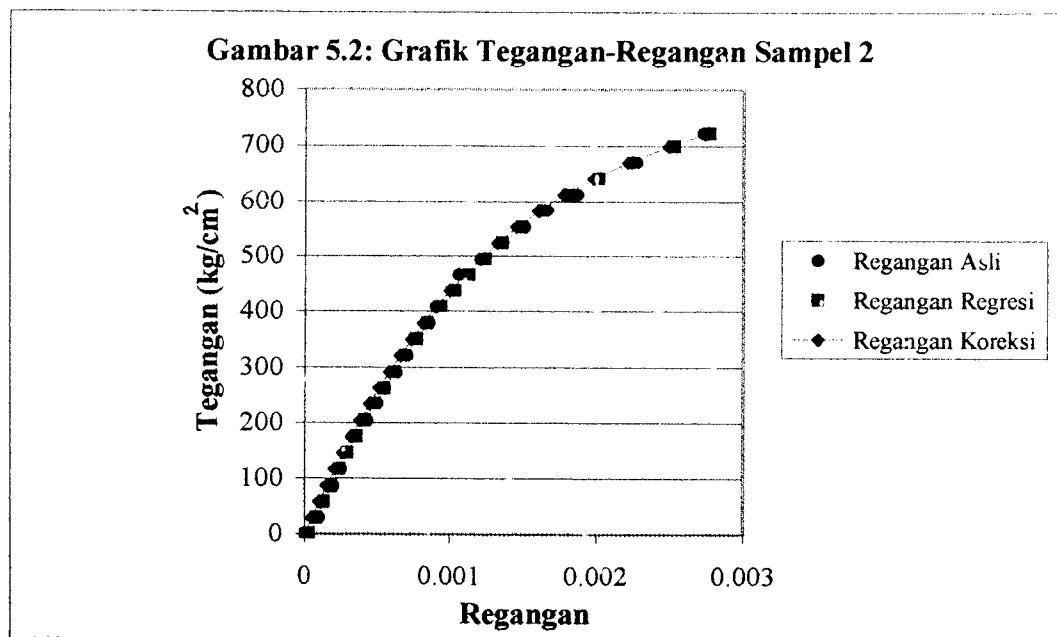
Luas (A) = 35 cm²

Tabel 5.2: Kuat Desak Kayu Sampel 2

BEBAN		Ekstensometer mm	Tegangan kg/cm ²	Regangan Asli	Regangan Regresi	Regangan Koreksi
kN	kg					
0	0	0	0	0	0.00003419	0
10	1019.368	0.020	29.1248	0.00010	0.00008370	0.00004951
20	2038.736	0.025	58.2496	0.00013	0.00013480	0.00010061
30	3058.104	0.040	87.3744	0.00020	0.00018750	0.00015331
40	4077.472	0.050	116.499	0.00025	0.00024210	0.00020791
50	5096.84	0.060	145.624	0.00030	0.00029860	0.00026441
60	6116.208	0.070	174.749	0.00035	0.00035720	0.00032301
70	7135.576	0.085	203.874	0.00043	0.00041820	0.00038401
80	8154.944	0.100	232.998	0.00051	0.00048160	0.00044741
90	9174.312	0.110	262.123	0.00056	0.00054830	0.00051411
100	10193.68	0.125	291.248	0.00063	0.00061800	0.00058381
110	11213.05	0.140	320.373	0.00071	0.00069130	0.00065711
120	12232.42	0.150	349.498	0.00076	0.00076860	0.00073441
130	13251.78	0.170	378.622	0.00086	0.00085050	0.00081631
140	14271.15	0.180	407.747	0.00091	0.00093780	0.00090361

Tabel 5.2: Lanjutan Kuat Desak Kayu Sampel 2

150	15290.52	0.20	436.872	0.00101	0.00103100	0.00099681
160	16309.89	0.210	465.997	0.00106	0.00113190	0.00109771
170	17329.26	0.240	495.122	0.00121	0.00124100	0.00120681
180	18348.62	0.270	524.246	0.00136	0.00136100	0.00132681
190	19367.99	0.300	553.371	0.00152	0.00149400	0.00145981
200	20387.36	0.330	582.496	0.00167	0.00164400	0.00160981
210	21406.73	0.370	611.621	0.00187	0.00181520	0.00178101
220	22426.1	0.400	640.746	0.00202	0.00201400	0.00197981
230	23445.46	0.450	669.870	0.00227	0.00224900	0.00221481
240	24464.83	0.500	698.995	0.00253	0.00252500	0.00249081
248	25280	0.540	722.295	0.00273	0.00277000	0.00273581



Batas sebanding : $\sigma_p = 495,1216 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon_p = 0,00120681$$

Modulus Elastisitas Kayu :

$$E = \frac{495,1216}{0,00120681}$$

$$= 410273,6339 \text{ kg/cm}^2$$

3. Sampel 3

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 3 dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan

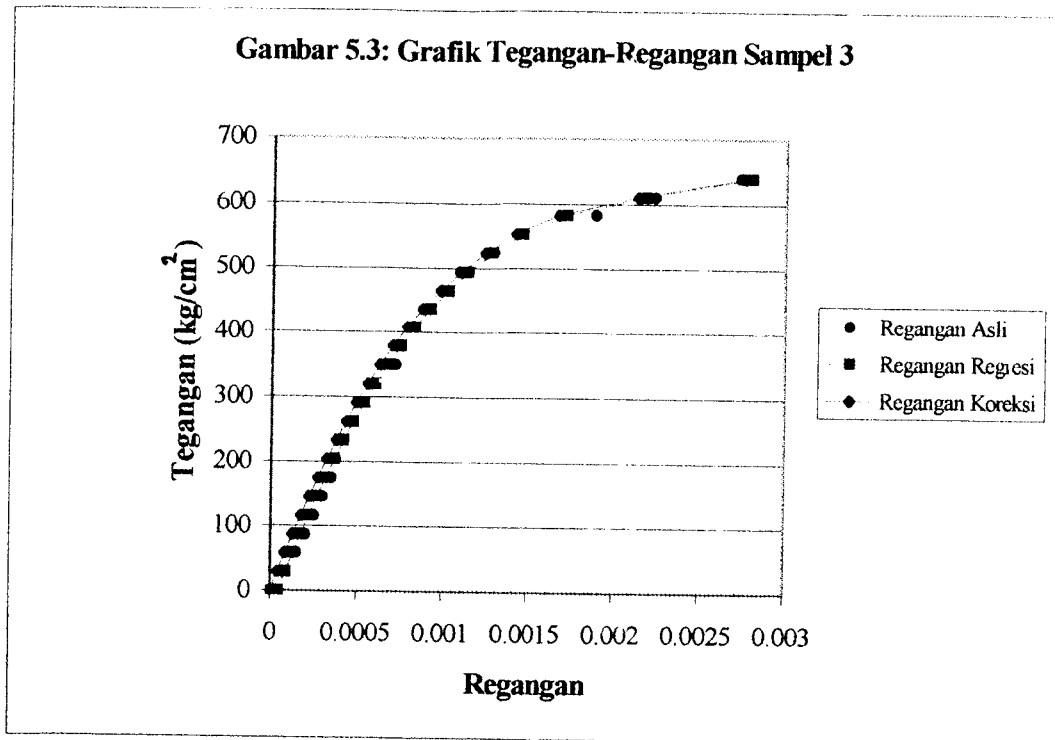
Gambar 5.3.

Panjang mula-mula (L_0) = 20,1 cm

Luas (A) = 35 cm²

Tabel 5.3: Kuat Desak Kayu Sampel 3

BEBAN		Ekstensometer mm	Tegangan kg/cm ²	Regangan Asli	Regangan Regresi	Regangan Koreksi
kN	kg					
0	0	0	0	0	0.00004585	0
10	1019.368	0.0015	29.1248	7.46269E-06	0.00008673	0.00004088
20	2038.736	0.0030	58.2496	1.49254E-05	0.000129	0.00008315
30	3058.104	0.0040	87.3744	1.99005E-05	0.00017293	0.00012708
40	4077.472	0.0050	116.499	2.48756E-05	0.00021855	0.0001727
50	5096.84	0.0060	145.624	2.98507E-05	0.000266	0.00022015
60	6116.208	0.0070	174.749	3.48259E-05	0.0003157	0.00026985
70	7135.576	0.0075	203.874	3.73134E-05	0.0003677	0.00032185
80	8154.944	0.0085	232.998	4.22886E-05	0.0004223	0.00037645
90	9174.312	0.0090	262.123	4.47761E-05	0.0004799	0.00043405
100	10193.68	0.0100	291.248	4.97512E-05	0.0005411	0.00049525
110	11213.05	0.0120	320.373	5.97015E-05	0.0006063	0.00056045
120	12232.42	0.0145	349.498	7.21393E-05	0.000676	0.00063015
130	13251.78	0.0150	378.622	7.46269E-05	0.0007517	0.00070585
140	14271.15	0.0165	407.747	8.20896E-05	0.0008342	0.00078835
150	15290.52	0.0180	436.872	8.95522E-05	0.0009255	0.00087965
160	16309.89	0.0200	465.997	9.95025E-05	0.0010282	0.00098235
170	17329.26	0.0220	495.122	0.000109453	0.001147	0.00110115
180	18348.62	0.0260	524.246	0.000129353	0.001288	0.00124215
190	19367.99	0.0295	553.371	0.000146766	0.0014672	0.00142135
200	20387.36	0.0380	582.496	0.000189055	0.0017212	0.00167535
210	21406.73	0.0450	611.621	0.000223881	0.0021842	0.00213835
220	22426.1	0.0550	640.746	0.000273632	0.0028043	0.00275845



Batas sebanding : $\sigma_p = 495,1216 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon_p = 0,0011012$$

Modulus Elastisitas Kayu :

$$E = \frac{495,1216}{0,0011012}$$

$$= 449620,0509 \text{ kg/cm}^2$$

4. Sampel 4

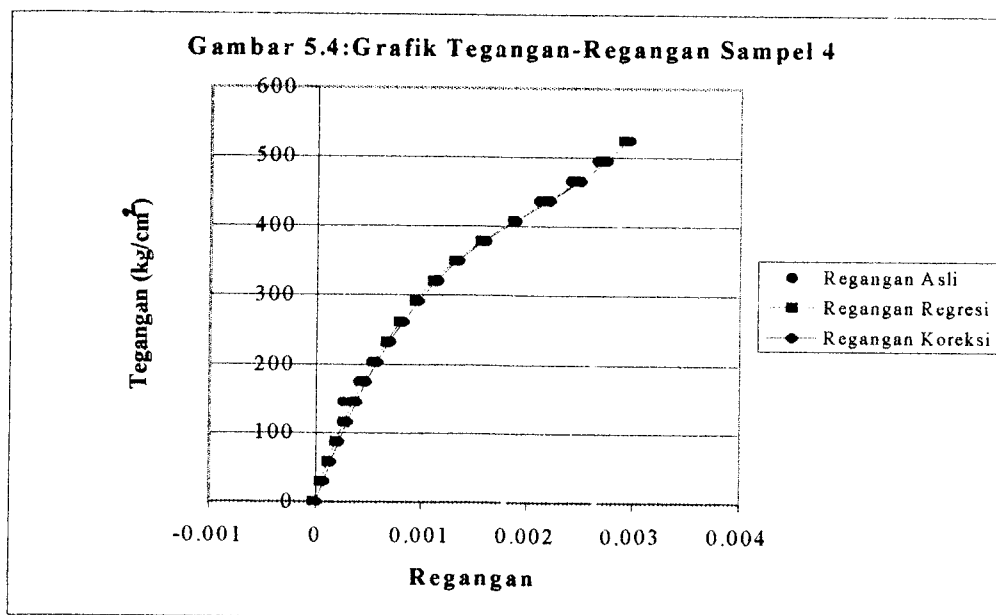
Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 3 dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.4.

Panjang mula-mula (L_0) = 19,9 cm

Luas (A) = 35 cm²

Tabel 5.4: Kuat Desak Kayu Sampel 4

BEBAN		Ekstensometer mm	Tegangan kg/cm ²	Regangan Asli	Regangan Regresi	Regangan Koreksi
kN	kg					
0	0	0	0	0	-0.00030128	0
10	1019.4	0.015	29.1248	7.538E-05	0.000037166	0.000067294
20	2038.7	0.025	58.2496	0.0001256	0.000108332	0.00013846
30	3058.1	0.035	87.3744	0.0001759	0.000183933	0.000214061
40	4077.5	0.050	116.499	0.0002513	0.000264681	0.000294809
50	5096.8	0.050	145.624	0.0002513	0.000351478	0.000381606
60	6116.2	0.080	174.749	0.0004020	0.000445489	0.000475617
70	7135.6	0.105	203.874	0.0005276	0.000548261	0.000578389
80	8154.9	0.140	232.998	0.0007035	0.000661893	0.000692021
90	9174.3	0.160	262.123	0.0008040	0.000789342	0.00081947
100	10194	0.190	291.248	0.0009548	0.000934871	0.000964999
110	11213	0.230	320.373	0.0011558	0.001104825	0.001134953
120	12232	0.270	349.498	0.0013568	0.001308599	0.001338727
130	13252	0.320	378.622	0.0016080	0.001558346	0.001588474
140	14271	0.370	407.747	0.0018593	0.001859512	0.00188964
150	15291	0.420	436.872	0.0021106	0.002183198	0.002213326
160	16310	0.480	465.997	0.0024121	0.002475256	0.002505384
170	17329	0.530	495.122	0.0026633	0.002715266	0.002745394
180	18349	0.590	524.246	0.0029648	0.002911645	0.002941773



Batas sebanding : $\sigma_p = 320,3728 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon_p = 0,00113495$$

Modulus Elastisitas Kayu :

$$E = \frac{320,3728}{0,00113495}$$

$$= 282278,7117 \text{ kg/cm}^2$$

5. Sampel 5

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 3 dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.5.

Panjang mula-mula (L_0) = 19,8 cm

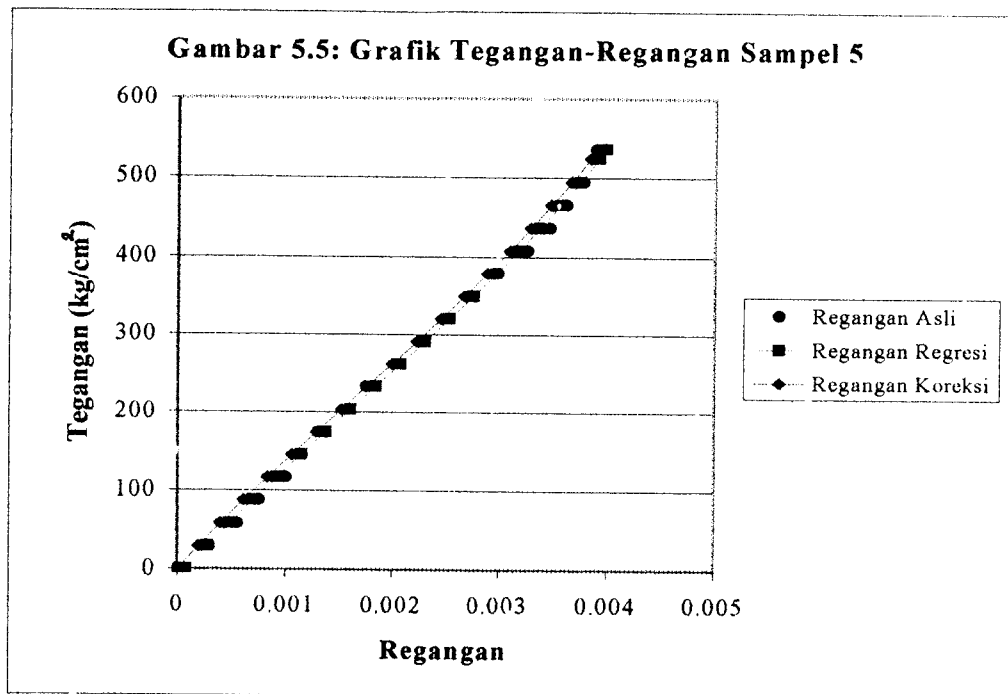
Luas (A) = 35 cm²

Tabel 5.5: Kuat Desak Kayu Sampel 5

BEBAN		Ekstensometer mm	Tegangan kg/cm ²	Regangan Asli	Regangan Regresi	Regangan Koreksi
kN	kg					
0	0	0	0	0	0.000081438	0
10	1019.4	0.060	29.1248	0.0003015	0.000278843	0.000197405
20	2038.7	0.110	58.2496	0.0005528	0.000484147	0.000402709
30	3058.1	0.150	87.3744	0.0007538	0.000697051	0.000615613
40	4077.5	0.200	116.499	0.0010050	0.000916944	0.000835506
50	5096.8	0.230	145.624	0.0011558	0.001142864	0.001061426
60	6116.2	0.260	174.749	0.0013065	0.001373470	0.001292032
70	7135.6	0.320	203.874	0.0016080	0.001607088	0.00152565
80	8154.9	0.350	232.998	0.0017588	0.001841804	0.001760366
90	9174.3	0.405	262.123	0.0020352	0.002075630	0.001994192
100	10194	0.450	291.248	0.0022613	0.002306637	0.002225199
110	11213	0.495	320.373	0.0024874	0.002533110	0.002451672
120	12232	0.540	349.498	0.0027136	0.002753699	0.002672261
130	13252	0.595	378.622	0.0029899	0.002967367	0.002885929
140	14271	0.650	407.747	0.0032663	0.003173490	0.003092052

Tabel 5.5: Lanjutan Kuat Desak Kayu Sampel 5

150	15291	0.690	436.872	0.0034673	0.003371732	0.003290294
160	16310	0.720	465.997	0.0036181	0.003562017	0.003480579
170	17329	0.750	495.122	0.0037688	0.003744459	0.003663021
180	18349	0.770	524.246	0.0038693	0.003919295	0.003837857
184	18756	0.775	535.896	0.0038945	0.003987175	0.003905737



Batas sebanding : $\sigma_p = 291,248 \text{ kg/cm}^2$

$$\varepsilon_p = 0,0022252$$

Modulus Elastisitas Kayu :

$$E = \frac{291,248}{0,0022252}$$

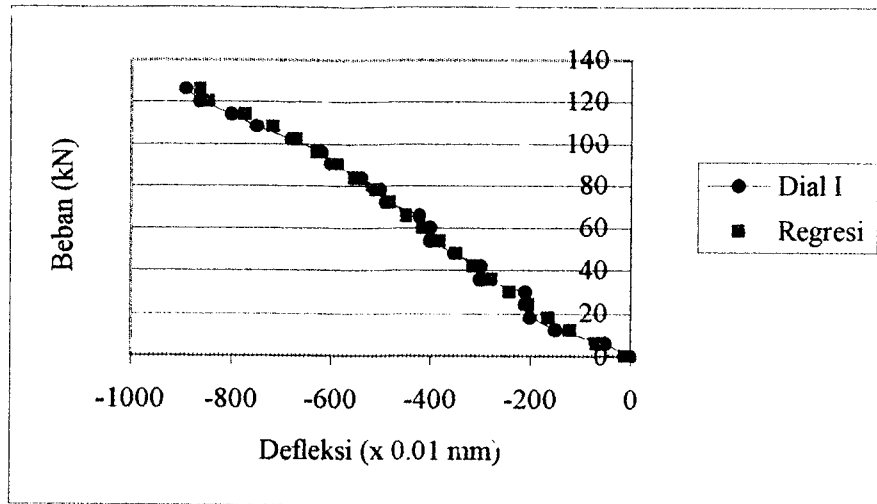
$$= 130886,2125 \text{ kg/cm}^2$$

5.2 Kuat Desak Benda Uji

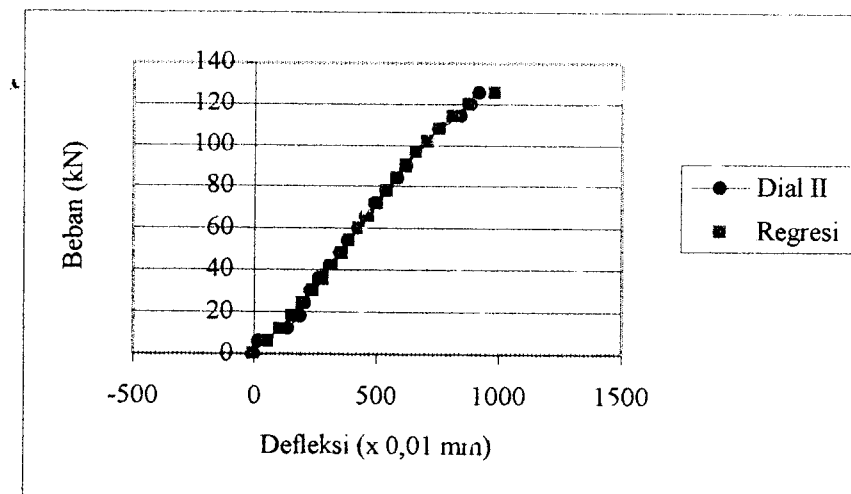
Dari setiap pengujian desak terhadap benda uji, diperoleh grafik atau diagram hubungan antara besar beban dengan defleksinya (δ), untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.6 sampai dengan Tabel 5.33, Gambar 5.6 sampai dengan Gambar 5.61 dan Lampiran 4 pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 7.

Tabel 5.6: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 20 i_{\min} / 1$ / Dial I dan Dial II / 1

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 20 i_{\min} / 1$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	-9.6646	0	-7.42977
6	-50	-70.44	16	53.673765
12	-150	-120.0162	134	105.83298
18	-200	-163.8017	183	152.8366
24	-210	-204.0173	209	196.48772
30	-210	-241.8476	231	237.82578
36	-300	-278.0272	262	277.52738
42	-300	-313.0627	310	316.07467
48	-350	-347.3348	353	353.83837
54	-400	-381.1533	385	391.12414
60	-400	-414.7899	425	428.20184
66	-420	-448.5021	456	465.32656
72	-490	-482.5531	492	502.7567
78	-500	-517.2339	540	540.77261
84	-540	-552.891	582	579.70005
90	-600	-589.9705	623	619.94426
96	-620	-629.0959	664	662.04685
102	-680	-671.2263	717	706.79194
108	-750	-718.0379	755	755.43348
114	-800	-773.1171	842	810.27962
120	-865	-848.3776	881	876.73659
126	-893	-862.8672	914	979.04279



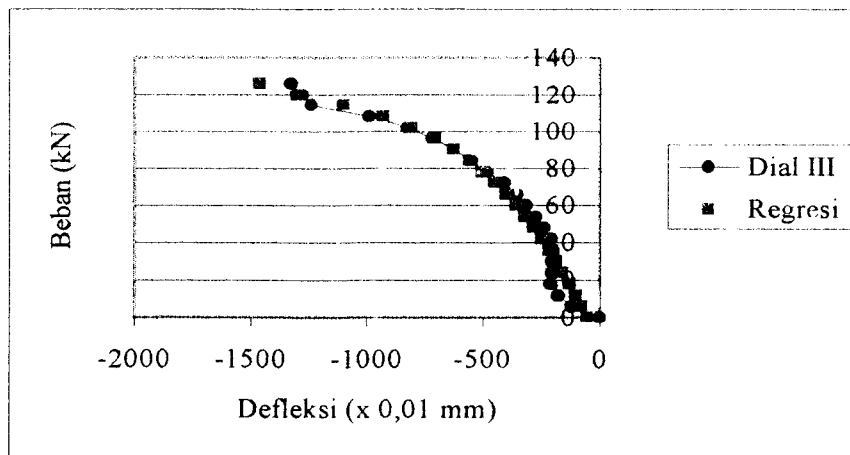
Gambar 5.6: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc=20$. $i_{min} / 1$



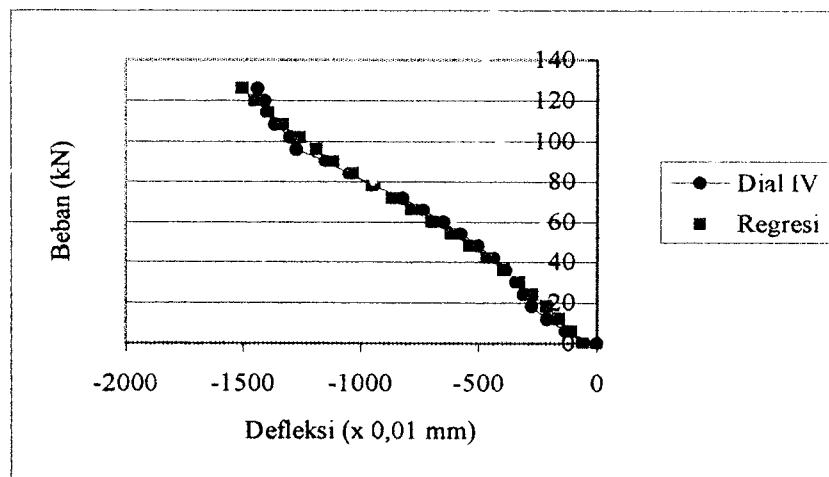
Gambar 5.7: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc=20$. $i_{min} / 1$

Tabel 5.7: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 20 i_{\min} / 1$ / Dial III dan Dial IV / 1

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 20 i_{\min} / 1$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-53.48167	0	-58.79766
6	-120	-77.96367	-130	-106.6558
12	-178	-103.4347	-210	-157.2953
18	-210	-129.9979	-275	-211.0153
24	-205	-157.7741	-308	-268.1374
30	-205	-186.9067	-340	-328.9912
36	-202	-217.5679	-380	-393.8862
42	-209	-249.9665	-435	-463.0625
48	-240	-284.36	-504	-536.6115
54	-275	-321.0708	-574	-614.3679
60	-317	-360.5111	-648	-695.7916
66	-360	-403.2192	-733	-779.8898
72	-410	-449.9188	-820	-865.2541
78	-485	-501.6145	-944	-950.2511
84	-550	-559.76	-1048	-1033.315
90	-625	-626.5664	-1150	-1113.206
96	-715	-705.6123	-1275	-1189.138
102	-825	-803.1107	-1300	-1260.75
108	-990	-930.2943	-1365	-1328.004
114	-1240	-1102.398	-1398	-1391.071
120	-1281	-1301.001	-1407	-1450.229
126	-1327	-1464.201	-1439	-1505.802



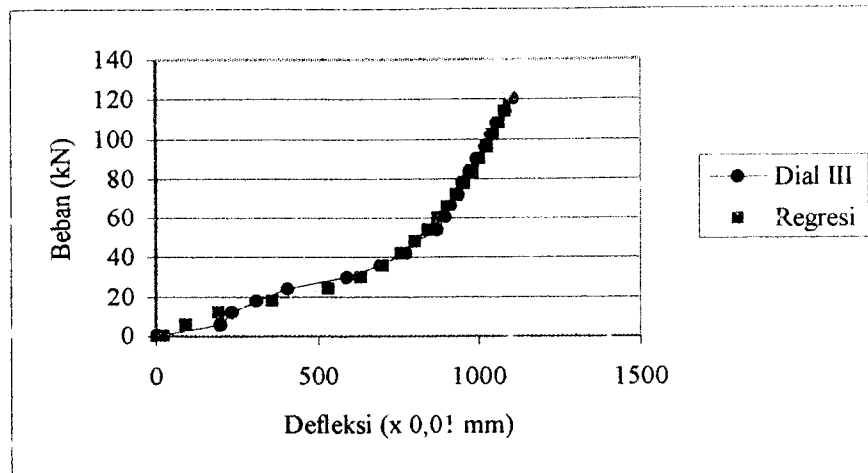
Gambar 5.8: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 1$



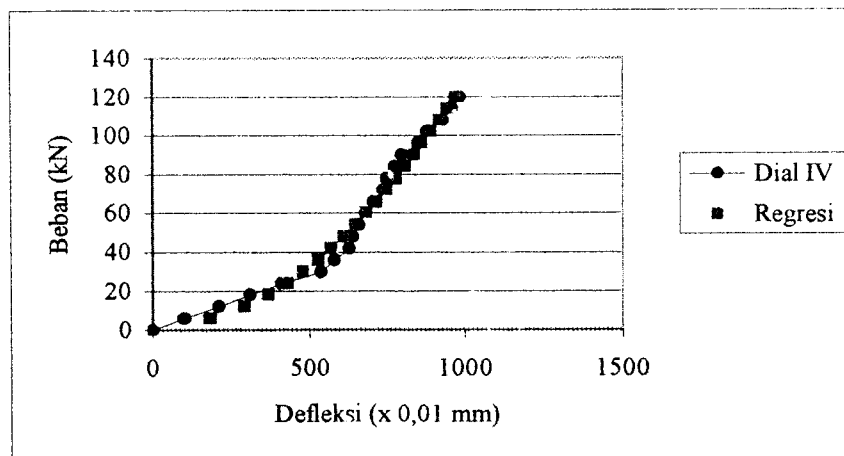
Gambar 5.9: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 1$

Tabel 5.9: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 20 i_{\min} / 2$ / Dial III dan Dial IV / 2

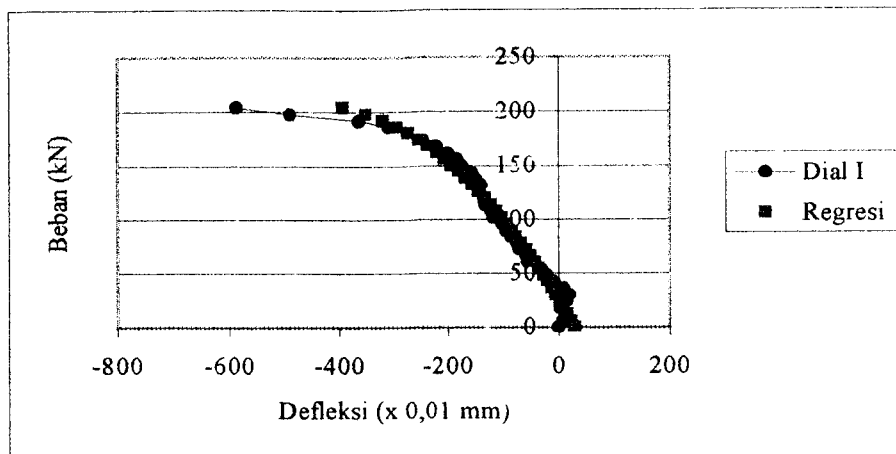
BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 20 i_{\min} / 2$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	22.700067	0	
6	197	91.023388	100	182.249814
12	232	190.03147	210	294.71186
18	310	358.98223	310	369.573555
24	405	532.85824	412	430.105487
30	590	634.77061	537	482.422105
36	694	701.66157	581	529.233862
42	772	758.1726	629	572.025541
48	803	802.58077	641	611.715176
54	872	840.74071	660	648.91734
60	897	874.41212	682	684.067373
66	912	904.68586	709	717.486993
72	939	932.28735	738	749.421927
78	951	957.72497	752	780.064885
84	973	981.36974	773	809.57031
90	994	1003.5014	796	838.064239
96	1021	1024.3364	851	865.651118
102	1039	1044.046	880	892.41865
108	1056	1062.7684	929	918.441325
114	1083	1080.6165	957	943.783051
120	1107	1097.6841	983	968.499142



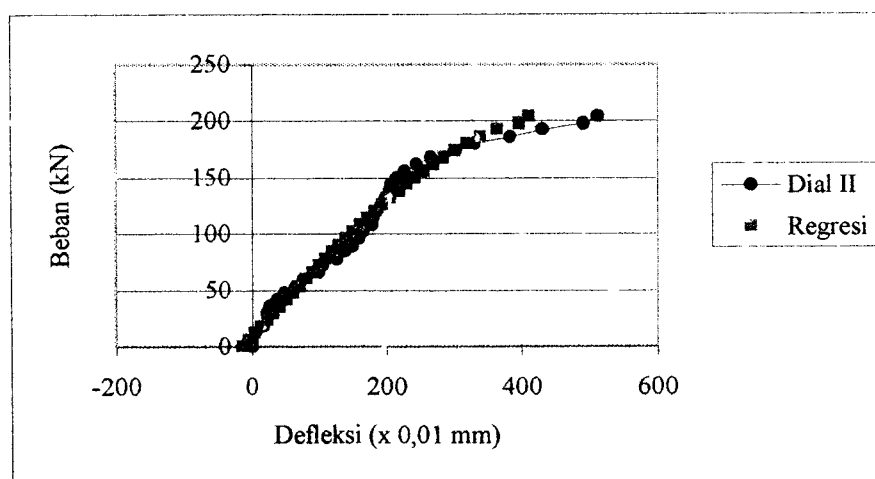
Gambar 5.12: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 2$



Gambar 5.13: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = 20 \cdot i_{\min} / 2$



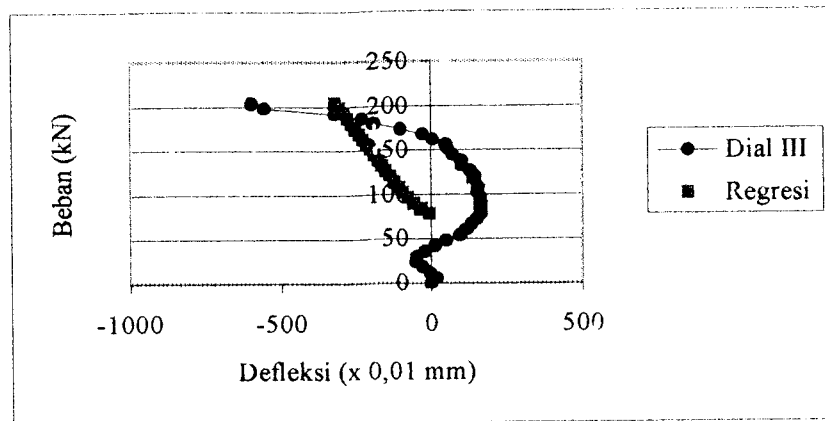
Gambar 5.14: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = 30$. $i_{\min} / 1$



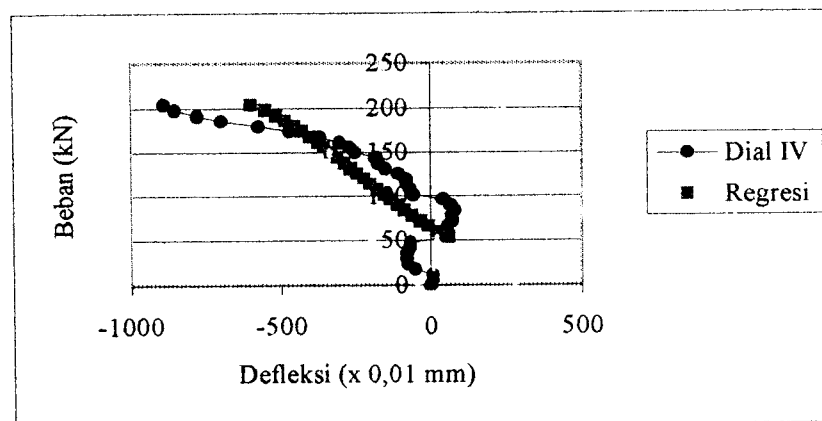
Gambar 5.15: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = 30$. $i_{\min} / 1$

Tabel 5.11: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 30 i_{\min} / 1$ / Dial III dan Dial IV / 1

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 30 i_{\min} / 1$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0		0	
6	17		10	
12	-2		10	
18	-28		-50	
24	-50		-75	
30	-47		-80	
36	-21		-80	
42	14		-70	
48	50		-65	
54	95		50	52.099352
60	115		60	25.446928
66	135		60	-6.3249948
72	150		70	-35.108228
78	163	-5.31490179	70	-61.862938
84	163	-34.8368502	80	-87.160024
90	163	-56.789658	65	-111.37545
96	162	-75.4615959	40	-134.77599
102	153	-92.2200751	-60	-157.5626
108	154	-107.714691	-68	-179.8947
114	140	-122.317484	-80	-201.90493
120	140	-136.267639	-85	-223.7088
126	129	-149.732143	-110	-245.41167
132	102	-162.835432	-150	-267.11408
138	99	-175.675592	-175	-288.91658
144	72	-188.334032	-185	-310.92443
150	60	-200.955227	-250	-333.25306
156	50	-213.383981	-270	-356.03489
162	8	-225.90343	-305	-375.42904
168	-28	-238.50381	-370	-403.63602
174	-100	-251.253019	-470	-428.92183
180	-190	-264.227163	-575	-455.66117
186	-230	-277.515888	-700	-484.42255
192	-320	-291.230284	-780	-516.16106
198	-554	-305.515597	-854	-552.75503
204	-597	-320.573554	-892	-599.19517



Gambar 5.16: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc= 30. i_{\min} / 1$



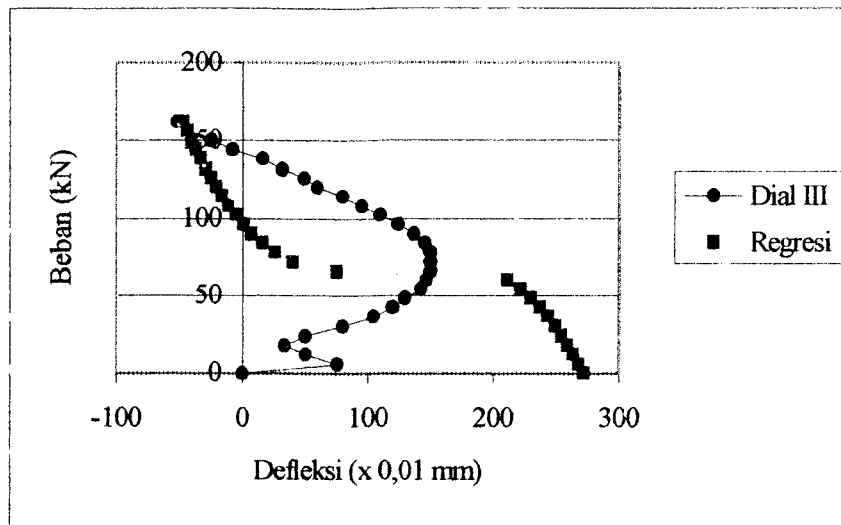
Gambar 5.17: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc= 30. i_{\min} / 1$

Tabel 5.12: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 30 i_{\min} / \text{Dial I dan Dial II} / 2$

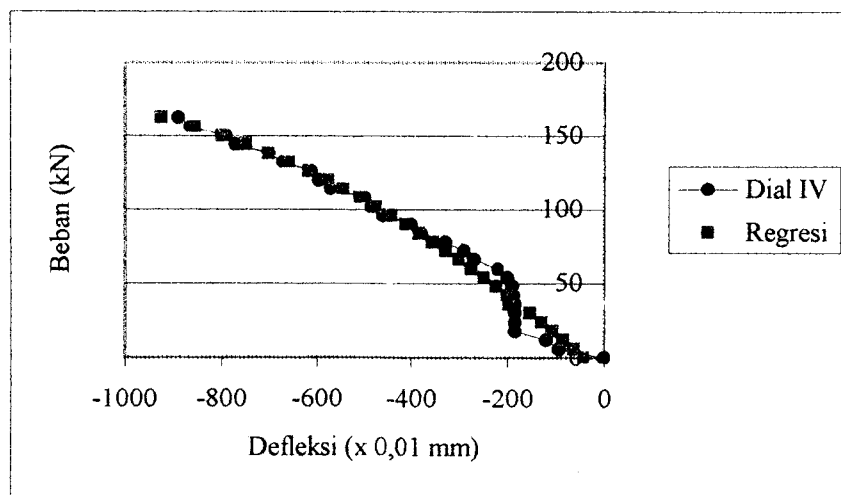
BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 30 i_{\min} / 2$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	-21.878011	0	18.725981
6	-57	-34.441361	46	34.172784
12	-67	-47.238706	57	49.736365
18	-80	-60.282893	88	65.429732
24	-84	-73.58799	102	81.266884
30	-87	-87.169447	102	97.262968
36	-95	-101.0443	107	113.43447
42	-109	-115.2314	124	129.79946
48	-120	-129.7517	135	146.37783
54	-130	-144.62862	153	163.19169
60	-142	-159.88842	174	180.26572
66	-168	-175.56077	193	197.62772
72	-189	-191.67936	210	215.30924
78	-208	-208.28271	233	233.34639
84	-223	-225.41523	250	251.78094
90	-243	-243.12852	266	270.66166
96	-264	-261.48316	291	290.0462
102	-282	-280.55099	316	310.00365
108	-301	-300.41838	333	330.61802
114	-326	-321.19061	358	351.99338
120	-348	-342.99828	383	374.26133
126	-368	-366.00677	404	397.59262
132	-392	-390.43068	420	422.21578
138	-415	-416.5573	445	448.44917
144	-448	-444.78645	480	476.75993
150	-475	-475.70405	508	507.88481
156	-510	-510.23198	548	543.11672
162	-541	-549.98192	578	585.16565

Tabel 5.13: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 30 i_{\min} / 2$ / Dial III dan Dial IV / 2

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 30 i_{\min} / 2$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	272.14429	0	-41.52163
6	76	268.21145	-95	-62.91339
12	51	264.04162	-120	-84.66944
18	34	259.59485	-185	-106.8101
24	50	254.8191	-185	-129.3577
30	80	249.64444	-185	-152.3367
36	105	243.97339	-185	-197.7742
42	120	237.66304	-188	-199.7003
48	130	230.48936	-190	-224.1483
54	143	222.06507	-200	-249.1559
60	147	211.60717	-220	-274.765
66	150	75.240223	-270	-301.0233
72	150	40.473922	-290	-327.9854
78	150	26.402829	-330	-355.7134
84	146	16.182976	-380	-384.2796
90	137	7.1895606	-400	-413.7682
96	124	0.8128695	-460	-444.2785
102	110	-5.431812	-485	-475.9291
108	96	-11.05277	-500	-508.8633
114	80	-16.18771	-570	-543.2572
120	60	-20.93105	-595	-576.3315
126	49	-25.35075	-610	-617.3682
132	32	-29.49757	-670	-657.7388
138	16	-33.41056	-700	-700.9488
144	-8	-37.12048	-770	-747.7179
150	-25	-40.65207	-790	-799.1328
156	-44	-44.02553	-865	-856.9803
162	-52	-47.25763	-890	-924.6095



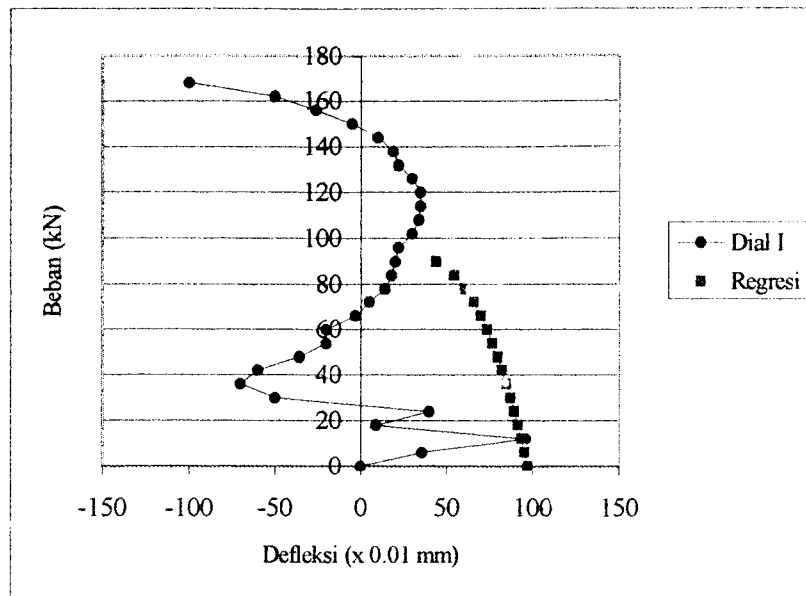
Gambar 5.20: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc= 30. i_{\min} / 2$



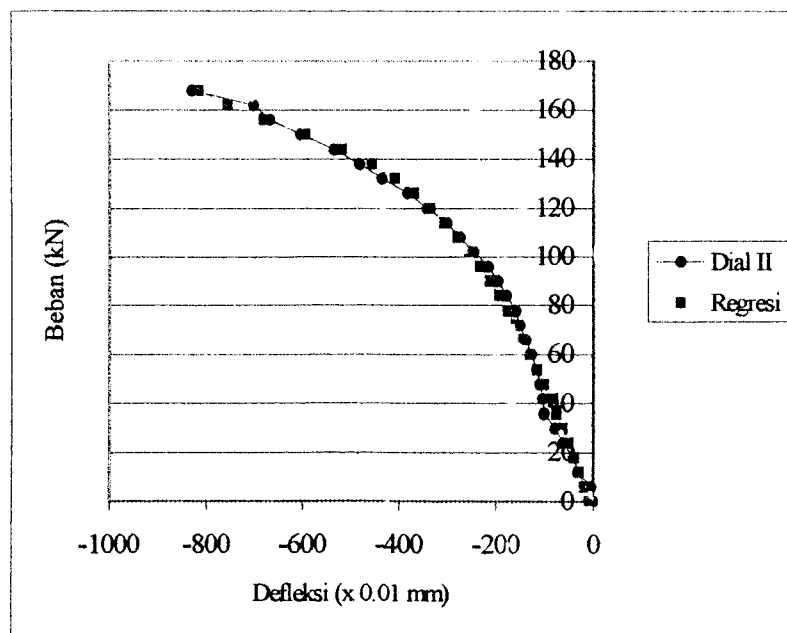
Gambar 5.21: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc= 30. i_{\min} / 2$

Tabel 5.14: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 40 i_{\min} / 1$ / Dial I dan Dial II / 1

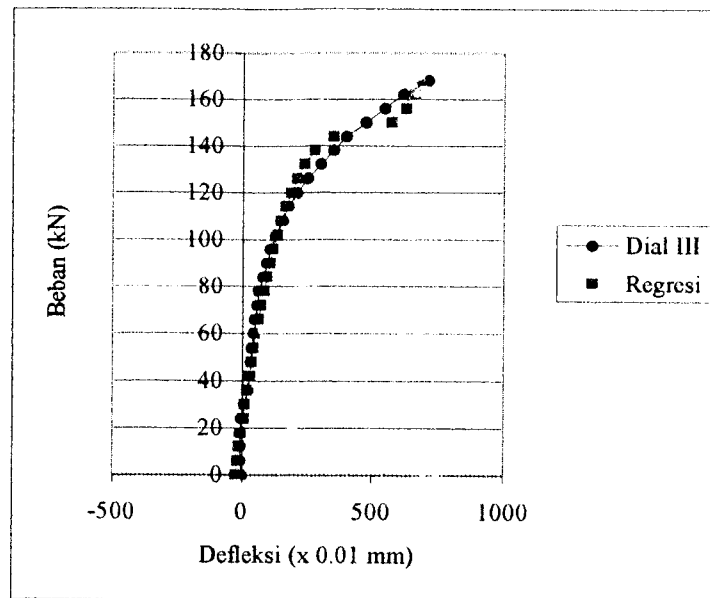
BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 40 i_{\min} / 1$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	97.130	0	-7.75
6	36	95.298	-4	-18.01
12	96	93.390	-31	-28.59
18	9	91.390	-40	-39.49
24	40	89.290	-61	-50.77
30	-50	87.070	-77	-62.43
36	-70	84.720	-100	-74.51
42	-60	82.210	-103	-87.06
48	-36	79.510	-108	-100.12
54	-20	76.570	-115	-113.74
60	-20	73.340	-126	-127.99
66	-3	69.730	-137	-142.94
72	5	65.580	-150	-158.68
78	14	60.630	-159	-175.31
84	18	54.250	-178	-192.98
90	20	43.980	-195	-211.83
96	22		-215	-232.08
102	30		-245	-254.01
108	34		-273	-277.98
114	35		-300	-304.48
120	35		-340	-334.22
126	30		-382	-368.25
132	22		-435	-408.20
138	19		-482	-456.65
144	10		-535	-517.599
150	-5		-605	-594.67
156	-26		-668	-680.69
162	-50		-702	-756.74
168	-100		-830	-816.74



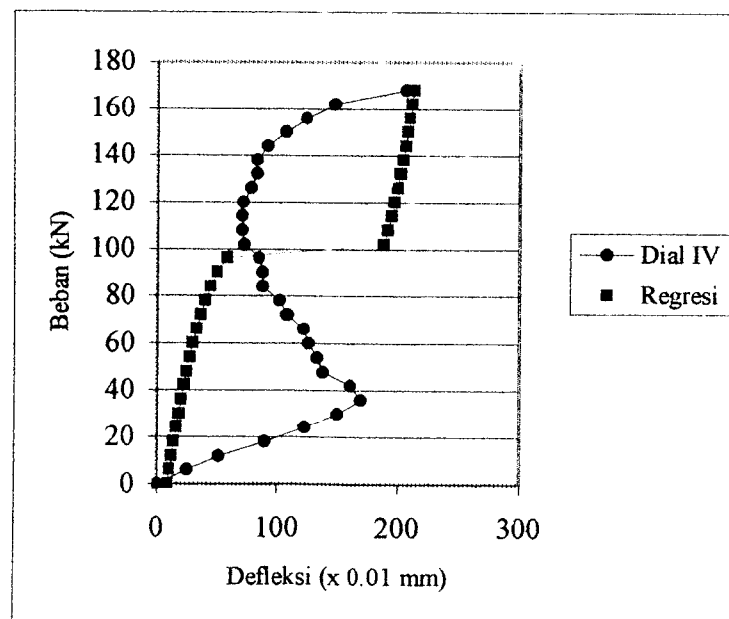
Gambar 5.22: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc= 40. i_{\min} / 1$



Gambar 5.23: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc= 40. i_{\min} / 1$



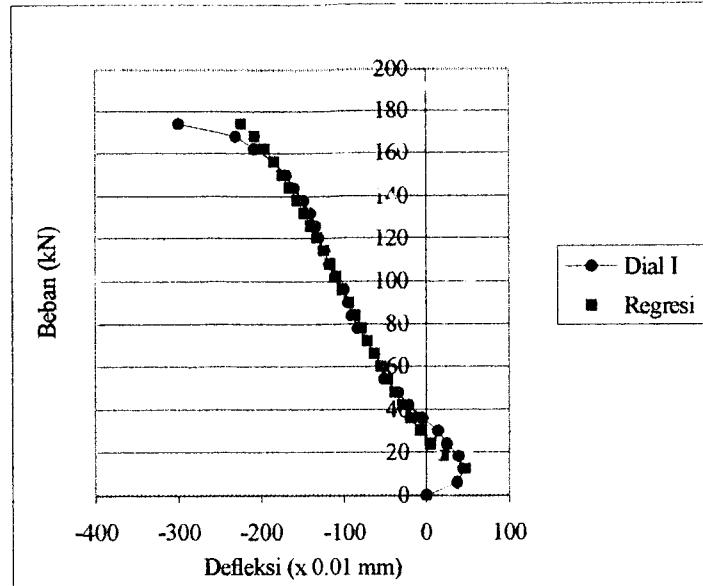
Gambar 5.24: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = 40$. $i_{\min} / 1$



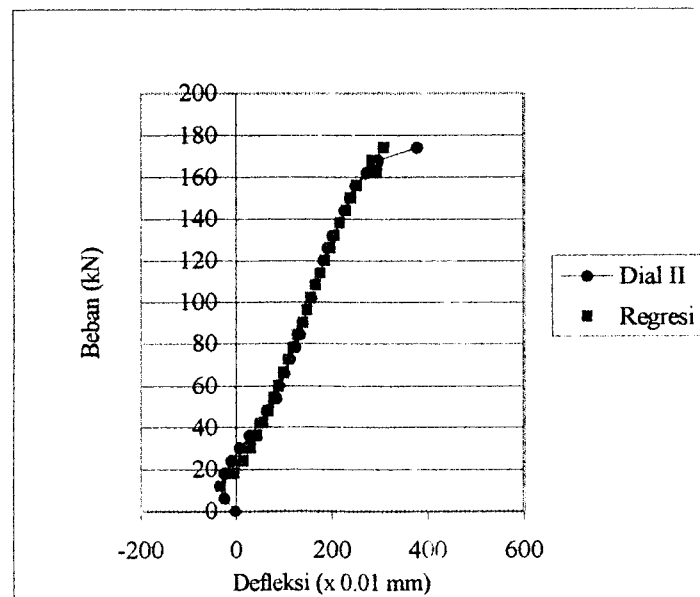
Gambar 5.25: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = 40$. $i_{\min} / 1$

Tabel 5.16: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 40 i_{\min} / 2$ / Dial I dan Dial II / 2

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 40 i_{\min} / 2$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0		0	
6	38		-25	
12	45	46.75	-34	-31.64
18	39	20.41	-25	-3.567
24	25	5.088	-10	14.921
30	14	-7.29	7	30.155
36	-5	-18.18	28	43.62
42	-21	-28.02	50	55.94
48	-34	-37.23	64	67.48
54	-50	-45.97	84	78.44
60	-54	-54.34	90	88.97
66	-62	-62.45	101	99.18
72	-71	-70.35	112	109.14
78	-83	-78.096	125	118.92
84	-90	-85.74	134	128.58
90	-95	-93.310	139	138.17
96	-100	-100.85	148	147.73
102	-110	-108.39	158	157.30
108	-117	-115.98	166	166.94
114	-123	-123.633	176	176.68
120	-130	-131.40	183	186.59
126	-134	-139.33	192	196.71
132	-140	-147.47	202	207.14
138	-149	-155.885	218	217.96
144	-160	-164.68	228	229.31
150	-170	-173.98	240	241.38
156	-184	-183.97	250	254.46
162	-208	-194.99	275	296.08
168	-230	-207.67	298	286.35
174	-300	-223.67	380	309.92



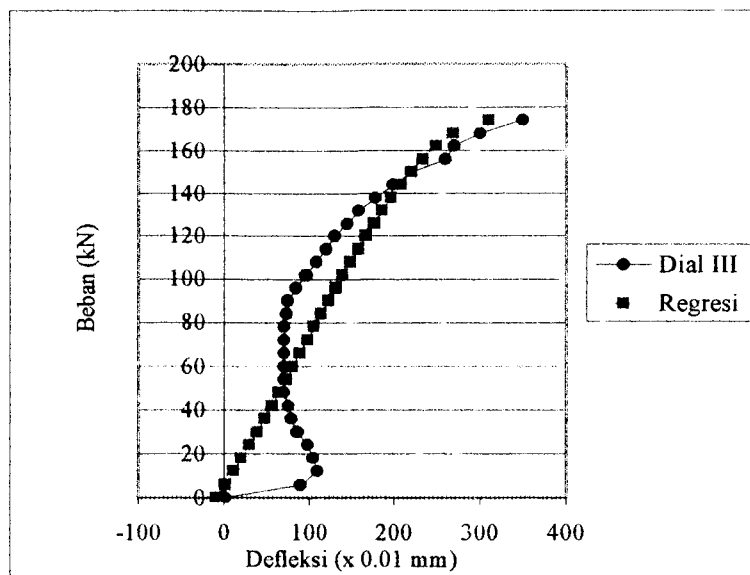
Gambar 5.26: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc = 40 i_{\min} / 2$



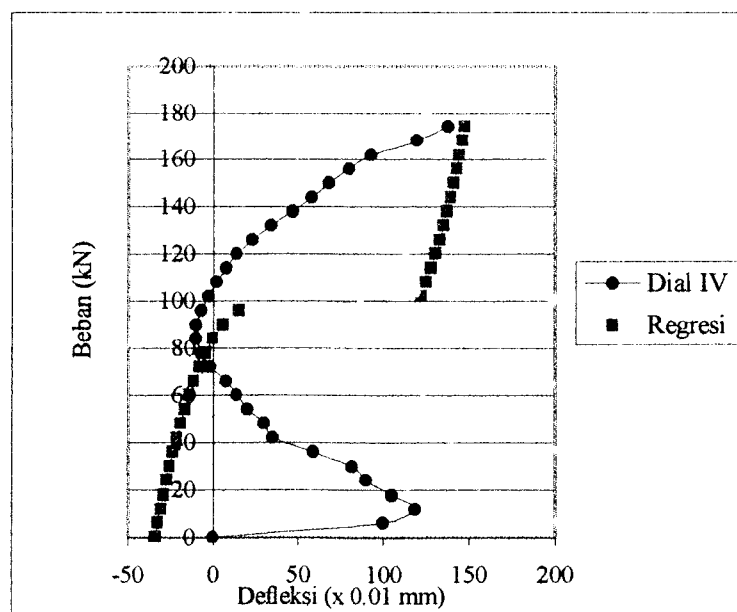
Gambar 5.27: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc = 40 i_{\min} / 2$

Tabel 5.17: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 40 i_{\min} / 2$ / Dial III dan Dial IV / 2

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 40 i_{\min} / 2$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-8.98	0	-33.76
6	90	1.36	100	-32.22
12	110	11.21	119	-30.61
18	105	20.68	105	-28.93
24	98	29.86	90	-27.17
30	86	38.79	82	-25.32
36	79	47.53	59	-23.37
42	76	56.12	35	-21.298
48	71	64.59	30	-19.08
54	71	72.98	20	-16.70
60	71	81.30	14	-14.11
66	71	89.59	8	-11.26
72	71	97.87	-2	-8.07
78	71	106.17	-7	-4.39
84	73	114.49	-10	0.0109
90	75	122.89	-10	5.74
96	84	131.39	-7	15.30
102	96	139.99	-3	122.35
108	108	148.77	2	125.44
114	120	157.74	8	128.21
120	130	166.96	14	130.73
126	145	176.49	23	133.06
132	158	186.41	34	135.23
138	178	196.84	47	137.27
144	198	207.93	58	139.19
150	220	219.93	68	141.01
156	260	233.25	80	142.75
162	270	248.69	93	144.41
168	300	268.48	120	145.99
174	350	310.38	138	147.52



Gambar 5.28: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc=40 i_{\min} / 2$



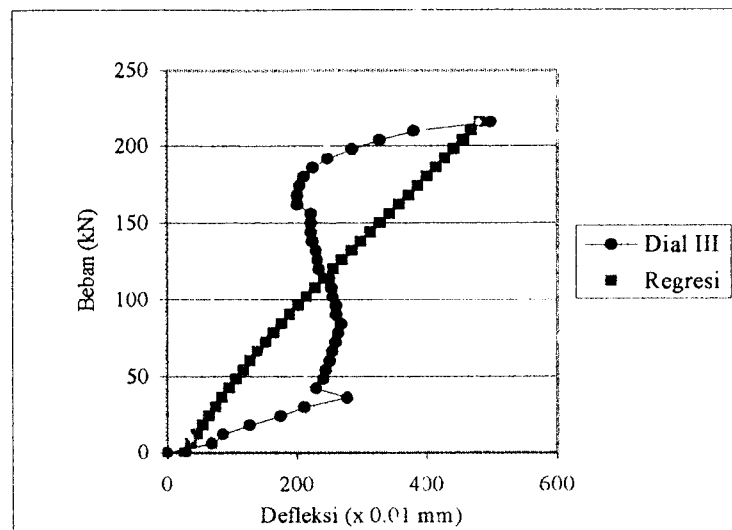
Gambar 5.29: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc=40 i_{\min} / 2$

Tabel 5.19: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 50 i_{\min} / 1$ / Dial III dan Dial IV / 1

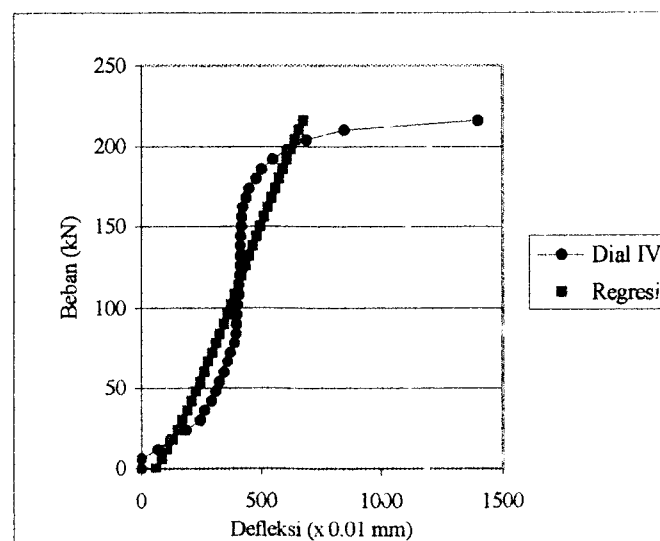
BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 50 i_{\min} / 1$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	26.997	0	61.34
6	69	36.130	1	86.38
12	87	45.478	68	109.61
18	128	55.040	122	131.45
24	175	64.840	186	152.19
30	212	74.870	245	172.05
36	279	85.144	263	191.18
42	230	95.670	291	209.68
48	241	106.460	310	227.67
54	246	117.510	324	245.21
60	252	128.830	344	262.37
66	256	140.430	360	279.19
72	261	152.310	371	295.73
78	265	164.480	389	312.02
84	269	176.920	396	328.10
90	262	189.640	399	343.99
96	262	202.640	400	359.74
102	257	215.897	403	375.36
108	255	229.410	409	390.87
114	250	243.150	410	406.29
120	235	257.090	412	421.66
126	233	271.240	413	436.98
132	230	285.530	413	452.28
138	224	299.940	415	467.57
144	222	314.430	417	482.88
150	222	328.967	419	498.23
156	222	343.510	420	513.63
162	201	358.010	424	529.11
168	201	372.430	439	544.68
174	205	386.740	452	560.37
180	211	400.900	480	576.21
186	225	414.880	502	592.22
192	248	428.650	550	608.43

Tabel 5.19: Lanjutan Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 50 i_{\min}$ / Dial III dan Dial IV/1

198	286	442.196	610	624.87
204	328	455.490	690	641.58
210	380	468.520	850	658.61
216	498	481.280	1400	675.99



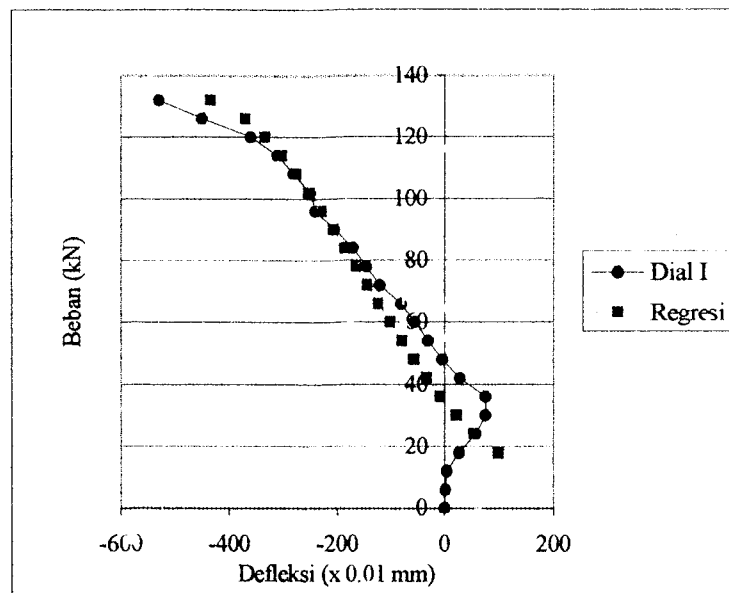
Gambar 5.32: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = 50 i_{\min}$ / 1



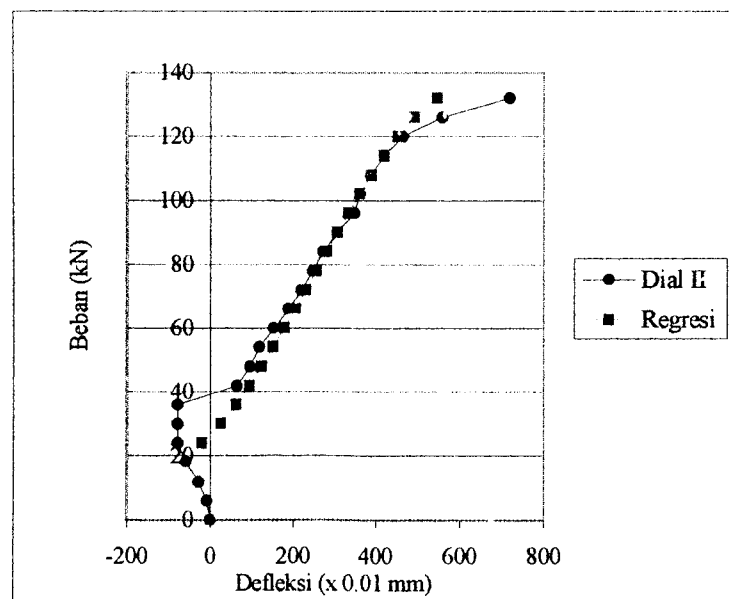
Gambar 5.33: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = 50 i_{\min}$ / 1

Tabel 5.20: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 50 i_{\min} / 2$ / Dial I dan Dial II / 2

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 50 i_{\min} / 2$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0		0	
6	1		-8	
12	4		-27	
18	27	99.12	-58	
24	57	53.95	-77	-18.710
30	75	20.87	-77	27.320
36	75	-7.31	-78	64.050
42	28	-32.75	65	96.280
48	-5	-56.45	97	125.820
54	-30	-79.01	120	153.620
60	-55	-100.81	155	180.260
66	-80	-122.15	190	206.140
72	-120	-143.17	220	231.580
78	-145	-164.17	248	256.820
84	-170	-185.31	273	282.110
90	-205	-206.8	308	307.690
96	-240	-228.89	348	333.830
102	-250	-251.91	362	360.890
108	-280	-276.30	388	389.310
114	-310	-302.79	420	419.780
120	-360	-332.76	465	453.520
126	-450	-369.59	560	493.070
132	-530	-434.02	720	546.899



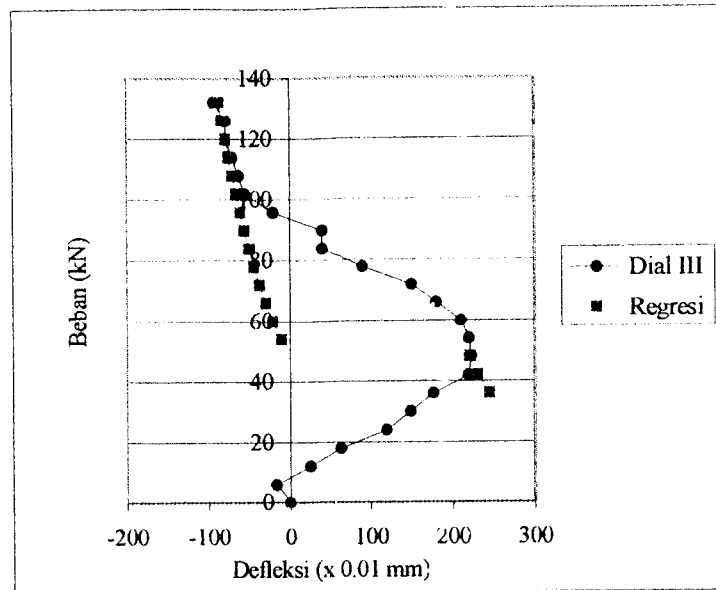
Gambar 5.34: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc = 50 i_{\min} / 2$



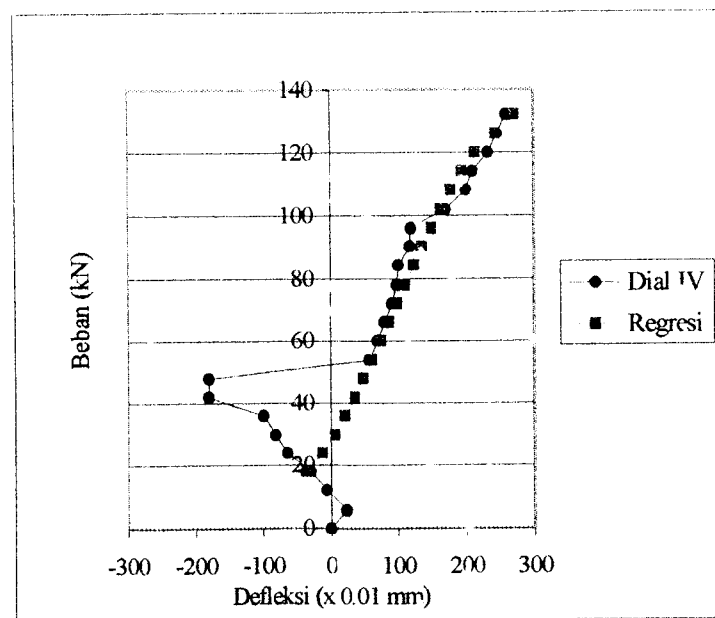
Gambar 5.35: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc = 50 i_{\min} / 2$

Tabel 5.21: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 50 i_{\min} / 2$ / Dial III dan Dial IV / 2

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 50 i_{\min} / 2$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0		0	
6	-16		24	
12	25		-6	
18	63		-30	-35.52
24	120		-64	-11.24
30	148		-81	6.29
36	176	244.81	-98	22.02
42	219	230.14	-180	36.35
48	222	220.39	-180	49.77
54	220	-9.787	58	62.61
60	210	-20.268	70	75.07
66	180	-28.96	80	87.29
72	150	-36.50	91	99.43
78	90	-43.21	98	111.58
84	40	-49.29	101	123.89
90	40	-54.88	118	136.48
96	-20	-60.06	120	149.53
102	-54	-64.91	170	163.29
108	-62	-69.48	200	178.12
114	-70	-73.79	210	194.68
120	-78	-77.89	233	214.498
126	-78	-81.81	246	243.81
132	-92	-85.55	260	271.33



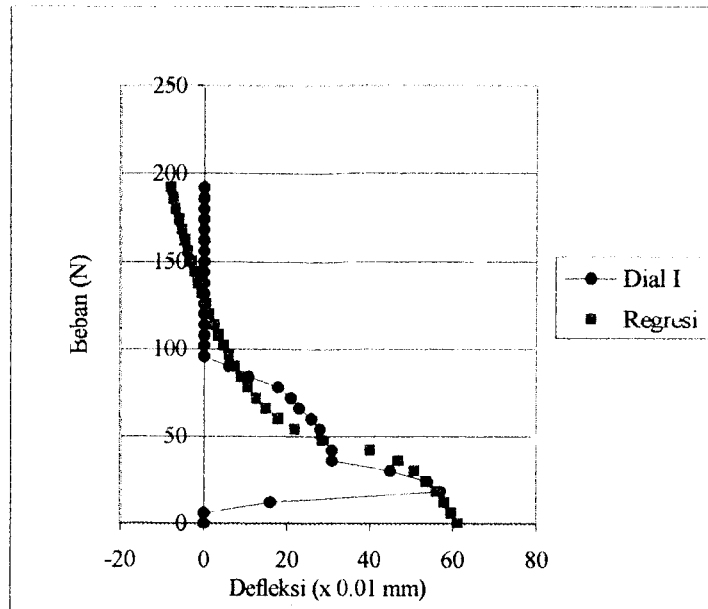
Gambar 5.36: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = 50 i_{\min} / 2$



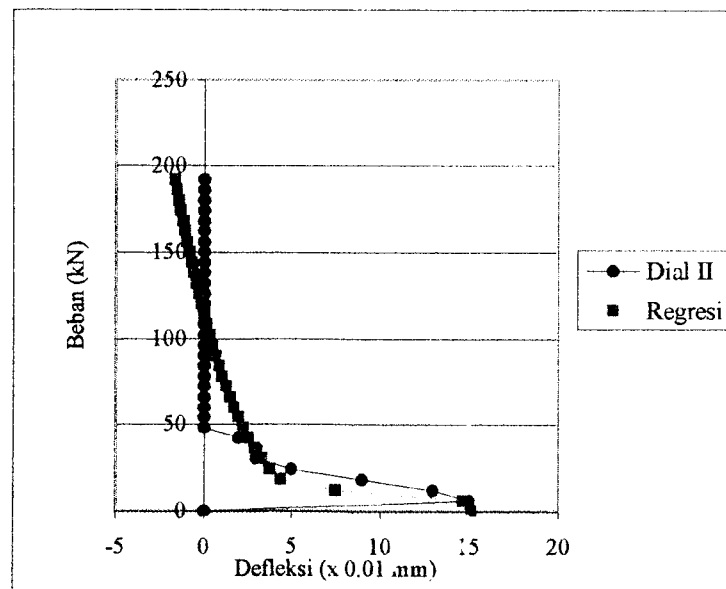
Gambar 5.37: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = 50 i_{\min} / 2$

Tabel 5.22: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 60 i_{\min} / 1$ / Dial I dan Dial II / 1

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 60 i_{\min} / 1$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	61.27	0	15.12
6	0	59.72	15	14.68
12	16	57.99	13	7.47
18	57	56.01	9	4.40
24	54	53.68	5	3.78
30	45	50.768	3	3.30
36	31	46.796	3	2.91
42	31	40.08	2	2.57
48	29	28.52	0	2.26
54	28	21.885	0	1.99
60	26	17.94	0	1.73
66	23	15.041	0	1.49
72	21	12.71	0	1.28
78	18	10.74	0	1.07
84	11	9.01	0	0.879
90	6	7.47	0	0.694
96	0	6.07	0	0.517
102	0	4.79	0	0.348
108	0	3.59	0	0.189
114	0	2.48	0	0.0292
120	0	1.43	0	-0.121
126	0	0.45	0	-0.2667
132	0	-0.49	0	-0.407
138	0	-1.38	0	-0.544
144	0	-2.24	0	-0.676
150	0	-3.05	0	-0.800
156	0	-3.84	0	-0.930
162	0	-4.596	0	-1.050
168	0	-5.33	0	-1.170
174	0	-6.03	0	-1.286
180	0	-6.71	0	-1.399
186	0	-7.37	0	-1.509
192	0	-8.02	0	-1.618



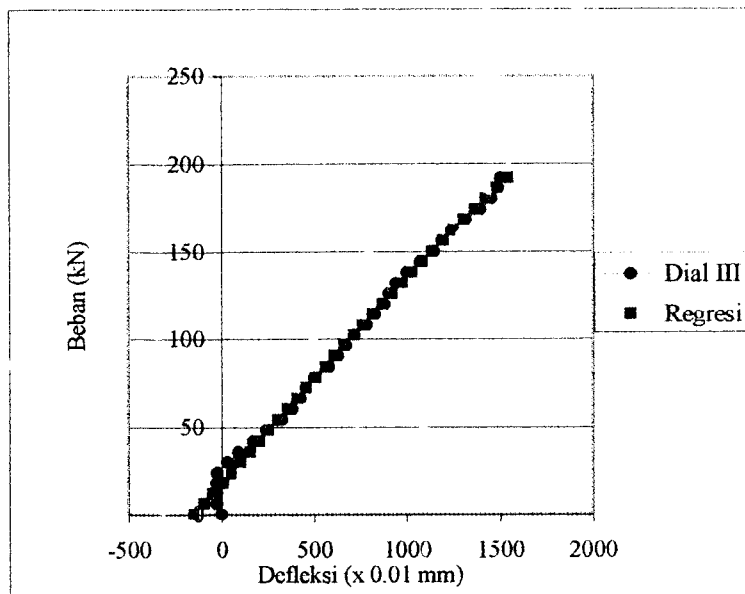
Gambar 5.38: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = 60 i_{\min} / 1$



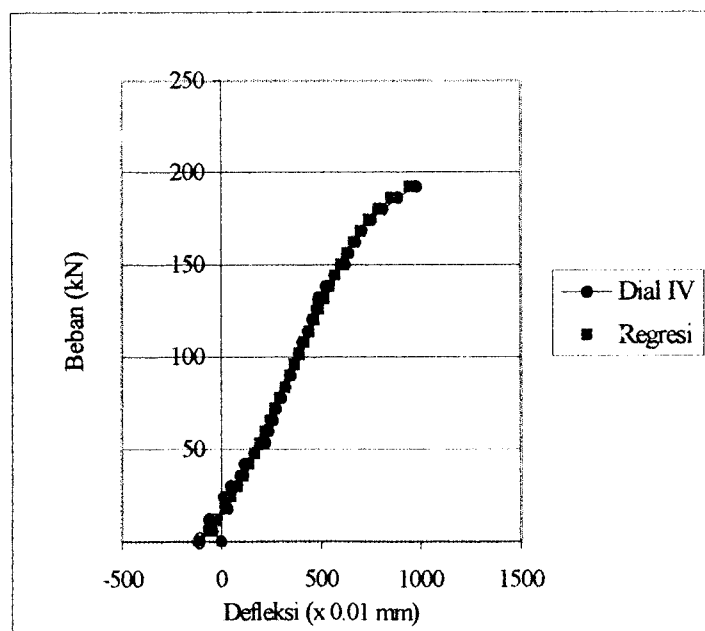
Gambar 5.39: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = 60 i_{\min} / 1$

Tabel 5.23: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 60 i_{\min} / l$ / Dial III dan Dial IV / 1

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 60 i_{\min} / l$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-146.901	0	-115.583
6	-26	-96.065	-45	-61.770
12	-26	-45.377	-60	-18.180
18	-26	5.187	31	18.577
24	-23	55.660	11	52.455
30	34	106.050	51	83.908
36	90	156.410	100	113.580
42	173	206.740	120	141.909
48	246	257.070	167	169.188
54	324	307.440	222	195.645
60	380	357.850	241	221.457
66	424	408.350	261	246.764
72	454	458.950	277	271.688
78	504	509.680	302	296.330
84	574	560.570	324	320.785
90	631	611.640	352	345.138
96	671	662.920	370	369.472
102	719	714.450	391	393.869
108	781	766.250	410	418.413
114	828	818.360	439	443.193
120	878	870.810	459	468.308
126	905	923.640	480	493.869
132	943	976.880	491	520.007
138	1004	1030.580	526	546.879
144	1075	1084.790	570	574.686
150	1146	1139.540	621	603.689
156	1194	1194.90	643	634.252
162	1243	1250.930	673	666.901
168	1315	1307.677	710	702.478
174	1392	1365.230	756	742.478
180	1451	1423.650	815	790.155
186	1491	1483.037	886	856.594
192	1502	1543.490	980	946.842



Gambar 5.40: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = 60 i_{\min} / 1$



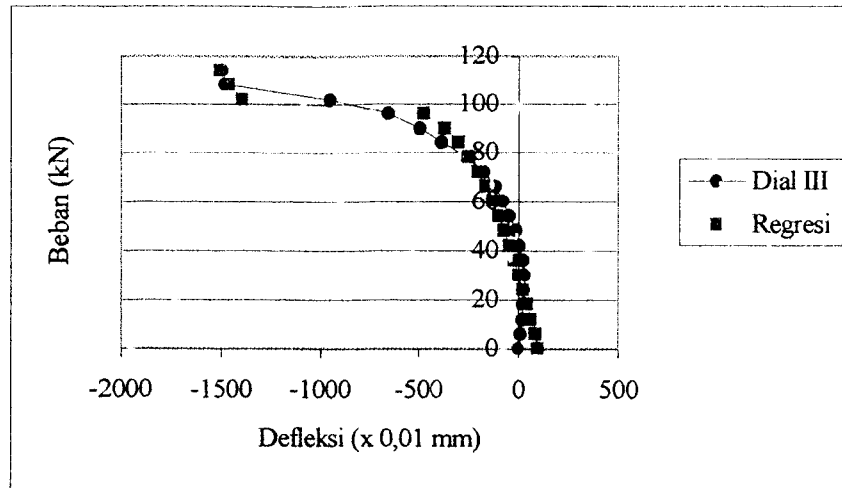
Gambar 5.41: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = 60 i_{\min} / 1$

Tabel 5.25: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 60 i_{\min} / \text{Dial III dan Dial IV} / 2$

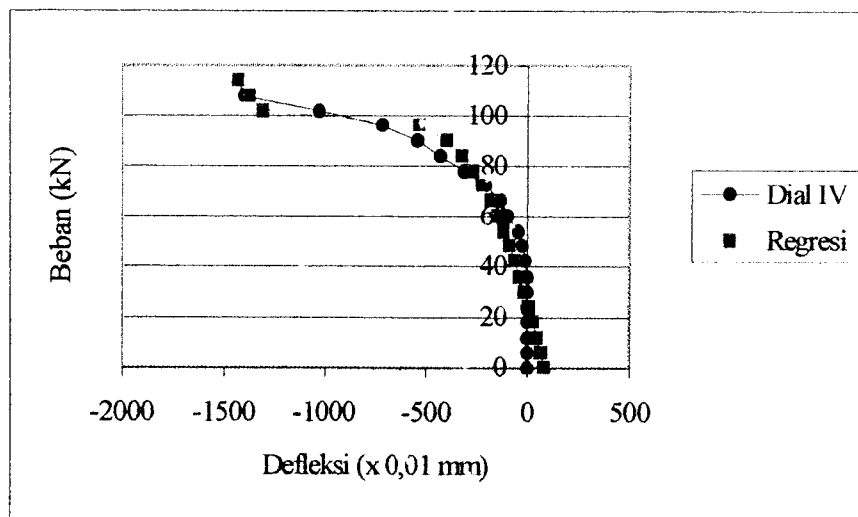
BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 60 i_{\min} / 2$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-69.90	0	0
6	-15	-61.38	128	139.49
12	-32	-52.56	164	182.85
18	-46	-43.41	220	216.68
24	-46	-33.91	233	245.84
30	-39	-24.01	259	272.12
36	-30	-13.69	295	296.42
42	-29	-2.90	315	319.27
48	-11	8.40	336	341.03
54	10	20.29	391	361.93
60	21	32.81	413	382.15
66	35	46.05	422	401.84
72	45	60.099	429	421.095
78	60	75.06	441	440.020
84	79	91.05	453	458.680
90	90	108.22	463	477.150
96	120	126.70	479	495.496
102	160	146.67	511	513.770
108	180	168.27	548	532.030
114	200	191.60	555	550.330
120	220	216.64	563	568.730
126	248	243.19	573	587.280
132	267	270.75	588	606.050
138	300	298.64	613	625.124
144	320	326.06	635	644.570
150	360	352.34	673	664.497
156	368	377.05	703	685.020

Tabel 5.27: Tabel Kuat Desak Benda Uji $l_c = \frac{1}{2} L / 1$ / Dial III dan Dial IV / 1

BEBAN (kN)	Sampel $l_c = \frac{1}{2} L / 1$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	100.14298	0	82.8118005
6	8	81.862195	0	64.7565623
12	20	62.809252	0	45.9179205
18	23	42.895863	0	26.2039978
24	24	22.016259	0	5.50425823
30	27	0.0420263	0	-16.316158
36	23	-23.185185	0	-39.424495
42	3	-47.864246	-10	-64.032198
48	-15	-74.250436	-25	-90.412847
54	-49	-102.68025	-45	-118.93057
60	-80	-133.61215	-100	-150.08744
66	-118	-167.69759	-135	-184.60812
72	-178	-205.91558	-210	-223.60444
78	-265	-249.85648	-310	-268.93709
84	-385	-302.4249	-430	-324.16728
90	-495	-370.10085	-540	-397.97657
96	-655	-475.79603	-715	-532.07477
102	-950	-1392.1852	-1030	-1308.2733
108	-1480	-1458.4373	-1400	-1377.2347
114	-1497	-1510.2644	-1431	-1430.1176



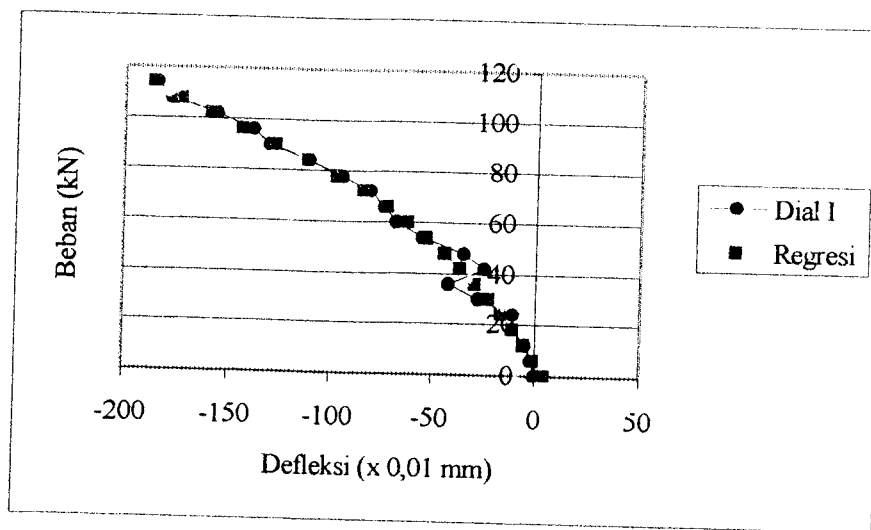
Gambar 5.48: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = \frac{1}{2} L / 1$



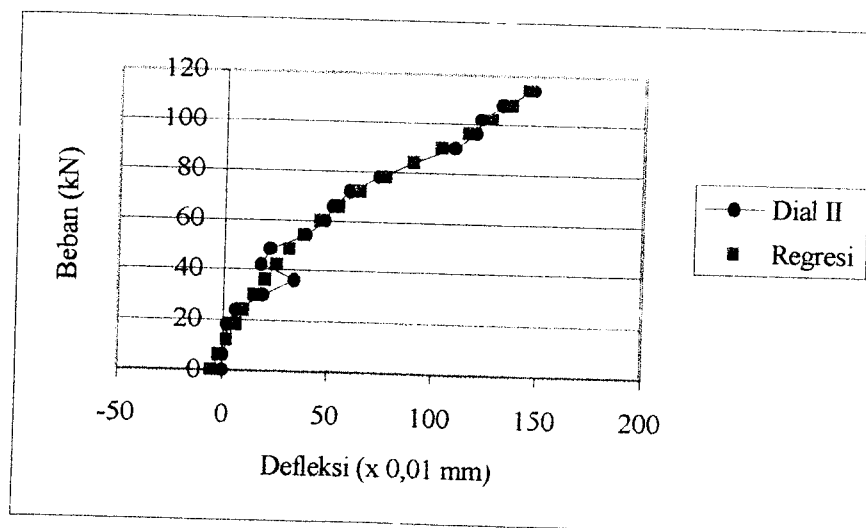
Gambar 5.49: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = \frac{1}{2} L / 1$

Tabel 5.28: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = \frac{1}{2} L$ / Dial I dan Dial II / 2

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = \frac{1}{2} L / 2$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	4.5581532	0	-5.5331903
6	-2	-0.353922	0	-1.9521154
12	-5	-5.5257627	2	1.8381491
18	-11	-10.990695	2	5.8681674
24	-11	-16.788805	6	10.175805
30	-28	-22.968778	19	14.808678
36	-42	-29.590323	34	19.82764
42	-25	-36.727343	18	25.311824
48	-35	-44.472004	22	31.365917
54	-55	-52.939623	39	38.130432
60	-68	-62.273582	48	45.794818
66	-74	-72.647336	52	54.608182
72	-81	-84.25489	60	64.862128
78	-95	-97.26883	74	76.761312
84	-111	-111.72972	90	90.048166
90	-130	-127.3563	110	103.64468
96	-138	-143.42354	120	116.22884
102	-156	-158.98866	122	127.19276
108	-178	-173.35473	132	136.60041
114	-185	-186.26876	147	144.73325



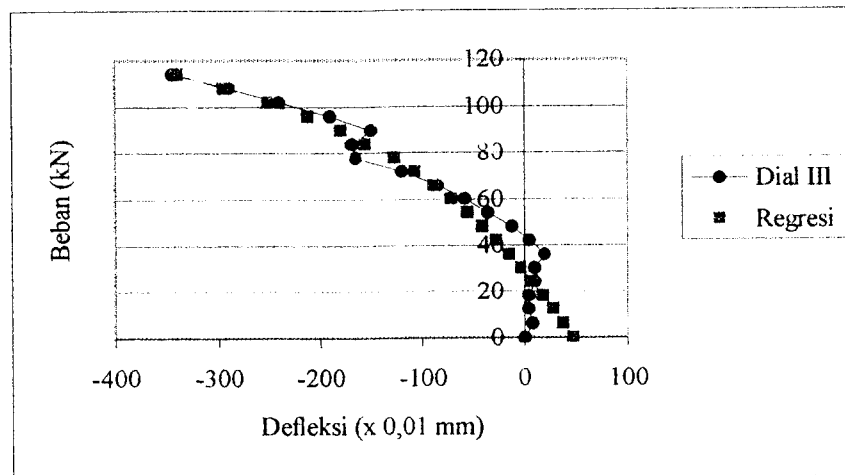
Gambar 5.50: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = \frac{1}{2} L / 2$



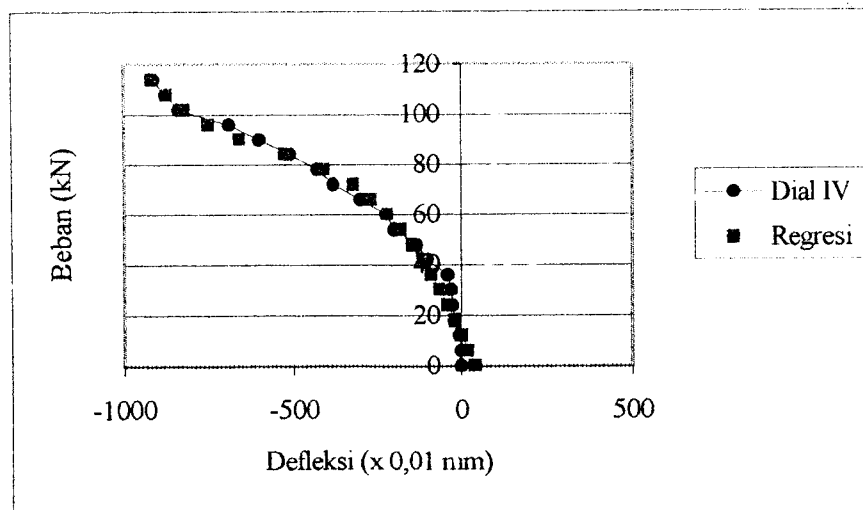
Gambar 5.51: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = \frac{1}{2} L / 2$

Tabel 5.29: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = \frac{1}{2} L / 2$ / Dial III dan Dial IV / 2

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = \frac{1}{2} L / 2$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	46.6307402	0	39.1340864
6	8	37.5101951	0	21.1998144
12	4	27.9842735	-5	2.24423956
18	4	18.0075198	-20	-17.886006
24	10	7.52608043	-25	-39.38388
30	10	-3.5245091	-30	-62.497201
36	20	-15.222307	-40	-87.552147
42	5	-27.663059	-100	-114.99096
48	-12	-40.965912	-130	-145.43559
54	-36	-55.281562	-200	-179.80174
60	-58	-70.804098	-225	-219.51965
66	-84	-87.788546	-300	-267.00255
72	-120	-106.57724	-380	-320.75078
78	-165	-127.63942	-430	-408.06264
84	-169	-155.62802	-510	-526.44557
90	-150	-179.44582	-600	-659.33893
96	-190	-212.24678	-690	-755.33952
102	-240	-251.04331	-840	-823.66652
108	-290	-295.16742	-876	-875.24437
114	-344	-340.4012	-915	-918.02491



Gambar 5.52: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = \frac{1}{2} L / 2$



Gambar 5.53: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = \frac{1}{2} L / 2$

Tabel 5.30: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = L / \text{Dial I dan Dial II} / 1$

BEBAN (kN)	Sampel $L_c - L / 1$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	-113.3972	0	-1.2481762
6	-86	-84.12418	96	3.7361256
12	-30	9.9907558	85	9.3557365
18	20	37.544712	52	15.82778
24	44	53.778454	42	23.497465
30	64	65.93826	40	32.937295
36	73	75.882575	38	45.053531
42	80	84.402658	40	60.53673
48	92	91.917159	50	77.099222
54	102	98.677366	57	90.852217
60	107	104.84724	63	101.4533
66	111	110.54035	74	109.88771
72	120	115.83895	91	116.88435
78	122	120.80473	105	122.88258
84	126	125.48531	115	128.15232
90	131	129.91825	123	132.86793
96	132	134.13382	133	137.1477
102	137	138.15676	141	141.07529
108	140	142.00759	150	144.71205

Tabel 5.31: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = L / \text{Dial III dan Dial IV} / 1$

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = L / 1$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-0.437338	0	0.8256821
6	169	164.29771	180	8.5172817
12	237	178.67144	210	16.998114
18	212	192.06329	300	26.507091
24	210	204.79679	290	37.424443
30	209	217.08517	210	50.420995
36	210	229.08408	205	66.890654
42	225	240.9179	300	90.819972
48	236	252.69519	220	175.83428
54	255	264.51935	205	251.76342
60	261	276.49805	200	275.39923
66	285	288.75366	190	291.75436
72	301	301.43807	190	304.68749
78	314	314.75752	210	315.56376
84	329	329.02178	223	325.04357
90	350	344.7591	280	333.50252
96	371	363.06107	290	341.17634
102	395	387.25961	300	348.22639
108	430	426.63789	330	354.76379

Tabel 5.32: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = L / 2$ Dial I dan Dial II / 2

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = L / 2$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0		0	
6	17	127.06971	-13	
12	154	229.06036	-25	
18	274	297.45495	-48	15.075354
24	356	353.97238	-3	32.912987
30	417	403.94244	25	47.075761
36	463	449.68765	45	59.420279
42	510	492.47479	70	70.676401
48	550	533.09038	91	81.21567
54	578	572.06745	100	91.261758
60	612	609.79183	106	100.96554
66	644	646.55817	112	110.43838
72	672	682.60221	119	119.7693
78	706	718.12089	130	129.03519
84	740	753.28564	138	138.3077
90	774	788.252	145	147.65903
96	814	823.16694	153	157.67729
102	850	858.17533	162	166.92609
108	900	893.42594	176	177.05122
114	940	929.07806	194	187.70435

Tabel 5.33: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = L / 2$ Dial III dan Dial IV / 2

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = L / 2$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0		0	
6	9	-84.71804	10	92.432006
12	-95	-161.7984	180	179.96368
18	-180	-211.5186	220	241.96382
24	-255	-252.2378	285	293.77804
30	-295	-288.0681	340	339.76629
36	-334	-320.759	385	381.91198
42	-370	-351.2521	430	421.31994
48	-395	-380.1265	490	450.68365
54	-415	-407.7711	490	494.75261
60	-440	-434.465	530	529.03615
66	-460	-460.419	560	562.62538
72	-480	-485.7996	590	595.44766
78	-500	-510.7435	615	627.67075
84	-525	-535.3674	660	659.43682
90	-545	-559.7746	700	690.87035
96	-575	-584.0597	710	722.08382
102	-600	-608.3128	730	753.18221
108	-640	-632.6229	800	784.26671
114	-670	-657.0809	815	815.43804

BAB VI

PEMBAHASAN

Pembahasan dilakukan berdasarkan dari hasil percobaan benda uji yang dilakukan di Laboraturium. Pembahasan dilakukan sebagai acuan untuk mengambil kesimpulan.

6.1 Kekuatan Desak Maksimum Benda Uji

Setelah dilakukan penelitian terhadap kekuatan desak benda uji yang dilakukan di laboraturium terhadap empat macam variasi benda uji dengan jarak klos yang berbeda-beda, diperoleh hasil sebagai berikut ini.

- a. Untuk panjang bentang (L) = 150 cm, jarak antar klos (Lc) = 20. i_{min} , dimensi benda uji (b/h) = 5/7 cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (I_{tk}) = 1. Dari hasil penelitian laboraturium yang dilakukan terhadap dua sampel denda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max} untuk P_{max1} = 12,6 ton dan P_{max2} = 12 ton.
- b. Untuk panjang bentang (L) = 150 cm, jarak antar klos (Lc) = 30. i_{min} , dimensi benda uji (b/h) = 5/7 cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (I_{tk}) = 1. Dari hasil penelitian laboraturium yang dilakukan terhadap dua sampel denda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max} untuk P_{max1} = 20,4 ton dan P_{max2} = 16,2 ton.

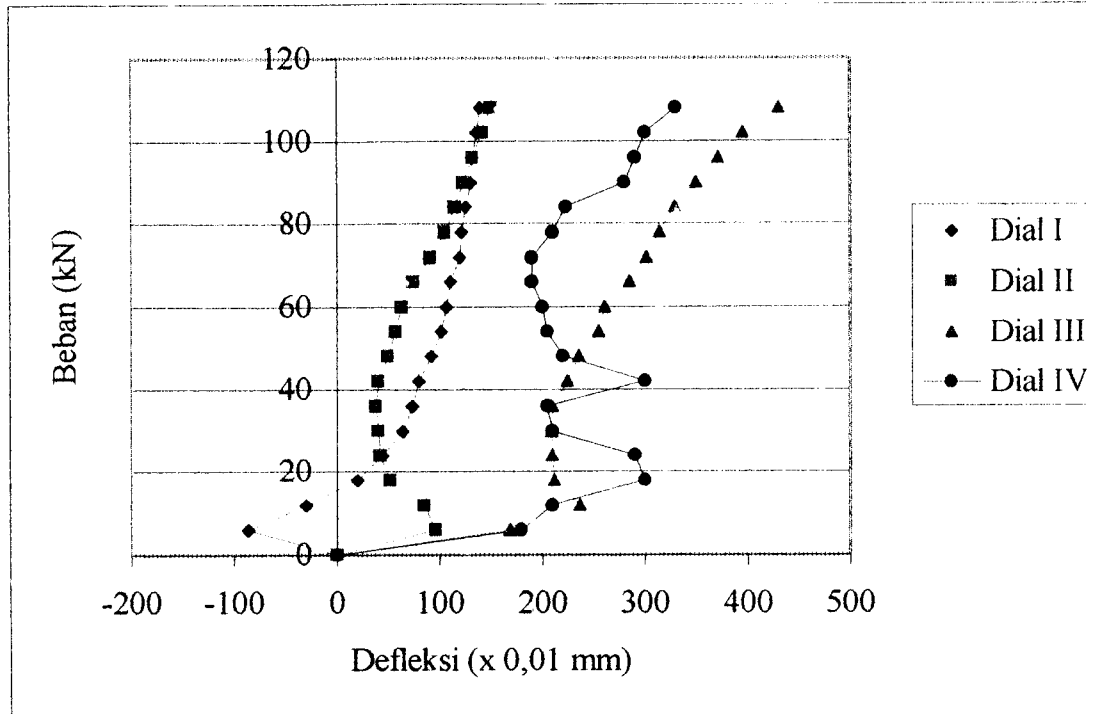
dilakukan terhadap dua sampel denda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max} , untuk $P_{max1} = 10,8$ ton dan $P_{max2} = 11,4$ ton.

6.2 Perilaku Benda Uji Terhadap Beban Desak

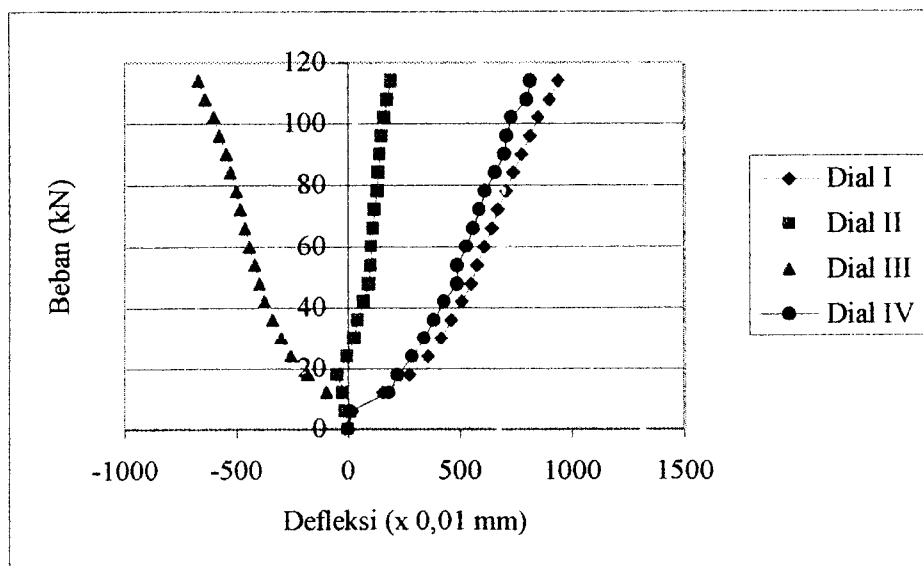
Hasil penelitian yang dilakukan terhadap tujuh variasi benda uji ketika menerima beban desak ternyata diperoleh pola lentur yang tidak teratur. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa tertekuknya kayu tidak selalu dalam arah sumbu bebas bahan, tetapi juga kearah sumbu bahan.

6.2.1 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $Lc = L$

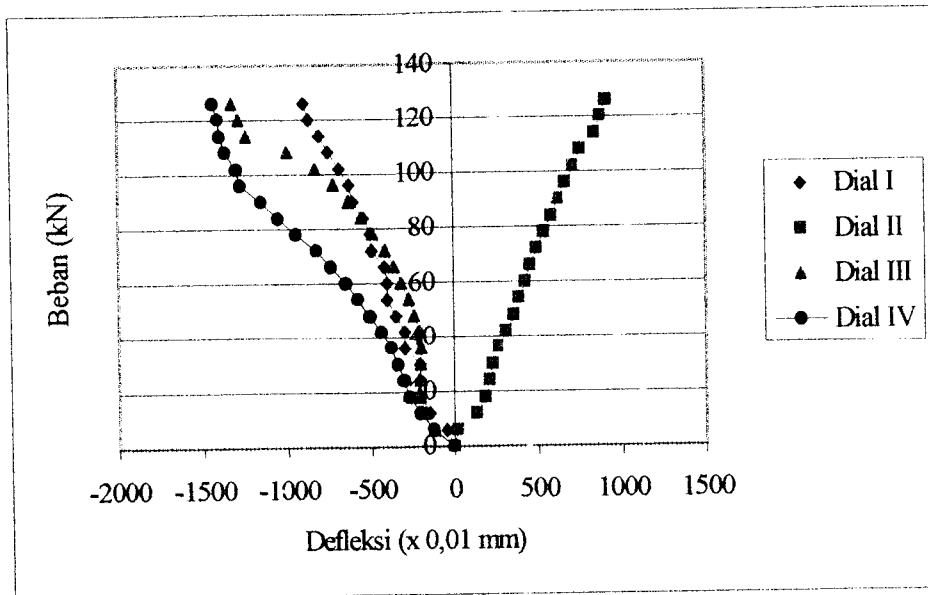
Pada dua benda uji diperoleh hasil pengujian kuat desak maksimum sebesar 11,4 ton. Sesuai dengan penomoran penempatan *dial*, pada sumbu bebas bahan diberi nomor 3 dan 4. Sedangkan pada sumbu bahan nomor penempatan *dial*nya adalah 1 dan 2. Dari hasil pengujian pertama diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan yaitu pada *dial* 3. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 0,430 cm. Sedangkan pada pengujian kedua diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bahan yaitu pada *dial* 1. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 0,940 cm. Kondisi defleksi yang tidak teratur ini terjadi karena permukaan batang desak kurang rata ketika menerima beban. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.1 dan Gambar 6.2.



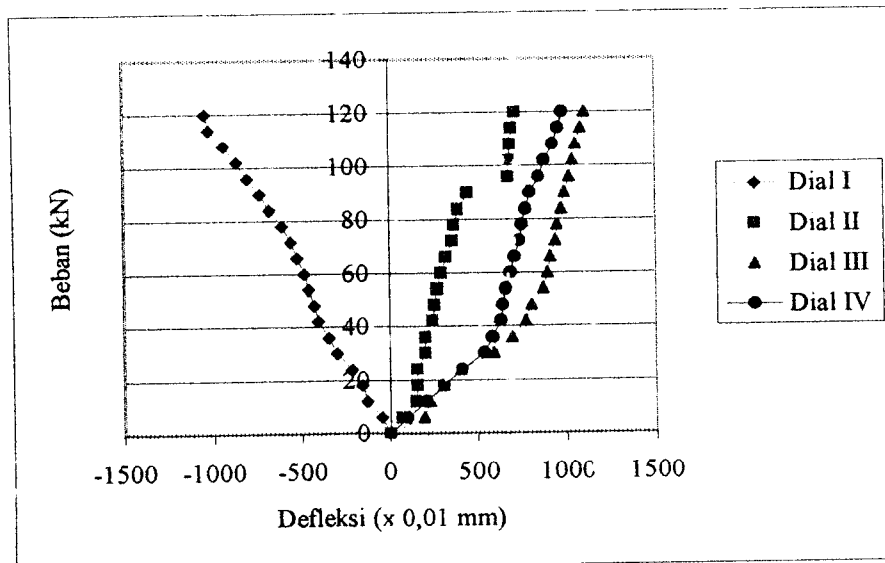
Gambar 6.1: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = L/1$



Gambar 6.2: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = L/2$



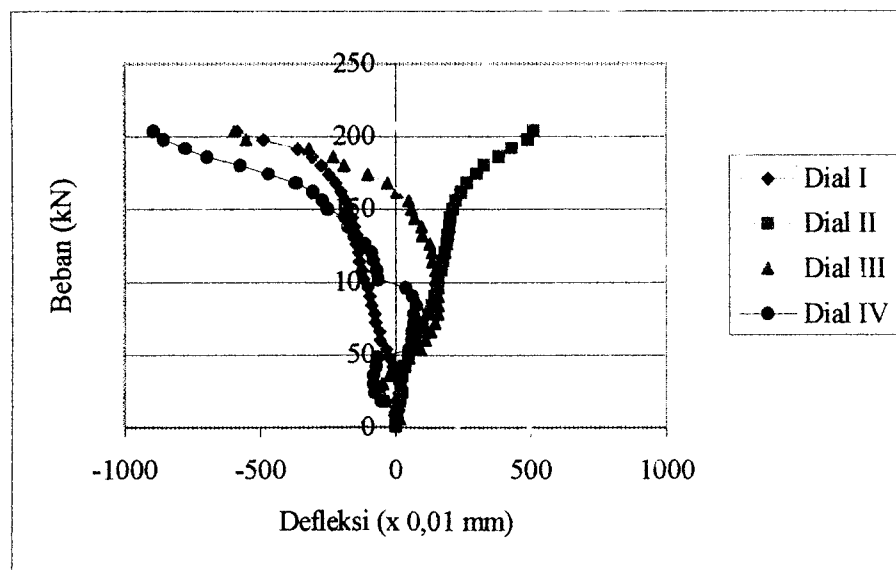
Gambar 6.5: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 20$. $i_{\min} / 1$



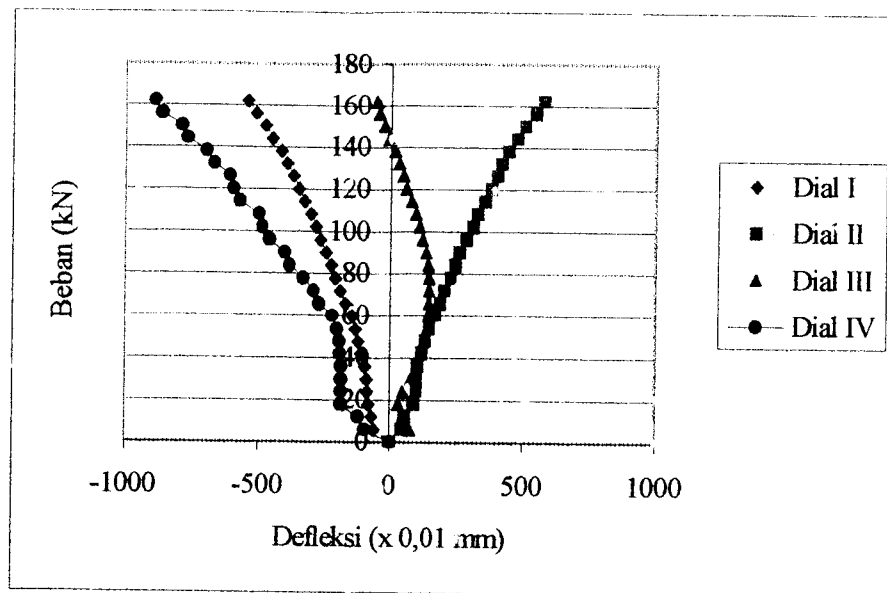
Gambar 6.6: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 20$. $i_{\min} / 2$

6.2.4 Perilaku Benda Uji $L = 150 \text{ cm}$ dengan $L_c = 30. i_{\min}$

Pada dua benda uji diperoleh hasil pengujian kuat desak maksimum sebesar 20,4ton. Pada pengujian ini, penomoran *dial* sama seperti pada percobaan sebelumnya. Dari hasil pengujian pertama diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan yaitu pada *dial* 4. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 0,892 cm. Sedangkan pada pengujian kedua diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan yaitu pada *dial* 4. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 0,890 cm. Hal ini terjadi karena adanya cacat pada kayu, sehingga berpengaruh pada reduksi kekuatan batang tunggalnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.7 dan Gambar 6.8.



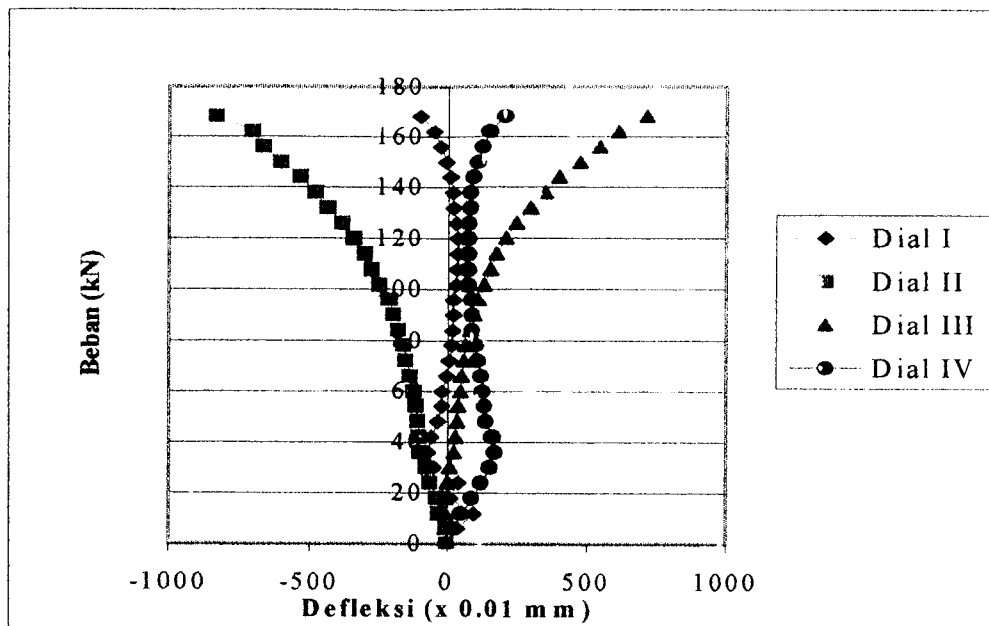
Gambar 6.7: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 30. i_{\min} / 1$



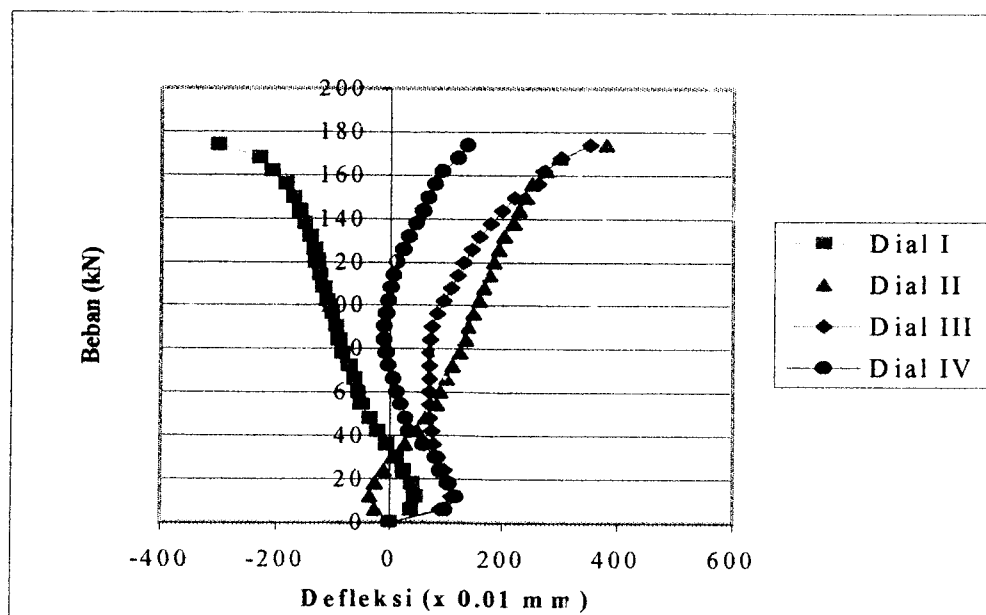
Gambar 6.8: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 30. i_{\min} / 2$

6.2.5 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = 40. i_{\min}$

Pada dua benda uji diperoleh hasil pengujian kuat desak maksimum rata-rata sebesar 17,1ton. Pada pengujian ini, penomoran *dial* sama seperti pada percobaan sebelumnya. Dari hasil pengujian pertama diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bahan yaitu pada *dial* 2. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 0,830 cm. Sedangkan pada pengujian kedua diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bahan yaitu pada *dial* 2. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 0,380 cm. Perilaku ini terjadi karena kekuatan batang individu batang-batang penyusun batang ganda memiliki kekuatan yang berbeda dan karena permukaan batang desak yang kurang rata. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.9 dan Gambar 6.10.



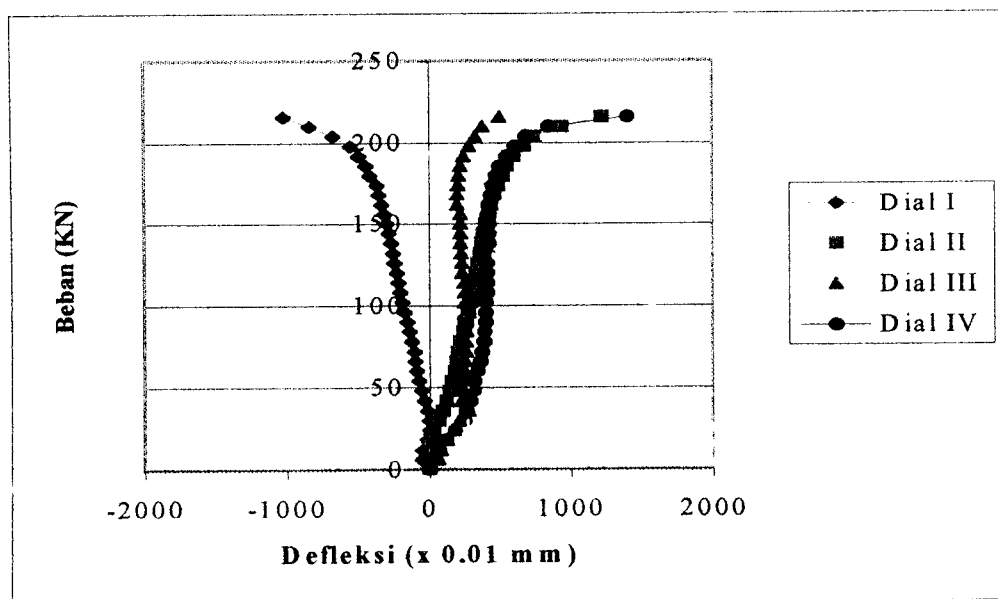
Gambar 6.9: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 40$, $i_{min} / 1$



Gambar 6.10: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 40$, $i_{min} / 2$

6.2.6 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = 50$. i_{min}

Pada dua benda uji diperoleh hasil pengujian kuat desak maksimum rata-rata sebesar 17,4 ton. Pada pengujian ini, penomoran *dial* sama seperti pada percobaan sebelumnya. Dari hasil pengujian pertama diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan yaitu pada *dial* 4. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 1,400 cm. Sedangkan pada pengujian kedua diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bahan yaitu pada *dial* 2. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 0,720 cm. Perilaku ini terjadi karena kekuatan batang individu ba.ang-batang penyusun batang ganda memiliki kekuatan yang berbeda. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.11 dan Gambar 6.12.



Gambar 6.11: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 50$. $i_{min} / 1$

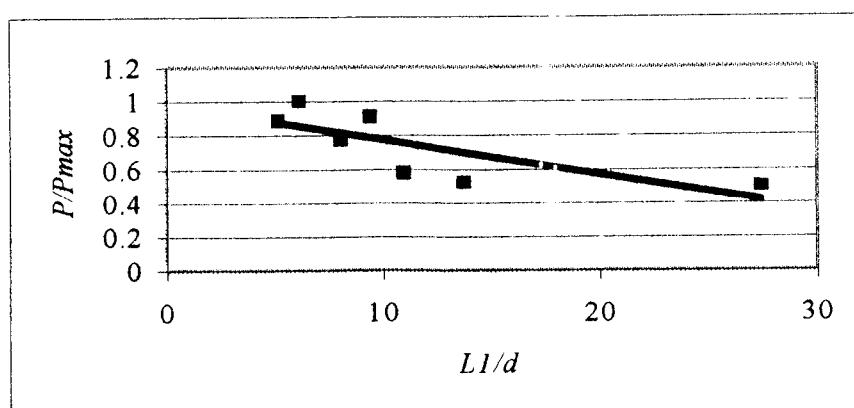
6.3 Hubungan Jarak Klos Dengan Kekuatan Desak Maksimum Batang

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk jarak klos $L_c = L$ sampai jarak klos $L_c = 60 i_{\min}$, kuat desak maksimum yang mampu ditahan cenderung naik, kemudian turun. Dari keempat benda uji dengan berbagai variasi jarak klos diperoleh suatu hubungan yang dapat dilihat pada Tabel 6.1.

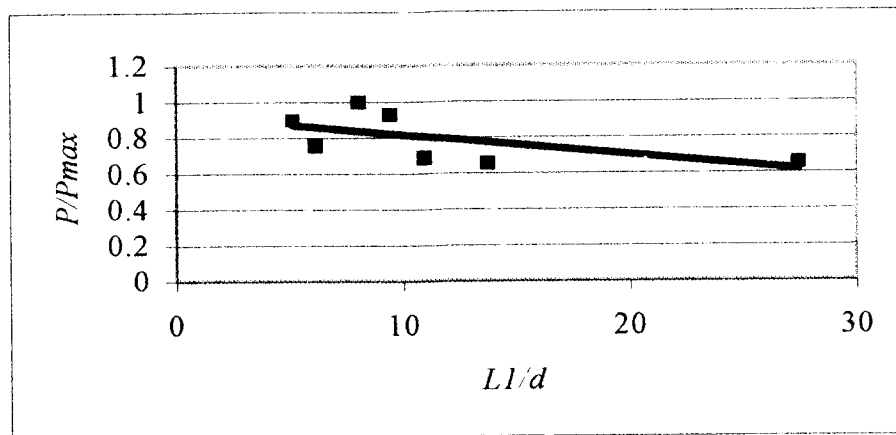
Tabel 6.1: Hubungan Beban Maksimum – (Ll/d)

Jarak Klos / Lebar (Ll/d)	P_{\max} (ton)	
	Sampel 1	Sampel 2
27.4	10.8	11.4
13.7	11.4	11.4
10.9	12.6	12
9.4	19.8	16.2
8	16.8	17.4
6.1	21.6	13.2
5.1	19.2	15.6

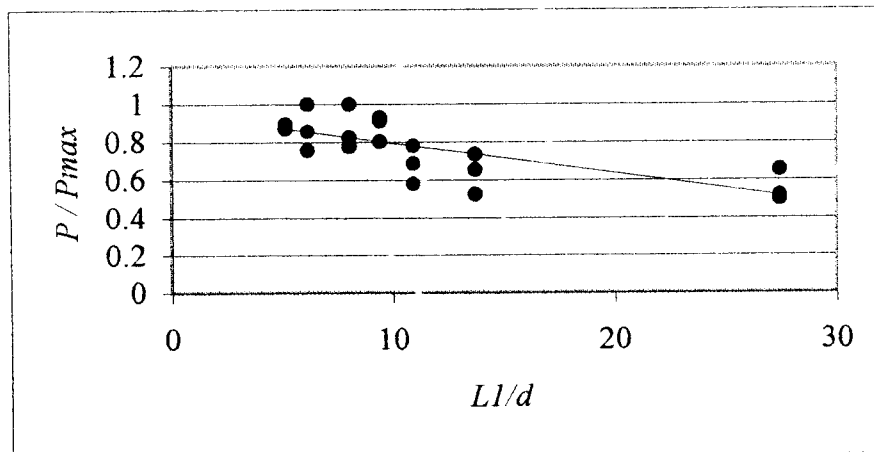
Dari Tabel 6.1 dapat dibuat grafik hubungan antara (P/P_{\max}) dengan (Ll/d).



Gambar 6.15: Grafik Hubungan $P/P_{\max} - Ll/d$ Sampel 1



Gambar 6.16: Grafik Hubungan $P/P_{max} - L1/d$ Sampel 2



Gambar 6.17: Grafik Kecenderungan Hubungan $P/P_{max} - L1/d$ untuk 2 Sampel

Dari sampel 1 dan 2 dibuat hubungan antara beban per beban maksimum terhadap jarak klos per dimensi terkecil batang ($P/P_{max} - L1/d$), dimana ditunjukkan pada Gambar 6.17 tentang hubungan kecenderungan $P/P_{max} - L1/d$ dengan asumsi linear. Hubungan tersebut memenuhi persamaan linear sebagai berikut :

$Y = - 0,0159145 X + 0,953283$, dimana Y adalah P/P_{max} dan X adalah

$$Ll/d \text{ sehingga, } P/P_{max} = 0,953283 - 0,0159145 (Ll/d) \dots \dots \dots (6.1)$$

Hasil dari uraian di atas berlaku untuk kondisi kelangsingan batang $5,1 \leq Ll/d \leq 27,4$ sehingga untuk batang dengan bentang dan jarak klos sesuai persyaratan di atas dapat berlaku persamaan (6.1).

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan penelitian di laboratorium dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran tentang masalah batang ganda dengan pengaku, dengan mengacu pada Gambar 6.1 sampai dengan Gambar 5.17 dan Tabel 6.1 diambil kesimpulan dan saran-saran sebagai berikut.

7.1 Kesimpulan

Dari pelaksanaan penelitian eksperimental kuat desak batang kayu ganda dengan variasi jarak klos, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kekuatan maksimal dari batang ganda dengan klos, dengan jarak antar klos (l/d) sebesar 9,4 lebih efektif dalam mendukung beban aksial yang terjadi yaitu rata-rata 18 ton.
2. Semakin panjang jarak pengaku lateral atau klos (l/d), maka kemampuan batang ganda dalam menahan beban desak adalah semakin kecil. Hal ini dikarenakan kelangsingan batangnya juga semakin tinggi.
3. Batang ganda yang panjang bentangnya 1,50 cm dan kondisi kelangsingan batangnya $5,1 \leq l/d \leq 27,4$ dapat menggunakan persamaan 6.1 untuk mencari $P = P_{max}$.
4. Lendutan (*Defleksi*) yang terjadi akibat gaya tekan cenderung ke arah sumbu bebas bahan (sumbu Y), hal ini terjadi karena $i_y < i_x$.

7.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian tentang kuat tekan batang kayu ganda dengan variasi jarak klos dengan menggunakan alat sambung lain.
2. Perlu dilakukan pengujian kuat tekan batang kayu ganda dengan kelas kuat dan dimensi yang berbeda yang ada di pasaran.
3. Perlu diperhatikan tentang keamanan pada saat pengujian benda uji di laboratorium.
4. Permukaan benda uji diusahakan lebih rata.

DAFTAR PUSTAKA

_____, 1961, PERATURAN KONSTRUKSI KAYU INDONESIA 1961,
Departemen Pekerjaan Umum RI, Jakarta.

Breyer, E. Donald, DESIGN OF WOOD STRUCTURES, Mc Graw-Hill Book
Company, New York, 1980.

Stalnaker, J. Judith, dan Ernest C. Harris, STRUCTURAL DESIGN IN WOOD,
Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.

Faherty, F. Keith, WOOD ENGINEERING AND CONSTRUCTION
HANDBOOK, Mc Graw-Hill Publishing Company, New York, 1989.

Wiryomartono, Suwarno, KONSTRUKSI KAYU, Universitas Dadjah Mada,
Yogyakarta, 1982.

Timber Engineering Company, TIMBER DESIGN AND CONSTRUCTION
HANDBOOK, Mc Graw-Hill, New York, 1956.

Frick, Heinz, ILMU KONSTRUKSI BANGUNAN KAYU, Kanisius, Yogyakarta
1986.

Ozelton, E. C. dan J. A. Baird, TIMBER DESIGNERS' MANUAL, London, 1976.

Widanto, Maharyo dan Edy S., Kuncoro, KUAT TEKAN BATANG GANDA
DENGAN PENGHUBUNG KLOS DAN VARIASI JARAK KLOS.

Bambang Kuncahyo, Singgih dan Raharjo, Siswo, PENGARUH JARAK BAUT
TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN KAYU

LAMPIRAN 1

Kuat Desak Sampel $L_c = L / 1$

BEBAN (KN)	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	-86	96	169	180
12	-30	85	237	210
18	20	52	212	300
24	44	42	210	290
30	64	40	209	210
36	73	38	210	205
42	80	40	225	300
48	92	50	236	220
54	102	57	255	205
60	107	63	261	200
66	111	74	285	190
72	120	91	301	190
78	122	105	314	210
84	126	115	329	223
90	131	123	350	280
96	132	133	371	290
102	137	141	395	300
108	140	150	430	330

Kuat Desak Sampel $L_c = L / 2$

BEBAN (KN)	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	17	-13	9	10
12	154	-25	-95	180
18	274	-48	-180	220
24	356	-3	-255	285
30	417	25	-295	340
36	463	45	-334	385
42	510	70	-370	430
48	550	91	-395	490
54	578	100	-415	490
60	612	106	-440	530
66	644	112	-460	560
72	672	119	-480	590
78	706	130	-500	615
84	740	138	-525	660
90	774	145	-545	700
96	814	153	-575	710
102	850	162	-600	730
108	900	176	-640	800
114	940	194	-670	815

Kuat Desak Sampel $L_c = 0,5 L / 1$

BEBAN (KN)				
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	5	0	8	0
12	19	-3	20	0
18	29	-12	23	0
24	33	-23	24	0
30	5	-4	27	0
36	-30	41	23	0
42	-42	70	3	-10
48	-69	78	-15	-25
54	-95	100	-49	-45
60	-106	100	-80	-100
66	-119	100	-118	-135
72	-134	114	-178	-210
78	-155	127	-265	-310
84	-158	148	-385	-430
90	-179	164	-495	-540
96	-191	174	-655	-715
102	-220	205	-950	-1030
108	-295	319	-1480	-1400
114	-318	332	-1497	-1431

Kuat Desak Sampel $L_c = 0,5 L / 2$

BEBAN (KN)	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	-2	0	8	0
12	-5	2	4	-5
18	-11	2	4	-20
24	-11	6	10	-25
30	-28	19	10	-30
36	-42	34	20	-40
42	-25	18	5	-100
48	-35	22	-12	-130
54	-55	39	-36	-200
60	-68	48	-58	-225
66	-74	52	-84	-300
72	-81	60	-120	-380
78	-95	74	-165	-430
84	-111	90	-169	-510
90	-130	110	-150	-600
96	-138	120	-190	-690
102	-156	122	-240	-840
108	-178	132	-290	-876
114	-185	147	-344	-915

Kuat Desak Sampel $L_c = 20 i \text{ min} / 1$

BEBAN (KN)				
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	-50	16	-120	-130
12	-150	134	-178	-210
18	-200	183	-210	-275
24	-210	209	-205	-308
30	-210	231	-205	-340
36	-300	262	-202	-380
42	-300	310	-209	-435
48	-350	353	-240	-504
54	-400	385	-275	-574
60	-400	425	-317	-648
66	-420	456	-360	-733
72	-490	492	-410	-820
78	-500	540	-485	-944
84	-540	582	-550	-1048
90	-600	623	-625	-1150
96	-620	664	-715	-1275
102	-680	717	-825	-1300
108	-750	755	-990	-1365
114	-800	842	-1240	-1398
120	-865	881	-1281	-1407
126	-893	914	-1327	-1439

Kuat Desak Sampel $L_c = 30 \text{ i min} / 1$

BEBAN (KN)				
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	7	0	17	10
12	14	5	-2	10
18	3	17	-28	-50
24	14	24	-50	-75
30	19	22	-47	-80
36	8	26	-21	-80
42	-8	38	14	-70
48	-22	48	50	-65
54	-33	66	95	50
60	-56	76	115	60
66	-59	98	135	60
72	-72	104	150	70
78	-76	126	163	70
84	-86	137	163	80
90	-95	149	163	65
96	-102	160	162	40
102	-118	164	153	-60
108	-122	177	154	-68
114	-132	180	140	-80
120	-135	186	140	-85
126	-143	193	129	-110
132	-142	199	102	-150
138	-151	204	99	-175
144	-158	206	72	-185
150	-175	215	60	-250
156	-183	227	50	-270
162	-202	245	8	-305
168	-221	267	-28	-370
174	-245	304	-100	-470
180	-275	331	-190	-575
186	-308	383	-230	-700
192	-363	432	-320	-780
198	-488	491	-554	-854
204	-586	512	-597	-892

Kuat Desak Sampel $L_c = 40. i \text{ min} / 1$

BEBAN (KN)				
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	36	-4	-5	25
12	96	-31	-5	51
18	9	-40	-5	90
24	40	-61	-1	123
30	-50	-77	10	150
36	-70	-100	23	170
42	-60	-103	30	161
48	-36	-108	35	138
54	-20	-115	40	133
60	-20	-126	46	126
66	-3	-137	51	122
72	5	-150	60	108
78	14	-159	65	102
84	18	-178	82	88
90	20	-195	95	88
96	22	-215	110	85
102	30	-245	130	72
108	34	-273	155	70
114	35	-300	175	70
120	35	-340	210	71
126	30	-382	250	78
132	22	-435	300	83
138	19	-482	350	83
144	10	-535	400	92
150	-5	-605	475	107
156	-26	-668	545	124
162	-50	-702	615	147
168	-100	-830	715	206

Kuat Desak Sampel $L_c = 40. i \text{ min} / 2$

BEBAN (KN)	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	38	-25	90	100
12	45	-34	110	119
18	39	-25	105	105
24	25	-10	98	90
30	14	7	86	82
36	-5	28	79	59
42	-21	50	76	35
48	-34	64	71	30
54	-50	84	71	20
60	-54	90	71	14
66	-62	101	71	8
72	-71	112	71	-2
78	-83	125	71	-7
84	-90	134	73	-10
90	-95	139	75	-10
96	-100	148	84	-7
102	-110	158	96	-3
108	-117	166	108	2
114	-123	176	120	8
120	-130	183	130	14
126	-134	192	145	23
132	-140	202	158	34
138	-149	218	178	47
144	-160	228	198	58
150	-170	240	220	68
156	-184	250	260	80
162	-208	275	270	93
168	-230	298	300	120
174	-300	380	350	138

Kuat Desak Sampel $L_c = 50. i \text{ min} / 1$

BEBAN (KN)				
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	-55	39	69	1
12	-49	30	87	68
18	-15	8	128	122
24	8	31	175	186
30	5	75	212	245
36	-10	95	279	263
42	-33	124	230	291
48	-54	148	241	310
54	-70	165	246	324
60	-85	184	252	344
66	-95	198	256	360
72	-105	209	261	371
78	-117	224	265	389
84	-137	246	269	396
90	-150	260	262	399
96	-170	278	262	400
102	-184	291	257	403
108	-201	308	255	409
114	-215	322	250	410
120	-226	333	235	412
126	-242	345	233	413
132	-251	360	230	413
138	-263	372	224	415
144	-279	387	222	417
150	-296	403	222	419
156	-315	424	222	420
162	-331	440	201	424
168	-352	462	201	439
174	-360	493	205	452
180	-410	520	211	480
186	-440	548	225	502
192	-490	603	248	550
198	-550	664	286	610
204	-670	750	328	690
210	-840	935	380	850
216	-1020	1220	498	1400

Kuat Desak Sampel $L_c = 50. i \text{ min} / 2$

BEBAN (KN)				
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
6	1	-8	-16	24
12	4	-27	25	-6
18	27	-58	63	-30
24	57	-77	120	-64
30	75	-77	148	-81
36	75	-78	176	-98
42	28	65	219	-180
48	-5	97	222	-180
54	-30	120	220	58
60	-55	155	210	70
66	-80	190	180	80
72	-120	220	150	91
78	-145	248	90	98
84	-170	273	40	101
90	-205	308	40	118
96	-240	348	-20	120
102	-250	362	-54	170
108	-280	388	-62	200
114	-310	420	-70	210
120	-360	465	-78	233
126	-450	560	-78	246
132	-530	720	-92	260

A. Panjang batang (L) : 150 cm, Jarak klos (L_c) : 137 cm, b : 5 cm, h : 7 cm, kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

- Menentukan i_{\min}

$$I_x = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 7 = 2,023$$

$$I_y = \frac{1}{12} h \cdot b^3$$

Dimana $I_r = \frac{1}{4} (I_t + 3 \cdot I_g)$

$$I_t = (1/12 \cdot 5^3 \cdot 7) \times 2 + 2(5 \cdot 7) \cdot 5^2 = 1895,83$$

$$I_g = 1/12 \cdot h \cdot (2 \cdot b)^3 = 1/12 \cdot 7 \cdot 10^3 = 583,33$$

Maka $I_r = \frac{1}{4} (1895,83 + 3 \cdot 583,33) = 911,455 \rightarrow i_y = 3,6084$

$i_x = 2,023 \text{ cm}^4$ dan $i_y = 3,6084 \text{ cm}^4$

- Kelangsingan batang : $\lambda = \frac{l_k}{i_{\min}} \leq 150 \rightarrow 67,7212 \leq 150$

Dari tabel (PPKI daftar 3) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{\text{desak}} = 71,2788 \text{ kg/cm}^2$,

maka $\omega = 1,824424$

$$\sigma_{\text{ds}} = \frac{P \cdot \omega}{F} \leq 71,2788 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 71,2788 = \frac{P \cdot 1,824424}{2 \cdot 5 \cdot 7}$$

$P_{\max} = \pm 2,7348 \text{ ton}$.

B. Panjang batang (L) : 150 cm, Jarak Klos (L_c) : 68,5 cm, b : 5 cm, h : 7 cm, kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

- Menentukan i_{min}

$$I_x = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 7 = 2,023$$

$$I_y = \sqrt{\frac{I_r}{F}}$$

Dimana $I_r = \frac{1}{4} (I_t + 3 \cdot I_g)$

$$I_t = (1/12 \cdot 5^3 \cdot 7) \times 2 + 2 (5 \cdot 7) \cdot 5^2 = 1895,83$$

$$I_g = 1/12 \cdot h \cdot (2 \cdot b)^3 = 1/12 \cdot 7 \cdot 10^3 = 583,33$$

Maka $I_r = \frac{1}{4} (1895,83 + 3 \cdot 583,33) = 911,455 \rightarrow i_y = 3,6084$

$i_x = 2,023 \text{ cm}^4$ dan $i_y = 3,6084 \text{ cm}^4$

- Kelangsingan batang : $\lambda = \frac{l_k}{i_{min}} \leq 150 \rightarrow 33,8606 \leq 150$

Dari tabel (PPKI daftar 3) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{desak} = 101,1394 \text{ kg/cm}^2$,

maka $\omega = 1,2886$

$$\sigma_{ds} = \frac{P \cdot \omega}{F} \leq 101,1394 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 101,1394 = \frac{P \cdot 1,2886}{2 \cdot 5 \cdot 7}$$

$P_{max} = \pm 5,4942 \text{ ton}$.

C. Panjang batang (L) : 150 cm, Jarak Klos (L_c) : 54,5 cm, b : 5 cm, h : 7 cm, kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

- Menentukan i_{\min}

$$I_x = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 7 = 2,023$$

$$I_y = \frac{1}{12} h \cdot (2 \cdot b)^3$$

Dimana $I_r = \frac{1}{4} (I_x + 3 \cdot I_y)$

$$I_x = \left(\frac{1}{12} \cdot 5^3 \cdot 7 \right) \times 2 + 2 \cdot (5 \cdot 7) \cdot 5^2 = 1895,83$$

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot h \cdot (2 \cdot b)^3 = \frac{1}{12} \cdot 7 \cdot 10^3 = 583,33$$

Maka $I_r = \frac{1}{4} (1895,83 + 3 \cdot 583,33) = 911,455 \rightarrow i_y = 3,6084$

$i_x = 2,023 \text{ cm}^4$ dan $i_y = 3,6084 \text{ cm}^4$

- Kelangsingan batang : $\lambda = \frac{l_k}{i_{\min}} \leq 150 \rightarrow 26,94018 \leq 150$

Dari tabel (PPKI daftar 3) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{\text{desak}} = 107 \text{ kg/cm}^2$, maka

$$\omega = 1,2194$$

$$\sigma_{\text{ds}} = \frac{P \cdot \omega}{F} \leq 107 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 107 = \frac{P \cdot 1,2194}{2 \cdot 5 \cdot 7}$$

$$P_{\max} = \pm 6,14237 \text{ ton.}$$

D. Panjang batang (L) : 150 cm, Jarak Klos (L_c) : 47 cm, b : 5 cm, h : 7 cm, kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

- Menentukan i_{\min}

$$I_x = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 7 = 2,023$$

$$I_y = \sqrt{\frac{I_r}{F}}$$

Dimana $I_r = \frac{1}{4} (I_t + 3 \cdot I_g)$

$$I_t = (1/12 \cdot 5^3 \cdot 7) \times 2 + 2 (5 \cdot 7) \cdot 5^2 = 1895,83$$

$$I_g = 1/12 \cdot h \cdot (2 \cdot b)^3 = 1/12 \cdot 7 \cdot 10^3 = 583,33$$

Maka $I_r = \frac{1}{4} (1895,83 + 3 \cdot 583,33) = 911,455 \rightarrow i_y = 3,6084$

$i_x = 2,023 \text{ cm}^4$ dan $i_y = 3,6084 \text{ cm}^4$

- Kelangsingan batang : $\lambda = \frac{l_k}{i_{\min}} \leq 150 \rightarrow 23,2328 \leq 150$

Dari tabel (PPKI daftar 3) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{\text{desak}} = 109,7672 \text{ kg/cm}^2$,
maka $\omega = 1,182328$

$$\sigma_{\text{ds}} = \frac{P \cdot \omega}{F} \leq 109,7672 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 109,7672 = \frac{P \cdot 1,182328}{2 \cdot 5 \cdot 7}$$

$P_{\max} = \pm 6,49879 \text{ ton}$.

E. Panjang batang (L) : 150 cm, Jarak Klos (L_c) : 40 cm, b : 5 cm, h : 7 cm, kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

- Menentukan i min
$$I_x = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 7 = 2,023$$

$$I_y = \sqrt{\frac{I_r}{F}}$$

Dimana $I_r = \frac{1}{4} (I_t + 3 \cdot I_g)$

$$I_t = (1/12 \cdot 5^3 \cdot 7) \times 2 + 2(5 \cdot 7) \cdot 5^2 = 1895,83$$

$$I_g = 1/12 \cdot h \cdot (2 \cdot b)^3 = 1/12 \cdot 7 \cdot 10^3 = 583,33$$

Maka $I_r = \frac{1}{4} (1895,83 + 3 \cdot 583,33) = 911,455 \longrightarrow i_y = 3,6084$

$i_x = 2,023 \text{ cm}^4$ dan $i_y = 3,6084 \text{ cm}^4$

- Kelangsingan batang :
$$\lambda = \frac{l_k}{i_{\min}} \leq 150 \longrightarrow 19,7726 \leq 150$$

Dari tabel (PPKI daftar 3) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{\text{desak}} = 113 \text{ kg/cm}^2$, maka

$\omega = 1,15$

$$\sigma_{\text{ds}} = \frac{P \cdot \omega}{F} \leq 113 \text{ kg/cm}^2 \longrightarrow 113 = \frac{P \cdot 1,15}{2 \cdot 5 \cdot 7}$$

$P_{\text{max}} = 6,87826 \text{ ton.}$

Sampel 1

Diketahui : $E = 177295,4068 \text{ kg/cm}^2$

$$L = 150 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$\beta = 1,2$$

$$(1-\mu) = 0,7$$

$$A = 105 \text{ cm}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Modulus Geser (G)} &= \frac{E}{2 \cdot (1-\mu)} \\ &= \frac{177295,4068}{2 \cdot (0,7)} = 126639,5763 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{kr} &= \frac{\pi^2 E I}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \frac{\pi^2 E I}{L^2}} \\ &= \frac{\pi^2 \cdot 177295,4068 \cdot 145,83}{150^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{105 \cdot 126639,5763} \frac{\pi^2 \cdot 177295,4068 \cdot 145,83}{150^2}} \end{aligned}$$

$$= 11318,19883 \text{ kg} = 11,31819883 \text{ ton.}$$

Sampel 2

Diketahui : $E = 410273,6339 \text{ kg/cm}^2$

$$L = 150 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$\beta = 1,2$$

$$(1-\mu) = 0,7$$

$$A = 105 \text{ cm}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Modulus Geser (G)} &= \frac{E}{2 \cdot (1-\mu)} \\ &= \frac{410273,6339}{2 \cdot (0,7)} = 293052,5956 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{kr} &= \frac{\pi^2 E I}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2 E I}{L^2}} \\ &= \frac{\pi^2 \cdot 410273,6339 \cdot 145,83}{150^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{105 \cdot 293052,5956} \cdot \frac{\pi^2 \cdot 410273,6339 \cdot 145,83}{150^2}} \end{aligned}$$

$$= 26191,08214 \text{ kg} = 26,19108214 \text{ ton.}$$

Sampel 3

Diketahui : $E = 449620,0509 \text{ kg/cm}^2$

$$L = 150 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$\beta = 1,2$$

$$(1-\mu) = 0,7$$

$$A = 105 \text{ cm}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Modulus Geser (G)} &= \frac{E}{2 \cdot (1-\mu)} \\ &= \frac{449620,0509}{2 \cdot (0,7)} = 321157,1792 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{kr} &= \frac{\pi^2 E I}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \frac{\pi^2 E I}{L^2}} \\ &= \frac{\pi^2 \cdot 449620,0509 \cdot 145,83}{150^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{105 \cdot 321157,1792} \frac{\pi^2 \cdot 449620,0509 \cdot 145,83}{150^2}} \end{aligned}$$

$$= 28732,22315 \text{ kg} = 28,73222315 \text{ ton.}$$

Sampel 4

Diketahui : $E = 282279,7117 \text{ kg/cm}^2$

$$L = 150 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$\beta = 1,2$$

$$(1-\mu) = 0,7$$

$$A = 105 \text{ cm}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Modulus Geser (G)} &= \frac{E}{2 \cdot (1-\mu)} \\ &= \frac{282279,7117}{2 \cdot (0,7)} = 201628,3655 \end{aligned}$$

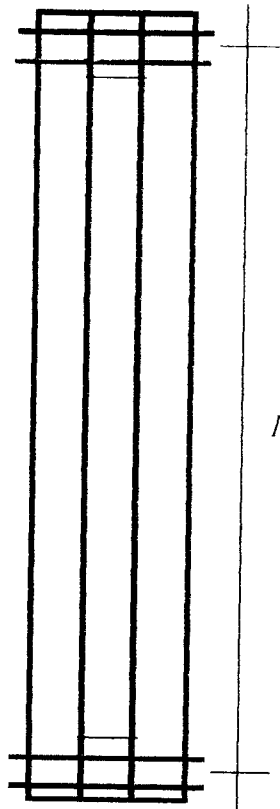
$$\begin{aligned} P_{kr} &= \frac{\pi^2 EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2 EI}{L^2}} \\ &= \frac{\pi^2 \cdot 282279,7117 \cdot 145,83}{150^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{105 \cdot 201628,3655} \cdot \frac{\pi^2 \cdot 282279,7117 \cdot 145,83}{150^2}} \end{aligned}$$

$$= 18020,19594 \text{ kg} = 18,02019594 \text{ ton.}$$

LAMPIRAN 4

$$l_c = l_1 = l$$

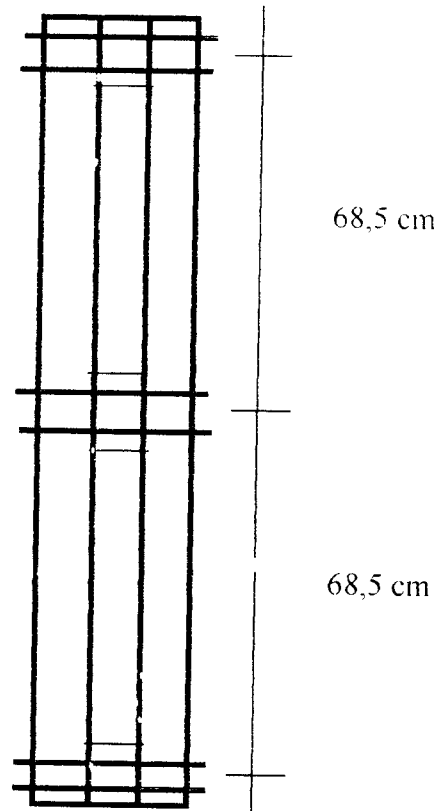
$$= 137 \text{ cm}$$



Gambar 1

$$l_c = l$$

$$= 68,5 \text{ cm}$$

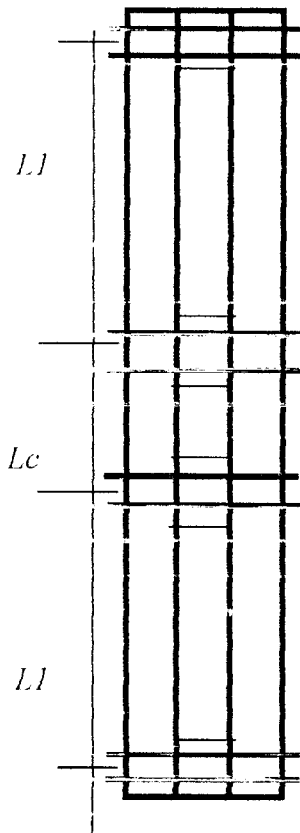


Gambar 2

$$L_c = 20 i_{\min}$$

$$= 28 \text{ cm}$$

$$L_I = 54,5 \text{ cm}$$

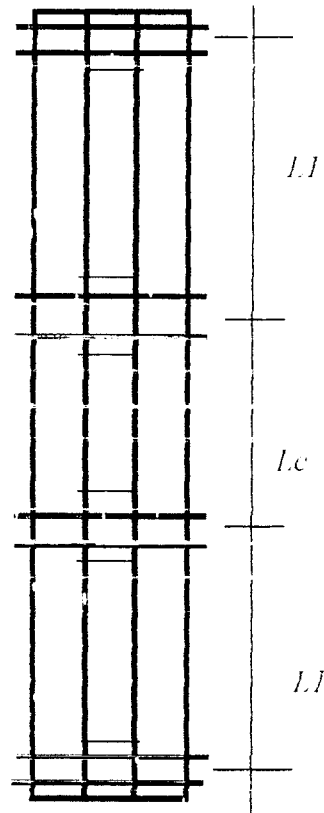


Gambar 3

$$L_c = 30 i_{\min}$$

$$= 43 \text{ cm}$$

$$L_I = 47 \text{ cm}$$

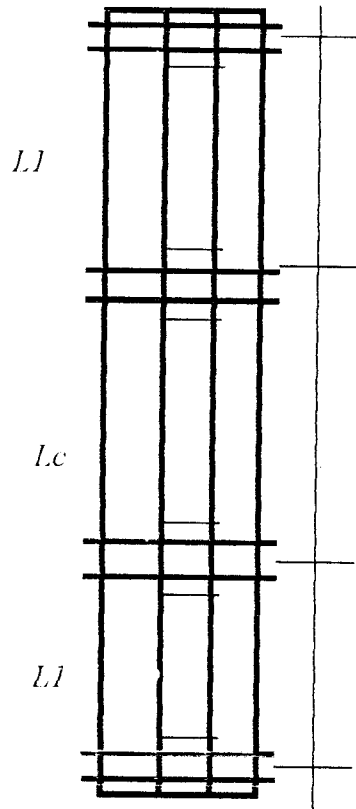


Gambar 4

$$l_c = 40 i_{\min}$$

$$= 57 \text{ cm}$$

$$l_l = 40 \text{ cm}$$

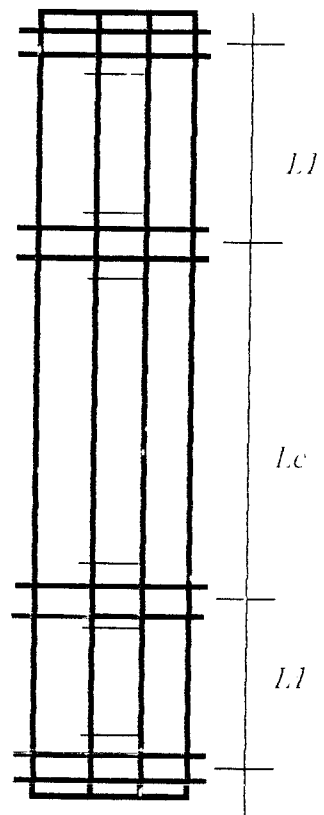


Gambar 5

$$l_c = 50 i_{\min}$$

$$= 72 \text{ cm}$$

$$l_l = 30,5 \text{ cm}$$

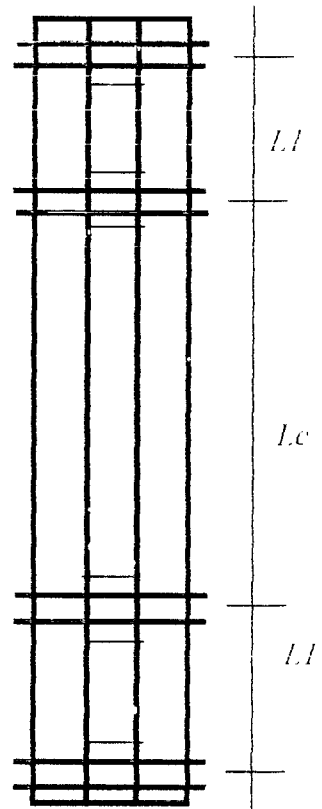


Gambar 6

$$l_e = 60 i_{\min}$$

$$= 86 \text{ cm}$$

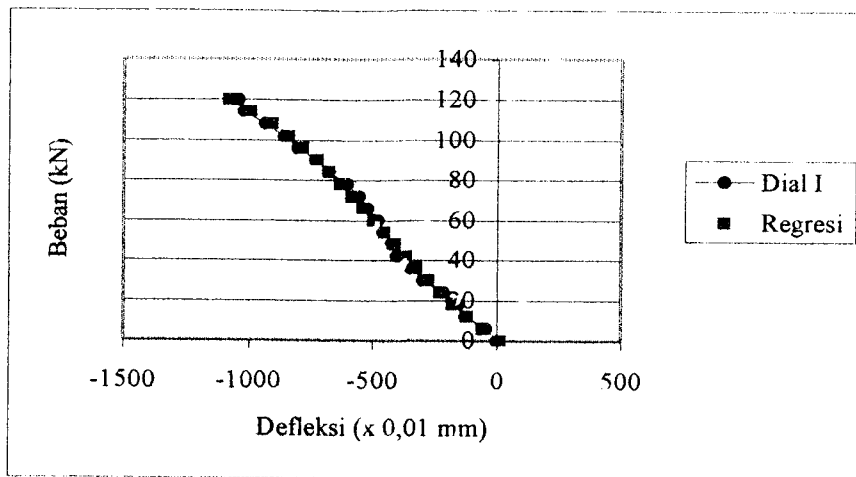
$$l_l = 25,5 \text{ cm}$$



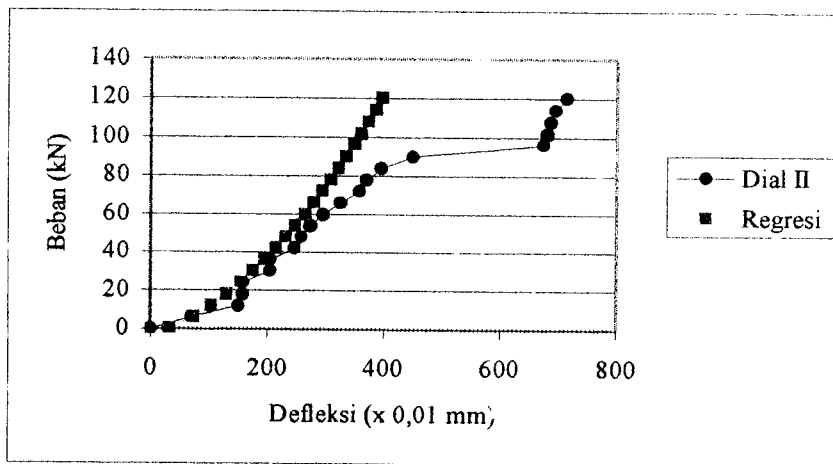
Gambar 7

Tabel 5.8: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 20 i_{\min} / \text{Dial I dan Dial II} / 2$

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 20 i_{\min} / 2$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	15.22986	0	32.824234
6	-45	-58.7916	70	72.328163
12	-125	-120.5765	150	103.61353
18	-155	-175.7305	158	130.38535
24	-210	-226.7212	158	154.19476
30	-295	-274.9155	205	175.86725
36	-343	-321.1844	205	195.90417
42	-403	-366.143	247	214.63708
48	-426	-410.265	259	232.29879
54	-456	-453.946	273	249.06015
60	-480	-497.544	296	265.051
66	-521	-541.4103	326	280.37269
72	-556	-585.9183	359	295.10619
78	-605	-631.4987	371	309.31736
84	-676	-678.6892	396	323.06065
90	-730	-728.2196	450	336.38168
96	-802	-781.1776	675	349.31911
102	-860	-839.388	680	361.90607
108	-934	-906.5023	687	374.17119
114	-1021	-992.784	695	386.13941
120	-1043	-1080.444	714	397.83262



Gambar 5.10: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc=20$. $i_{\min}/2$

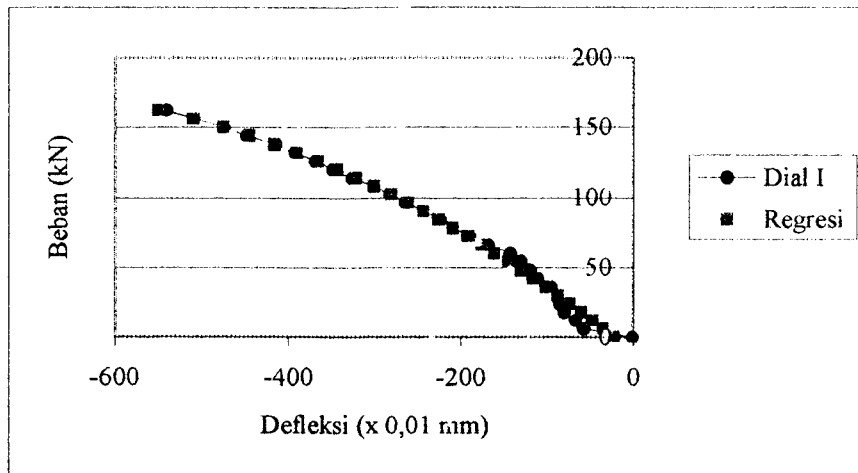


Gambar 5.11: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc=20$. $i_{\min}/2$

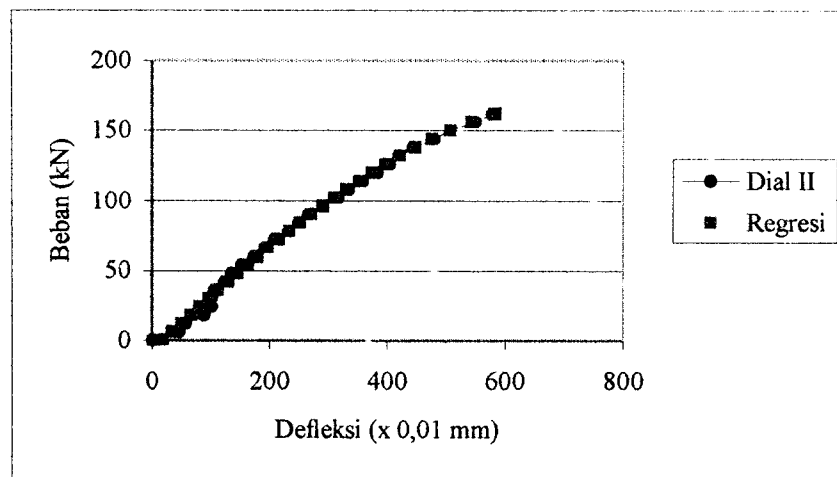


Tabel 5.10: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 30 i_{\min} / l$ / Dial I dan Dial II / 1

BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 30 i_{\min} / l$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	28.9035724	0	-14.5003197
6	7	22.3130906	0	-5.12024916
12	14	15.6095675	5	4.252970528
18	3	8.78764218	17	13.62758789
24	14	1.84152248	24	23.01186381
30	19	-5.2350648	22	32.41414465
36	8	-12.448932	26	41.84293749
42	-8	-19.807496	38	51.30698951
48	-22	-27.318858	48	60.81537349
54	-33	-34.991892	66	70.37758199
60	-56	-42.836357	76	80.00363315
66	-59	-50.863018	98	89.70419156
72	-72	-59.083802	104	99.4907088
78	-76	-67.51198	126	109.3755893
84	-86	-76.162385	137	119.372389
90	-95	-85.051687	149	129.4960567
96	-102	-94.198722	160	139.7632311
102	-118	-103.62491	164	150.1926124
108	-122	-113.35477	177	160.8054328
114	-132	-123.4166	180	171.6260632
120	-135	-133.84333	186	182.6828076
126	-143	-144.67367	193	194.0089632
132	-142	-155.95359	199	205.6442662
138	-151	-167.73845	204	217.6369096
144	-158	-180.09586	206	230.0464397
150	-175	-193.10985	215	242.94805
156	-183	-206.88707	227	255.4391992
162	-202	-221.56629	245	270.6503052
168	-221	-237.33385	267	285.7630813
174	-245	-254.45009	304	302.0444833
180	-275	-273.29842	331	319.9164199
186	-308	-294.48614	383	340.1220012
192	-363	-319.08557	432	364.2297687
198	-488	-349.36841	491	397.1345859
204	-586	-392.48742	512	411.3747067



Gambar 5.18: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $Lc=30$. $i_{\min}/2$



Gambar 5.19: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $Lc=30$. $i_{\min}/2$

Tabel 5.15: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 40 i_{\min} / 1$ / Dial III dan Dial IV / 1

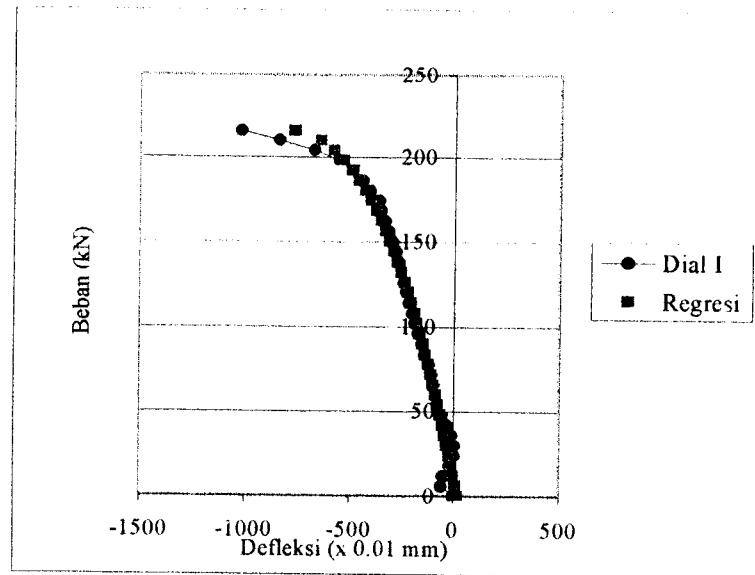
BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 40 i_{\min} / 1$			
	Dial III	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-23.13	0	8.87
6	-5	-16.55	25	10.53
12	-5	-9.77	51	12.25
18	-5	-2.79	90	14.05
24	-1	4.42	123	15.93
30	10	11.87	150	17.90
36	23	19.58	170	19.98
42	30	27.58	161	22.185
48	35	35.90	138	24.53
54	40	44.57	133	27.04
60	46	53.64	126	29.76
66	51	63.14	122	32.74
72	60	73.13	108	36.64
78	65	83.69	102	39.79
84	82	94.898	88	44.20
90	95	106.87	88	49.71
96	110	119.75	85	57.64
102	130	133.72	72	188.81
108	155	149.06	70	191.87
114	175	166.15	70	194.65
120	210	185.60	71	197.21
126	250	208.44	78	199.596
132	300	236.67	83	201.83
138	350	275.27	83	203.94
144	400	348.62	92	205.94
150	475	571.77	107	207.85
156	545	625.26	124	209.67
162	615	659.09	147	211.41
168	715	685.02	206	213.08

Tabel 5.18: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 50 i_{\min} / 1$ / Dial I dan Dial II / 1

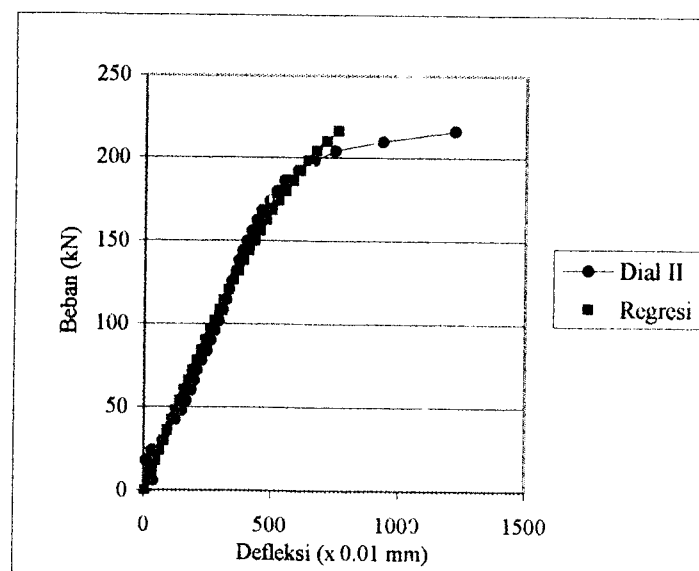
BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 50 i_{\min} / 1$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	20.15	0	5.48
6	-55	10.53	39	20.09
12	-49	-0.73	30	34.82
18	-15	-9.25	8	49.68
24	8	-19.43	31	64.68
30	5	-29.80	75	79.83
36	-10	-40.39	95	95.13
42	-33	-51.20	124	110.59
48	-54	-62.25	148	126.24
54	-70	-73.55	165	142.06
60	-85	-85.11	184	158.07
66	-95	-96.96	198	174.29
72	-105	-109.10	209	190.73
78	-117	-121.57	224	207.41
84	-137	-134.38	246	224.33
90	-150	-147.55	260	241.52
96	-170	-161.13	278	258.99
102	-184	-175.13	291	276.77
108	-201	-189.59	308	294.87
114	-215	-204.56	322	313.34
120	-226	-220.08	333	332.19
126	-242	-236.22	345	351.47
132	-251	-253.03	360	371.20
138	-263	-270.59	372	391.45
144	-279	-288.99	387	412.25
150	-296	-308.57	403	433.68
156	-315	-328.84	424	455.81
162	-331	-350.59	440	478.73
168	-352	-373.84	462	502.56
174	-360	-398.92	493	527.43
180	-410	-426.23	520	553.53
186	-440	-456.38	548	581.09
192	-490	-490.31	603	610.44
198	-550	-529.59	664	642.04
204	-670	-577.29	750	676.61

Tabel 5.18: Lanjutan Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 50 i_{\min}$ / Dial I dan Dial II / 1

210	-840	-641.09	935	715.31
216	-1020	-769.38	1220	760.35



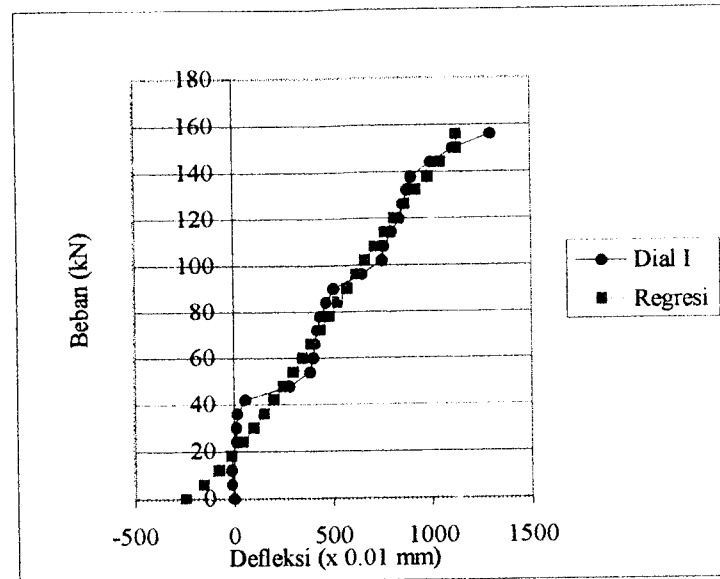
Gambar 5.30: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = 50 i_{\min}$ / 1



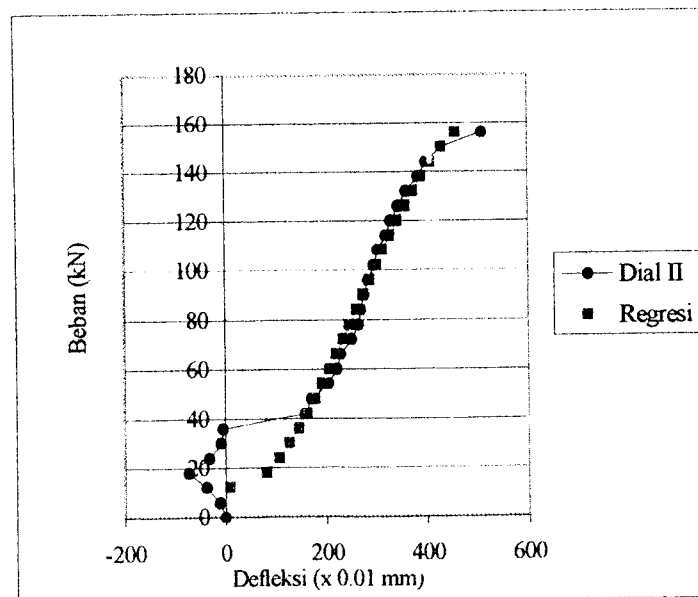
Gambar 5.31: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = 50 i_{\min}$ / 1

Tabel 5.24: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = 60 i_{\min} / 2$ / Dial I dan Dial II / 2

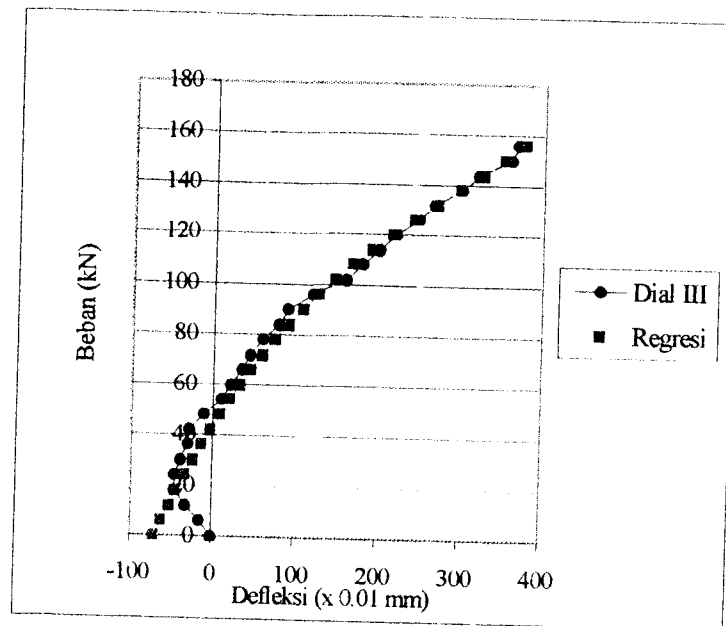
BEBAN (kN)	Sampel $L_c = 60 i_{\min} / 2$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0	-241.23	0	
6	-9	-151.08	-11	
12	-12	-77.58	-38	8.76
18	-12	-12.88	-73	80.65
24	11	46.23	-33	106.60
30	12	101.45	-9	127.44
36	18	153.86	-5	145.69
42	59	204.16	158	162.33
48	280	252.86	172	177.88
54	385	300.36	205	192.67
60	400	346.97	222	206.89
66	410	392.96	230	220.70
72	420	438.56	252	234.22
78	440	483.99	265	247.56
84	470	529.44	270	260.78
90	505	575.13	276	273.97
96	650	621.28	285	287.21
102	750	668.12	295	300.58
108	760	715.94	304	314.17
114	800	765.06	320	328.06
120	840	815.91	330	342.40
126	860	869.06	345	357.34
132	880	925.28	360	373.12
138	900	985.80	385	390.08
144	1000	1052.63	400	408.82
150	1110	1129.79	430	430.54
156	1300	1128.00	510	458.60



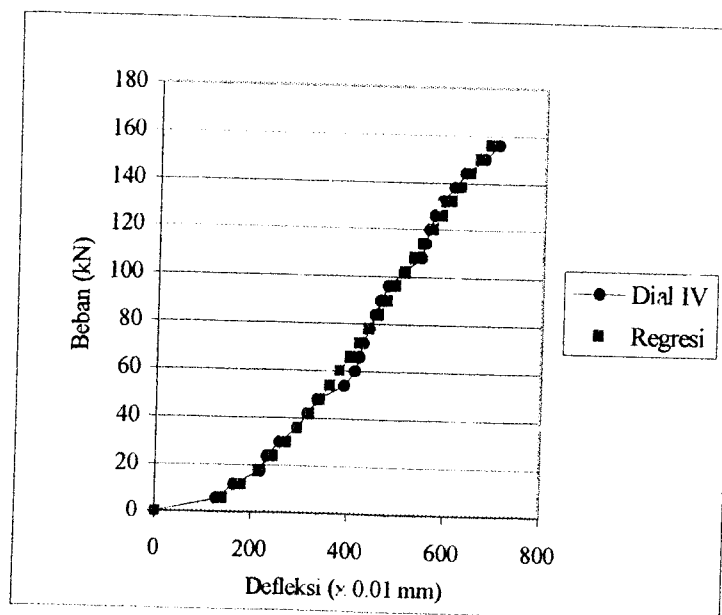
Gambar 5.42: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = 60 i_{\min} / 2$



Gambar 5.43: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = 60 i_{\min} / 2$



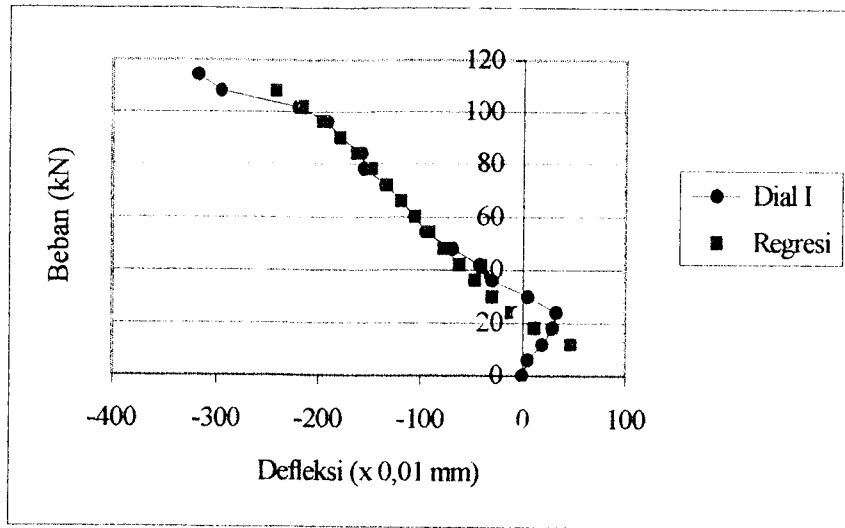
Gambar 5.44: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = 60 i_{\min} / 2$



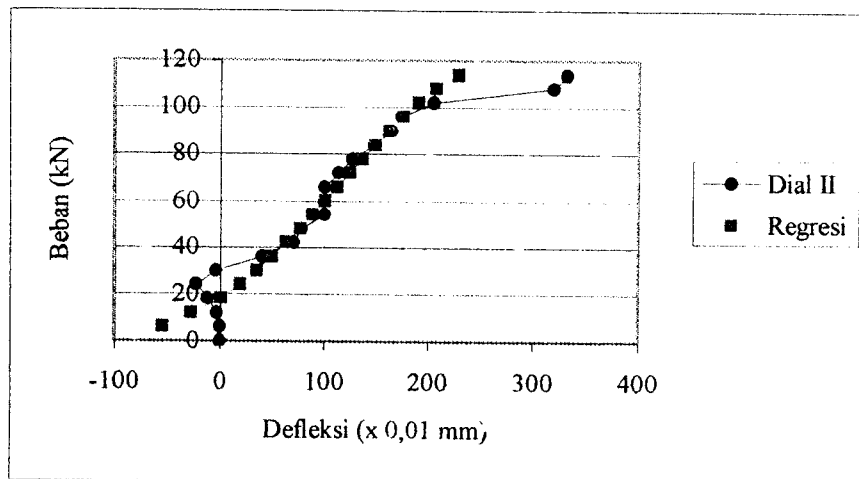
Gambar 5.45: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = 60 i_{\min} / 2$

Tabel 5.26: Tabel Kuat Desak Benda Uji $L_c = \frac{1}{2} L / \text{Dial I dan Dial II} / 1$

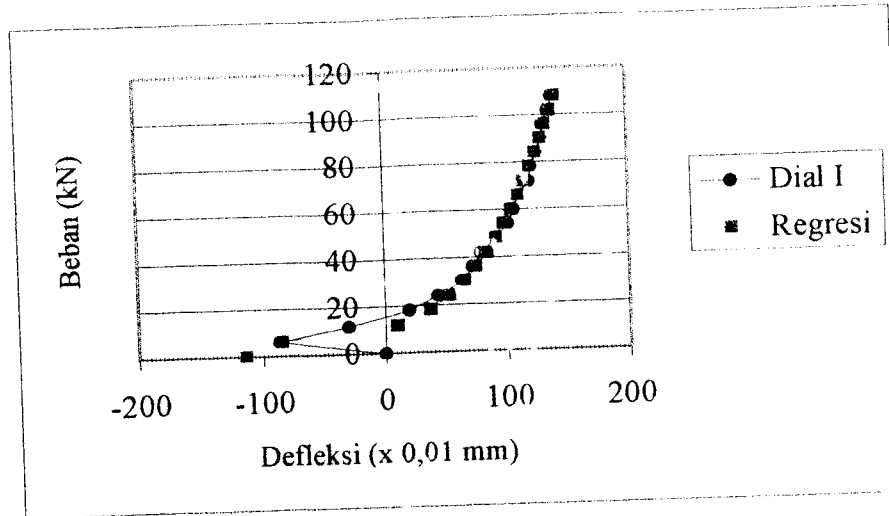
BEBAN (kN)	Sampel $L_c = \frac{1}{2} L / 1$			
	Dial I	Regresi	Dial II	Regresi
0	0		0	
6	5		0	-54.009335
12	19	46.936895	-3	-27.731285
18	29	11.083917	-12	0.72054084
24	33	-11.454715	-23	19.920541
30	5	-30.109357	-4	35.9807347
36	-30	-46.778563	41	50.373678
42	-42	-62.26449	70	63.7458928
48	-69	-77.009732	78	76.4588148
54	-95	-91.30315	100	88.7477817
60	-106	-105.36058	100	100.785561
66	-119	-119.36506	100	112.713634
72	-134	-133.49272	114	124.661035
78	-155	-147.93601	127	136.758944
84	-158	-162.93343	148	149.155967
90	-179	-178.82106	164	162.039604
96	-191	-196.14589	174	175.674231
102	-220	-215.98917	205	190.482966
108	-295	-241.4054	319	207.268831
114	-318		332	228.081418



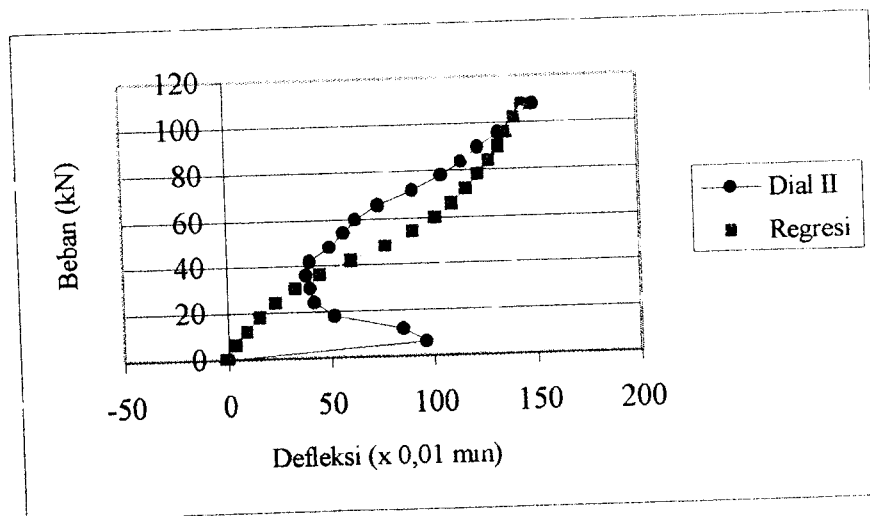
Gambar 5.46: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = \frac{1}{2} L / 1$



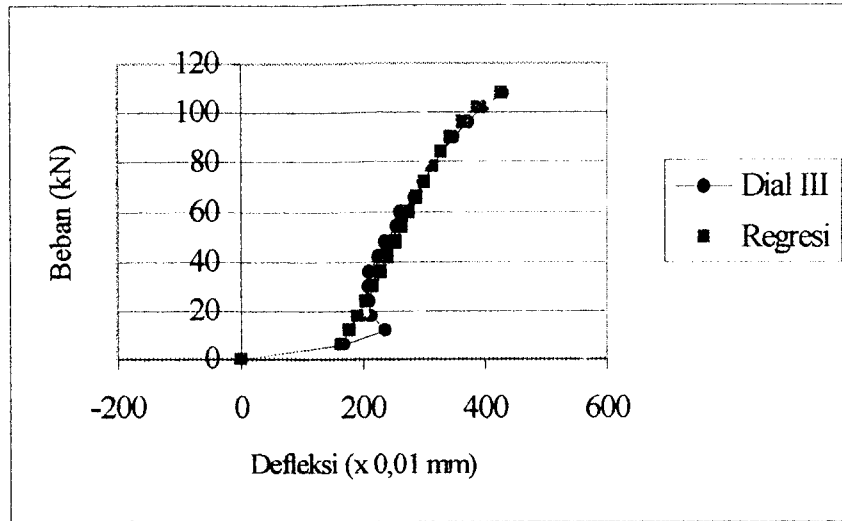
Gambar 5.47: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = \frac{1}{2} L / 1$



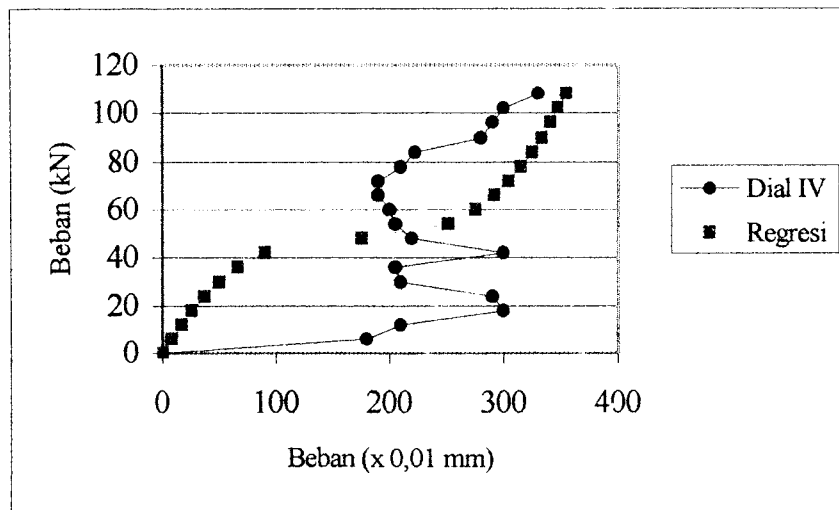
Gambar 5.54: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = L / 1$



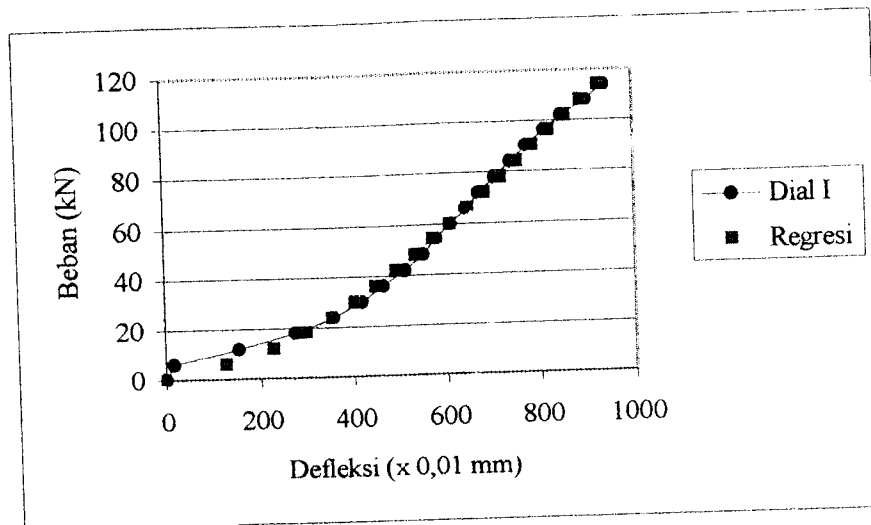
Gambar 5.55: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = L / 1$



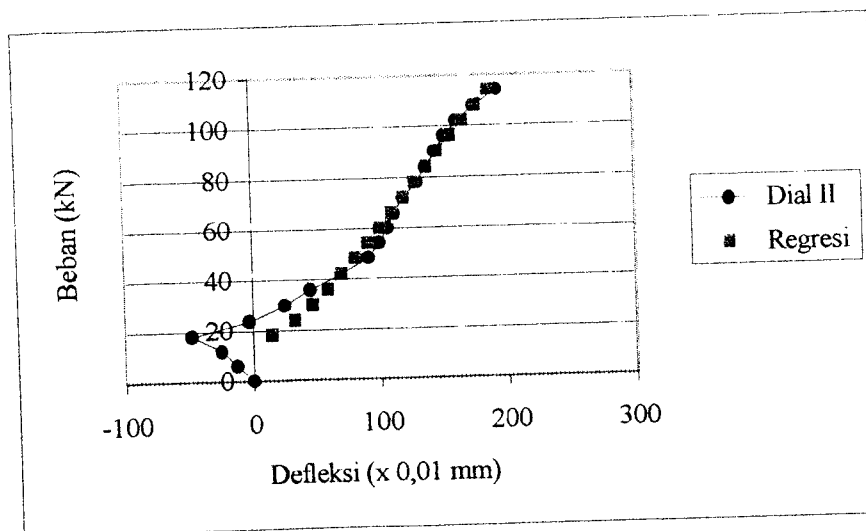
Gambar 5.56: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $Lc = L / 1$



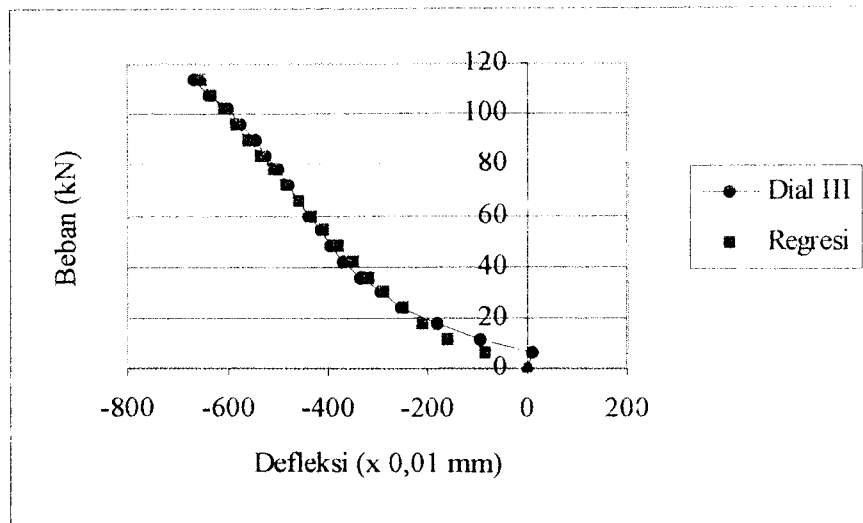
Gambar 5.57: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $Lc = L / 1$



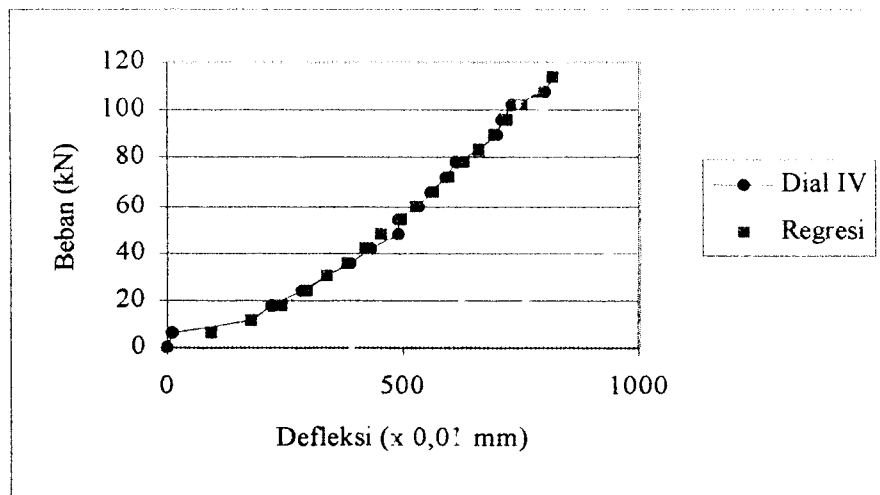
Gambar 5.58: Grafik Beban-Defleksi Dial I / $L_c = L / 2$



Gambar 5.59: Grafik Beban-Defleksi Dial II / $L_c = L / 2$



Gambar 5.60: Grafik Beban-Defleksi Dial III / $L_c = L / 2$

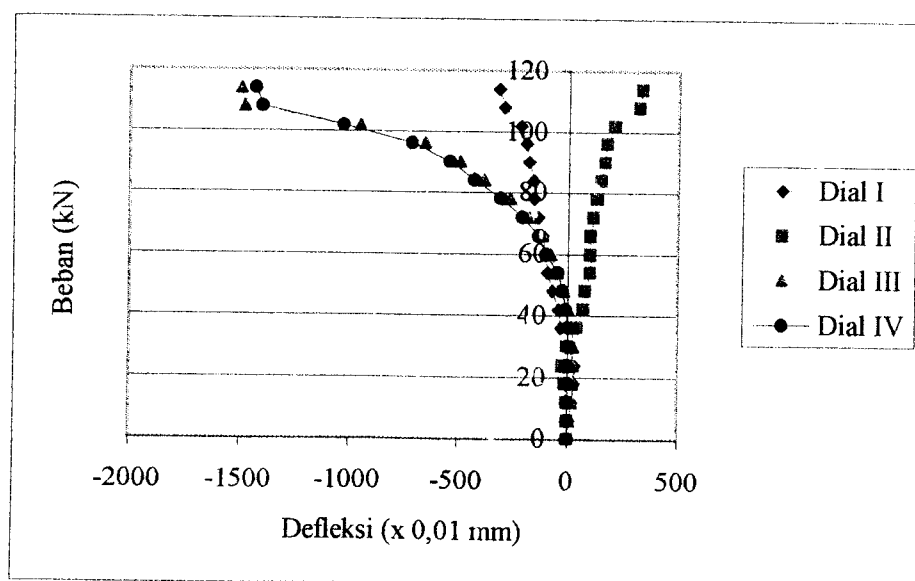


Gambar 5.61: Grafik Beban-Defleksi Dial IV / $L_c = L / 2$

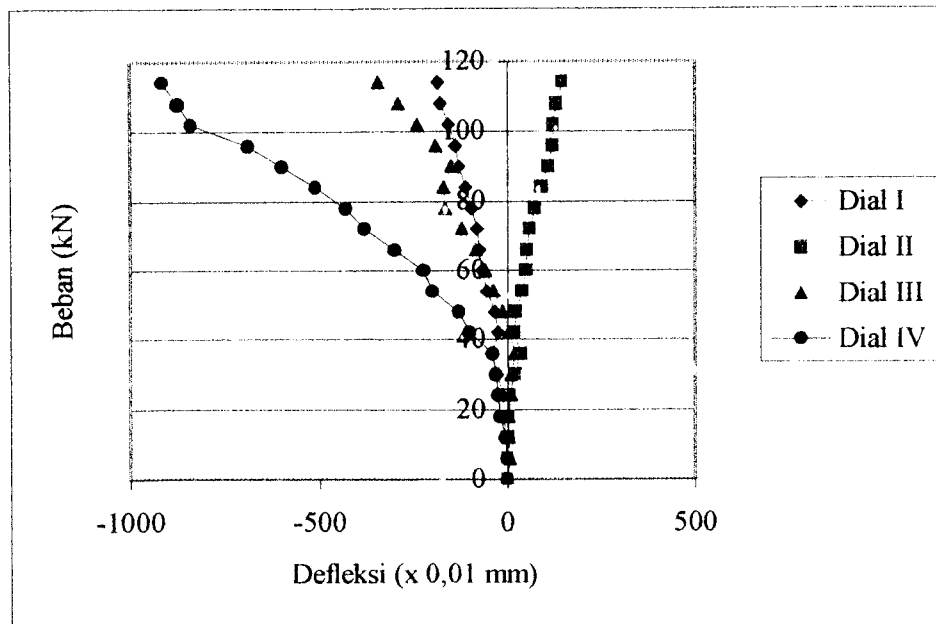
- c. Untuk panjang bentang (L) = 150 cm, jarak antar klos (Lc) = 40. i_{\min} , dimensi benda uji (b/h) = 5/7 cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk}) = 1. Dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan terhadap dua sampel denda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max} , untuk P_{max1} = 16,8 ton dan P_{max2} = 17,4 ton.
- d. Untuk panjang bentang (L) = 150 cm, jarak antar klos (Lc) = 50. i_{\min} , dimensi benda uji (b/h) = 5/7 cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk}) = 1. Dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan terhadap dua sampel denda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max} , untuk P_{max1} = 21,6 ton dan P_{max2} = 13,2 ton.
- e. Untuk panjang bentang (L) = 150 cm, jarak antar klos (Lc) = 60. i_{\min} , dimensi benda uji (b/h) = 5/7 cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk}) = 1. Dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan terhadap dua sampel denda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max} , untuk P_{max1} = 19,2 ton dan P_{max2} = 15,6 ton.
- f. Untuk panjang bentang (L) = 150 cm, jarak antar klos (Lc) = $\frac{1}{2} L$, dimensi benda uji (b/h) = 5/7 cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk}) = 1. Dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan terhadap dua sampel denda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max} , untuk P_{max1} = 11,4 ton dan P_{max2} = 11,4 ton.
- g. Untuk panjang bentang (L) = 150 cm, jarak antar klos (Lc) = L , dimensi benda uji (b/h) = 5/7 cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk}) = 1. Dari hasil penelitian laboratorium yang

6.2.2 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = \frac{1}{2} L$

Pada dua benda uji diperoleh hasil pengujian kuat desak maksimum sebesar 11,4 ton. Pada pengujian ini, penomoran *dial* sama seperti pada percobaan sebelumnya. Dari hasil pengujian pertama diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan yaitu pada *dial* 3. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 1,497 cm. Sedangkan pada pengujian kedua diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan yaitu pada *dial* 4. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 0,915 cm. Perilaku ini terjadi karena kekuatan batang-batang individu penyusun batang ganda memiliki kekuatan yang berbeda. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.3 dan Gambar 6.4.



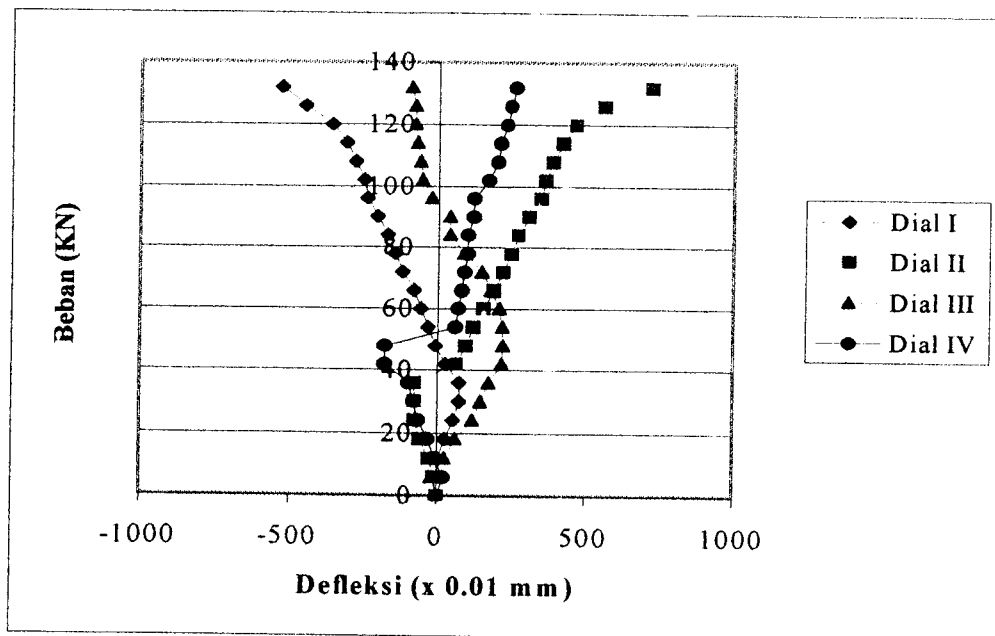
Gambar 6.3: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = \frac{1}{2} L / 1$



Gambar 6.4: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = \frac{1}{2} L / 2$

6.2.3 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = 20 \cdot i_{\min}$

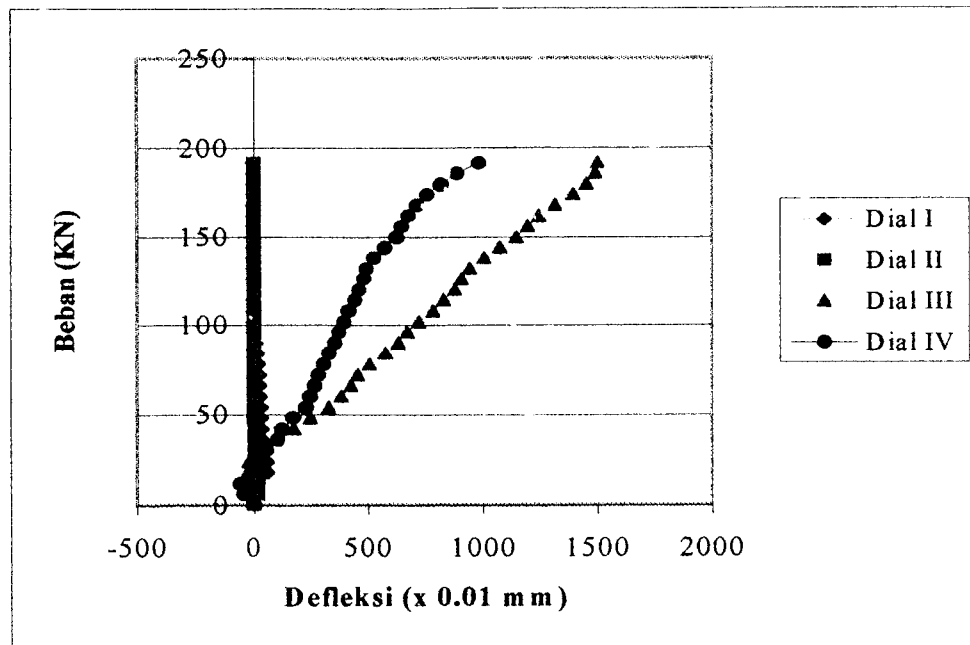
Pada dua benda uji diperoleh hasil pengujian kuat desak maksimum sebesar 12,6 ton. Sesuai dengan penomoran penempatan *dial*, pada sumbu bebas bahan diberi nomor 3 dan 4. Sedangkan pada sumbu bahan nomor penempatar, *dialnya* adalah 1 dan 2. Dari hasil pengujian pertama diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan yaitu pada *dial* 4. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 1,439 cm. Sedangkan pada pengujian kedua diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan yaitu pada *dial* 3. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 1,107 cm. Kondisi defleksi yang tidak teratur terjadi karena permukaan batang desak yang kurang rata dan umur kayu yang berbeda antara sampel pertama dengan sampel kedua. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.5 dan Gambar 6.6.



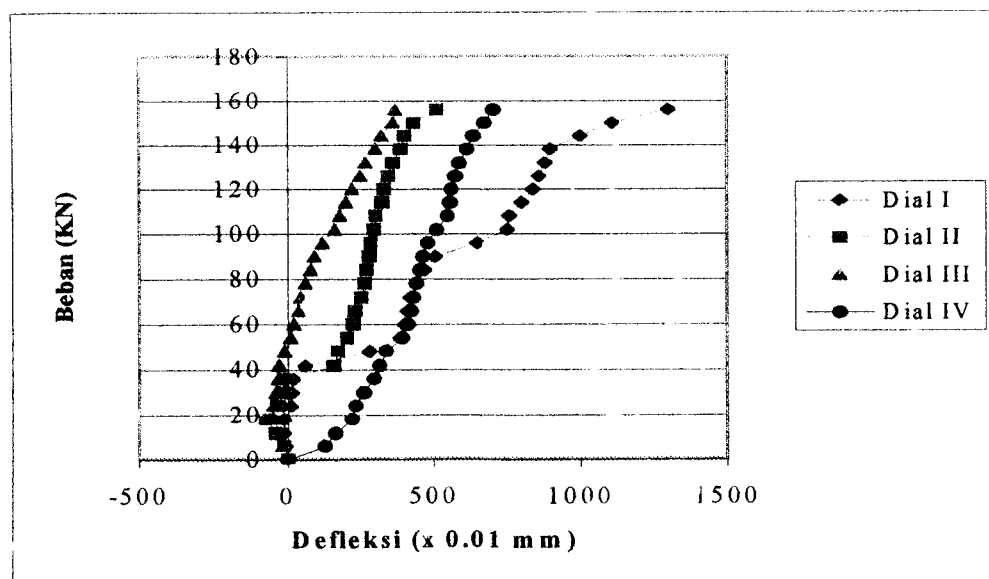
Gambar 6.12: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 50. i_{\min} / 2$

6.2.7 Perilaku Benda Uji $L = 150$ cm dengan $L_c = 60. i_{\min}$

Pada dua benda uji diperoleh hasil pengujian kuat desak maksimum rata-rata sebesar 17,85 ton. Pada pengujian ini, penomoran *dial* sama seperti pada percobaan sebelumnya. Dari hasil pengujian pertama diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan yaitu pada *dial* 3. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 1,502 cm. Sedangkan pada pengujian kedua diperoleh lendutan maksimum pada arah sumbu bahan yaitu pada *dial* 1. Lendutan yang terjadi yaitu sebesar 1,300 cm. Kondisi defleksi yang tidak teratur ini terjadi karena permukaan batang desak kurang rata ketika menerima beban dan kondisi perletakan yang kurang sempurna pada saat diuji. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.13 dan Gambar 6.114.



Gambar 6.13: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 60$, $i_{min} / 1$



Gambar 6.14: Grafik Gabungan Beban-Defleksi $L_c = 60$, $i_{min} / 2$

KAITU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	NAMA	NO. MHS.	KELOMPOK
1	BITA MAYA OCTAVIANA	94310035	STRUKTUR
2	ANDI HERMAWAN	94310253	STRUKTUR

JUDUL TUGAS AKHIR :

PENGARUH VARIASI LETAK BAJET DAN JARAK KLOS TERHADAP KUAT TEKAN BATANG KAYU GANDA.

PERIODE III : MARET – AGUSTUS

TAHUN : 2000 / 2001

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Desain Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.		■	■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.					■	■

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II

: IR. H. SARWIDI, MSc. Ph. d
: IR. FATKHURROHMAN NS, MT



Jakarta, 26 Mei 2001
An. Dekl.

IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS




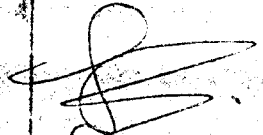
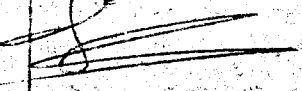
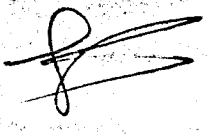
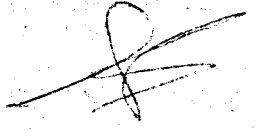
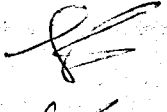

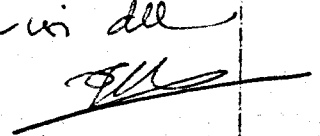
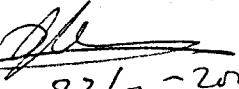
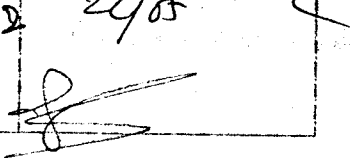
Catatan :

Seminar :

Sidang :

Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO.	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
		<ul style="list-style-type: none"> - Berapakah jumlah siswa - Berapakah 	
		<p style="text-align: center;">→ ←</p> <p>bandungan teori belajar janda dimulai dari kegiatan yang akan janda kelas.</p>	
			
	25/07/2001	Penelitian PPT penerapan.	
	27/07/2001	- " - - "	
	06/08/2001	- Tabel, Gambar, dan no urut dan file, buku diuraikan pd suhu.	
	07/08/2001	- Hipotesis / hipotesis di tentukan lagi lebih teliti	
	11/08/2001	- Hipotesis diubahi lagi sistem tija dan lada-kari	
	15/08/2001	- Simpulan sementara	
		Kelempa dan prota dan dlm ui dll	
		Dilakukan ke PPI	
		03/08/2002 → Ke DP II untuk penyempurnaan	
	06/07/2002	Ke DP II untuk penyempurnaan	