TUGAS AKHIR

KUAT TEKAN BATANG GANDA DENGAN PENGHUBUNG KLOS DAN VARIASI JARAK KLOS

(STUDI EKSPERIMENTAL)

Disusun Oleh :

1. Nama : Maharyo Widanto
   No. Mhs : 94 310 019
   N I R M : 940051013114120019

2. Nama : Kuncara Edy Santosa
   No. Mhs : 94 310 099
   N I R M : 940051013114120098

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

TUGAS AKHIR

KUAT TEKAN BATANG GANDA DENGAN PENGHUBUNG KLOS DAN VARIASI JARAK KLOS

(STUDI EKSPERIMENTAL)

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

Disusun Oleh :

1. Nama : Maharyo Widanto
   No. Mhs. : 94 310 019
   Nirm. : 940051013114120019

2. Nama : Kuncara Edy Santosa
   No. Mhs : 94 310 099
   Nirm. : 940051013114120098

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2000

TUGAS AKHIR

KUAT TEKAN BATANG GANDA DENGAN PENGHUBUNG KLOS DAN VARIASI JARAK KLOS
(STUDI EKSPERIMENTAL)

Disusun oleh :

1. Nama : Maharyo Widanto
   No. Mhs. : 94 310 019
   Nirm. : 940051013114120019

2. Nama : Kuncara Edy Santosa
   No Mhs. : 94 310 099
   Nirm. : 940051013114120098

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Susastrawan, M.S.
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 6 - 5 - 2000

Ir. Fatkhurrohman N, M.T.
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 05 - 5 - 2000

Ucapan Terima Kasih

Kepada Bapak **Ir. H Susastrawan, M.S.,** yang sangat pengertian dan telah begitu sabar dalam membimbing, memberikan pengarahan, mendukung serta bersusah payah memberikan jalan keluar serta pemecahannya sehingga terselesainya tugas akhir ini. Untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada beliau. Apabila dalam penyusunan tugas akhir ini ada tingkah laku, perbuatan maupun ucapan yang kurang berkenan, telah banyak menyita waktu, merepotkan serta menyulitkan kegiatan dari Bapak, tak lupa kami memohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada Bapak sekeluarga. Amin ya rabbal Alamin....

Kepada Bapak **Ir. Fatkhurrahman Nursodik, M.T.,** yang sangat pengertian dan telah begitu sabar dalam membimbing, memberikan pengarahan, mendukung serta bersusah payah memberikan jalan keluar serta pemecahannya sehingga terselesainya tugas akhir ini. Untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada beliau. Apabila dalam penyusunan tugas akhir ini ada tingkah laku, perbuatan maupun ucapan yang kurang berkenan, telah banyak menyita waktu, merepotkan serta menyulitkan kegiatan dari Bapak, tak lupa kami memohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada Bapak sekeluarga. Amin ya rabbal Alamin....

Kepada Bapak **Ir. H. Suharyatmo, M.T.,** yang telah bersedia menjadi Dosen Tamu pada saat pendadaran, kami mengucapkan terima kasih banyak atas semuanya.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

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 para 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 "KUAT TEKAN BATANG GANDA DENGAN PENGHUBUNG KLOS DAN VARIASI JARAK KLOS", kami telah 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 mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. H. Zaini Dahlan, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. Bapak Ir. H. Tadjuddin B.M. Aris, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
4. Bapak Ir. H. Susastrawan, M.S., selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Ir. Fatkhurrahman N, M.T., selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak, Ibu, dan Adik-adik, terima kasih untuk semua do'a dan bantuan.
7. Erika dan Tari, terima kasih banyak atas do'a, bantuan, dan perhatiannya.
8. Semua teman-teman di kelas C Angkatan'94, spesial untuk Andi, Joe, Hadi, Dhani, Jatmiko, Alam, Aris, Arie, Ririn, Sigit, Totok, Wahab, Maya, Imelda, Yayuk, Romi, Munir, Yudit.
9. Adi, Jayadi, Arpi, Singgih, Siswo, Pipit, Agus, terima kasih atas bantuannya.
10. Teman-teman KKN unit SL 111 dan KL 73 angkatan 17, terima kasih untuk persahabatan dan persaudaraan.
11. Almamater tercinta Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, atas segala fasilitas, bantuan, dan kerja samanya.
12. Semua pihak yang tidak mungkin kami disebutkan satu persatu.

Tidak ada yang dapat kami berikan selain ucapan terima kasih 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. Amiin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, April 2000

Penyusun

Maharyo Widanto
Kuncara Edy santosa

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI vi

DAFTAR GAMBAR x

DAFTAR TABEL xvi

DAFTAR LAMPIRAN xvii

DAFTAR NOTASI xxi

INTISARI xxii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Penelitian 2

1.3 Manfaat Penelitian 3

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Lokasi Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Spasi Kolom dari Timber Designers' Manual 5

2.2 Hasil Penelitian Menurut Suwarno Wiryomartono (1982) 6

2.3 Spasi Kolom Menurut German Gurfinkel (1981) 7

2.4 Spasi Kolom Menurut Judith J. Stalnaker dan Ernest C. Harris (1989) 7

2.5 Spasi Kolom Menurut Keith J. Faherty 8

2.6 Alat Sambung Paku 8

2.7 Faktor Tekuk 9

BAB III LANDASAN TEORI 10

3.1 Data Karakteristik Kayu 10

3.1.1 Pengujian Kadar Lengas Kayu 10

3.1.2 Pengujian Tegangan Bahan 10

3.1.3 Pengujian Kuat Desak Kayu 11

3.2 Berat Volume dan Berat Jenis Bahan 11

3.3 Penentuan Modulus Elastisitas (E) Kayu 12

3.4 Jarak Klos 13

3.5 Batang Ganda 14

BAB IV METODE PENELITIAN 16

4.1 Bahan-bahan Penelitian 16

4.2 Model Benda Uji 16

4.3 Peralatan Penelitian 17

4.4 Prosedur Penelitian 18

BAB V HASIL PENELITIAN 21

5.1 Kadar Lengas Kayu 21

5.2 Berat Volume Kayu 22

5.3 Mutu Kayu 23

5.4 Modulus Elastisitas Kayu 23

5.5 Kuat Desak Benda Uji 31

BAB VI PEMBAHASAN 76

6.1 Kekuatan Desak Maksimum Benda Uji 76

6.2 Perilaku Benda Uji Terhadap Beban Desak 78

6.2.1 Perilaku Benda Uji 1.0 m , Jarak Klos 30 cm 78

6.2.2 Perilaku Benda Uji 1.3 m, Jarak Klos 40 cm 80

6.2.3 Perilaku Benda Uji 1.6 m, Jarak Klos 50 cm 82

6.2.4 Perilaku Benda Uji 1.9 m, Jarak Klos 60 cm 84

6.2.5 Perilaku Benda Uji 2.2 m, Jarak Klos 70 cm 87

6.3 Hubungan Jarak Klos Dengan Kekuatan Desak Maksimum Batang .. 89

6.4 Pola Rusak Benda Uji 92

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 94

7.1 Kesimpulan 94

7.2 Saran 95

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Batang Ganda dengan Klos 5

Gambar 3.1 Sampel Uji Desak Kayu 11

Gambar 3.2 Grafik Tegangan - Regangan 12

Gambar 3.3 Lentur pada Batang akibat Beban Desak 13

Gambar 4.1 Pelaksanaan Pengujian 20

Gambar 5.1 Diagram Tegangan - Regangan Kayu Sampel 1 24

Gambar 5.2 Diagram Tegangan - Regangan Kayu Sampel 2 26

Gambar 5.3 Diagram Tegangan - Regangan Kayu Sampel 3 27

Gambar 5.4 Diagram Tegangan - Regangan Kayu Sampel 4 29

Gambar 5.5 Diagram Tegangan - Regangan Kayu Sampel 5 30

Gambar 5.6 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.0m/A/1 31

Gambar 5.7 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.0m/A/1 32

Gambar 5.8 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.0m/A/1 32

Gambar 5.9 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.0m/A/1 33

Gambar 5.10 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.0m/A/1 33

Gambar 5.11 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.0m/A/1 34

Gambar 5.12 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.0m/B/1 34

Gambar 5.13 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.0m/B/1 35

Gambar 5.14 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.0m/B/1 35

Gambar 5.15 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.0m/B/1 36

Gambar 5.16 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.0m/B/1 36

Gambar 5.17 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.0m/B/1 37
Gambar 5.18 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.0m/C/1 37
Gambar 5.19 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.0m/C/1 38
Gambar 5.20 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.0m/C/1 38
Gambar 5.21 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.0m/C/1 39
Gambar 5.22 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.0m/C/1 39
Gambar 5.23 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.0m/C/1 40
Gambar 5.24 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.3m/A/2 40
Gambar 5.25 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.3m/A/2 41
Gambar 5.26 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.3m/A/2 41
Gambar 5.27 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.3m/A/2 42
Gambar 5.28 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.3m/A/2 42
Gambar 5.29 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.3m/A/2 43
Gambar 5.30 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.3m/B/2 43
Gambar 5.31 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.3m/B/2 44
Gambar 5.32 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.3m/B/2 44
Gambar 5.33 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.3m/B/2 45
Gambar 5.34 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.3m/B/2 45
Gambar 5.35 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.3m/C/2 46
Gambar 5.36 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.3m/C/2 46
Gambar 5.37 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.3m/C/2 47
Gambar 5.38 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.3m/C/2 47
Gambar 5.39 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.3m/C/2 48

Gambar 5.40 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.3m/C/2 48
Gambar 5.41 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.6m/A/3 49
Gambar 5.42 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.6m/A/3 49
Gambar 5.43 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.6m/A/3 50
Gambar 5.44 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.6m/A/3 50
Gambar 5.45 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.6m/A/3 51
Gambar 5.46 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.6m/A/3 51
Gambar 5.47 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.6m/B/3 52
Gambar 5.48 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.6m/B/3 52
Gambar 5.49 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.6m/B/3 53
Gambar 5.50 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.6m/B/3 53
Gambar 5.51 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.6m/B/3 54
Gambar 5.52 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.6m/B/3 54
Gambar 5.53 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.6m/C/3 55
Gambar 5.54 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.6m/C/3 55
Gambar 5.55 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.6m/C/3 56
Gambar 5.56 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.6m/C/3 56
Gambar 5.57 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.6m/C/3 57
Gambar 5.58 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.6m/C/3 57
Gambar 5.59 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.9m/A/4 58
Gambar 5.60 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.9m/A/4 58
Gambar 5.61 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.9m/A/4 59
Gambar 5.62 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.9m/A/4 59

Gambar 5.63 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.9m/A/4 60
Gambar 5.64 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.9m/A/4 60
Gambar 5.65 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.9m/B/4 61
Gambar 5.66 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.9m/B/4 61
Gambar 5.67 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.9m/B/4 62
Gambar 5.68 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.9m/B/4 62
Gambar 5.69 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.9m/B/4 63
Gambar 5.70 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.9m/B/4 63
Gambar 5.71 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1.9m/C/4 64
Gambar 5.72 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1.9m/C/4 64
Gambar 5.73 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1.9m/C/4 65
Gambar 5.74 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1.9m/C/4 65
Gambar 5.75 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1.9m/C/4 66
Gambar 5.76 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1.9m/C/4 66
Gambar 5.77 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 2.2m/A/5 67
Gambar 5.78 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 2.2m/A/5 67
Gambar 5.79 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 2.2m/A/5 68
Gambar 5.80 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 2.2m/A/5 68
Gambar 5.81 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 2.2m/A/5 69
Gambar 5.82 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 2.2m/A/5 69
Gambar 5.83 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 2.2m/B/5 70
Gambar 5.84 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 2.2m/B/5 70
Gambar 5.85 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 2.2m/B/5 71

Gambar 5.86 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 2.2m/B/5 71
Gambar 5.87 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 2.2m/B/5 72
Gambar 5.88 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 2.2m/B/5 72
Gambar 5.89 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 2.2m/C/5 73
Gambar 5.90 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 2.2m/C/5 73
Gambar 5.91 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 2.2m/C/5 74
Gambar 5.92 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 2.2m/C/5 74
Gambar 5.93 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 2.2m/C/5 75
Gambar 5.94 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 2.2m/C/5 75
Gambar 6.1 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.0m/A/1 79
Gambar 6.2 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.0m/B/1 79
Gambar 6.3 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.0m/C/1 80
Gambar 6.4 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.3m/A/2 81
Gambar 6.5 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.3m/B/2 81
Gambar 6.6 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.3m/C/2 82
Gambar 6.7 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.6m/A/3 83
Gambar 6.8 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.6m/B/3 83
Gambar 6.9 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.6m/C/3 84
Gambar 6.10 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.9m/A/4 85
Gambar 6.11 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.9m/B/4 86
Gambar 6.12 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1.9m/C/4 86
Gambar 6.13 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 2.2m/A/5 87
Gambar 6.14 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 2.2m/B/5 88

Gambar 6.15 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 2.2m/C/5 88

Gambar 6.16 Grafik Hubungan (P/P_{max})–(L_1/d) Sampel A 89

Gambar 6.17 Grafik Hubungan (P/P_{max})–(L_1/d) Sampel B 90

Gambar 6.18 Grafik Hubungan (P/P_{max})–(L_1/d) Sampel C 90

Gambar 6.19 Grafik Kecenderungan Hubungan P/P_{max} – L_1/d untuk Tiga Sampel Penelitian 90

Gambar 6.20 Grafik Gabungan Hubungan P/P_{max} – L_1/d untuk Tiga Sampel Penelitian 91

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Berat Sampel Untuk Uji Kadar Lengas Kayu 21

Tabel 5.2 Kadar Lengas Kayu 22

Tabel 5.3 Berat Volume Kayu 22

Tabel 5.4 Kuat Desak Kayu Sampel 1 24

Tabel 5.5 Kuat Desak Kayu Sampel 2 25

Tabel 5.6 Kuat Desak Kayu Sampel 3 27

Tabel 5.7 Kuat Desak Kayu Sampel 4 28

Tabel 5.8 Kuat Desak Kayu Sampel 5 30

Tabel 6.1 Hubungan Beban Maksimum – (L_1/d) 89

Tabel 6.2 Hasil Uji Kuat Desak Batang Tunggal 92

Tabel 6.3 P_{cr} Berdasarkan Modulus Elastisitas Hasil Penelitian 92

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Kuat Desak Masing-masing Sampel

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/A/1 Dial I dan Dial IV 97

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/A/1 Dial II dan Dial III 98

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/A/1 Dial V dan Dial VI 99

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/B/1 Dial I dan Dial IV 100

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/B/1 Dial II dan Dial III 101

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/B/1 Dial V dan Dial VI 102

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/C/1 Dial I dan Dial IV 103

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/C/1 Dial II dan Dial III 104

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/C/1 Dial V dan Dial VI 105

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/A/2 Dial I dan dial IV 106

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/A/2 Dial II dan Dial III 107

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/A/2 Dial V dan Dial VI 108

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/B/2 Dial I dan Dial IV 109

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/B/2 Dial II dan Dial III 110

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/B/2 Dial VI 110

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/C/2 Dial I dan Dial IV 111

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/C/2 Dial II dan Dial III 112

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/C/2 Dial V dan Dial VI 113

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/A/3 Dial I dan Dial IV 114

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/A/3 Dial II dan Dial III 115

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/A/3 Dial V dan Dial VI 116
Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/B/3 Dial I dan Dial IV 117
Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/B/3 Dial II dan Dial III 118
Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/B/3 Dial V dan Dial VI 119
Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/C/3 Dial I dan Dial IV 120
Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/C/3 Dial II dan Dial III 121
Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/C/3 Dial V dan Dial VI 122
Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/A/4 Dial I dan Dial IV 123
Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/A/4 Dial II dan Dial III 124
Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/A/4 Dial V dan Dial VI 125
Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/B/4 Dial I dan Dial IV 126
Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/B/4 Dial II dan Dial III 127
Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/B/4 Dial V dan Dial VI 128
Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/C/4 Dial I dan Dial IV 129
Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/C/4 Dial II dan Dial III 130
Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/C/4 Dial V dan Dial VI 131
Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/A/5 Dial I dan Dial IV 132
Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/A/5 Dial II dan Dial III 133
Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/A/5 Dial V dan Dial VI 134
Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/B/5 Dial I dan Dial IV 135
Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/B/5 Dial II dan Dial III 136
Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/B/5 Dial V dan Dial VI 137
Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/C/5 Dial I dan Dial IV 138

Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/C/5 Dial II dan Dial III 139

Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/C/5 Dial V dan Dial VI 140

Lampiran 2 Tabel Kuat Desak Batang Tunggal

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 100 cm 141

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 130 cm 141

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 160 cm 142

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 190 cm 142

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 220 cm 142

Lampiran 3 Hasil Perhitungan P_{max} Teoritis menurut PKKI 1961 dan Suwarno

P_{max} untuk L = 100 cm 143

P_{max} untuk L = 130 cm 144

P_{max} untuk L = 160 cm 145

P_{max} untuk L = 190 cm 146

P_{max} untuk L = 220 cm 147

Lampiran 4 Hasil Perhitungan P_{cr} berdasarkan Modulus Elastisitas Kayu Hasil Penelitian

P_{cr} untuk E_1 dan L = 100 cm 148

P_{cr} untuk E_2 dan L = 100 cm 149

P_{cr} untuk E_3 dan L = 100 cm 150

P_{cr} untuk E_4 dan L = 100 cm 151

P_{cr} untuk E_5 dan L = 100 cm 152

P_{cr} untuk E_1 dan L = 130 cm 153

P_{cr} untuk E_2 dan L = 130 cm 154

P_{cr} untuk E_3 dan L = 130 cm 155

P_{cr} untuk E_4 dan L = 130 cm 156

P_{cr} untuk E_5 dan L = 130 cm 157

P_{cr} untuk E_1 dan L = 160 cm 158

P_{cr} untuk E_2 dan L = 160 cm 159

P_{cr} untuk E_3 dan L = 160 cm 160

P_{cr} untuk E_4 dan L = 160 cm 161

P_{cr} untuk E_5 dan L = 160 cm 162

P_{cr} untuk E_1 dan L = 190 cm 163

P_{cr} untuk E_2 dan L = 190 cm 164

P_{cr} untuk E_3 dan L = 190 cm 165

P_{cr} untuk E_4 dan L = 190 cm 166

P_{cr} untuk E_5 dan L = 190 cm 167

P_{cr} untuk E_1 dan L = 220 cm 168

P_{cr} untuk E_2 dan L = 220 cm 169

P_{cr} untuk E_3 dan L = 220 cm 170

P_{cr} untuk E_4 dan L = 220 cm 171

P_{cr} untuk E_5 dan L = 220 cm 172

P_{cr} untuk E_r dan L = 100 cm 173

P_{cr} untuk E_r dan L = 130 cm 174

P_{cr} untuk E_r dan L = 160 cm 175

P_{cr} untuk E_r dan L = 190 cm 176

P_{cr} untuk E_r dan L = 220 cm 177

DAFTAR NOTASI

A : luas tampang, cm^2

a : jarak antar batang tunggal, cm

b : lebar tampang kayu, cm

h : tinggi tampang, 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 inersia arah y

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_1 : jarak klos, cm

MC : kadar lengas kayu, %

P : beban, kg

P_{cr} : beban maksimum yang masih dapat dipikul material, kg

V : volume, cm^3

W : berat, gr

W_0 : berat kering udara, gr

W_1 : berat kering tungku, gr

β : faktor bentuk, 1,2

ε : regangan

ε_p : regangan sebanding

γ : berat volume, kg/cm^3

χ : angka kelangsingan

σ : tegangan, kg/cm^2

σ_p : tegangan sebanding, kg/cm^2

ω : faktor tekuk

INTISARI

Indonesia merupakan salah satu negara yang dikenal kaya akan berbagai macam jenis kayu. Keaneka ragaman jenis kayu ini masih belum dimanfaatkan secara optimal terutama dalam bidang konstruksi. Pengetahuan tentang kayu sebagai salah satu material struktur bangunan sipil masih kurang dikembangkan. Hal ini dikarenakan kurangnya penelitian tentang teknologi kayu.

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 tidak 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 klos, sehingga diperoleh kekuatan desak yang maksimal serta jarak klos yang efektif. Kayu yang digunakan adalah kayu bangkirai, dengan klas kuat kayu I yang diberi klos genap. Sambungan yang dipakai pada setiap klos adalah alat sambung paku.

Penelitian dilakukan dengan memberi beban aksial pada batang ganda yang diberi klos dengan jarak yang berbeda. Variasi jarak klos yang diuji adalah 30cm, 40cm, 50cm, 60cm, dan 70cm dengan tiga buah sampel untuk tiap variasi jarak. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pada jarak klos (L_1/d)=12,5 atau jarak klos 50cm diperoleh beban maksimal 16 ton.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kayu sebagai salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan di Indonesia, antara lain untuk keperluan bangunan gedung, rumah tinggal, jembatan, bantalan rel kereta api dan lain-lain. Berbagai keuntungan yang diperoleh dari kayu sebagai bahan struktur bangunan adalah ketahanan terhadap gempa. Disamping itu ditinjau dari segi arsitektur, bangunan dari kayu memiliki nilai estetika yang tinggi. Jika dibanding dengan konstruksi baja atau beton secara ekonomis, konstruksi kayu dengan daya dukung yang sama memiliki harga ±25% sampai 40% lebih murah (*Suwarno, 1982*). Hal ini tentu saja ditinjau pula pada lokasi dimana kayu mudah diperoleh. Karena bisa terjadi pada suatu daerah tertentu sukar memperoleh material kayu dibanding dengan material beton atau baja. Contohnya di Jakarta lebih sulit mendapatkan kayu bila dibandingkan dengan di daerah seperti Sumatera atau Kalimantan. Apabila pada suatu daerah dimana material–material tersebut dapat diperoleh sama mudahnya maka secara ekonomis kayu jauh lebih hemat. Kayu juga mudah untuk dikerjakan terutama untuk pelaksanaan di lapangan. Hal itu karena kayu mudah dipotong, dibentuk ataupun diaplikasikan secara cepat. Jika suatu struktur

secara keseluruhan menggunakan kayu sebagai komponen utama maka berat total struktur akan jauh lebih kecil dibanding jika struktur tersebut menggunakan material yang lain (baja dan beton), sehingga penelitian-penelitian tentang kayu yang dirasa masih sedikit perlu lebih dikembangkan, karena sebagai negara tropis Indonesia kaya akan aneka ragam jenis kayu yang memiliki sifat-sifat beragam.

Pada konstruksi rangka batang *(truss)* terdapat banyak batang yang dibebani desakan seperti pada kolom, rangka kuda-kuda dan lainnya. Apabila gaya aksial desak cukup besar maka kekuatan batang tunggal yang umum tersedia tidak memadai. Pada batang tunggal jika kekuatan yang tersedia tidak memadai, akan terjadi bahaya tekuk *(buckling)*. Untuk menghindari bahaya tekuk pada batang tunggal maka digunakan 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 untuk memperkecil bahaya tekuk yang terjadi.

Dengan membuat batang ganda, maka momen inersia (I) batang menjadi lebih besar, sehingga diharapkan kuat tekannya menjadi lebih besar.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan tujuan mempelajari pola kerusakan akibat pembebanan searah serat dan kekuatan batang ganda untuk berbagai variasi jarak klos sehingga mendapatkan jarak klos yang optimal.

1.3 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui :

1. Jarak efektif klos untuk batang ganda yang dibebani searah serat sehingga dapat dihindari pemborosan peletakan klos. Selain itu dapat diketahui pula kekuatan batang ganda jika dibandingkan batang tunggal dalam menerima beban desak.
2. Menambah alternatif sebagai masukan bagi permasalahan yang berhubungan dengan batang desak batang ganda sehingga diharapkan hasil yang diperoleh lebih optimal.
3. Menambah pengetahuan pembaca tentang konstruksi kayu yang masih jarang dilakukan penelitiannya.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian maka perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

1. Kayu yang digunakan adalah kayu bangkirai (*Shorea laevifolia Endert*).
2. Sambungan yang digunakan adalah sambungan paku tampang dua.
3. Dimensi benda uji adalah (b/h) : 4/6 cm untuk batang ganda, dengan panjang batang (L) : L=100 cm, L= 130 cm, L= 160 cm, L=190 cm dan L= 220 cm.
4. Dimensi atau klos adalah : 4/6 cm dengan L = 10 cm.
5. Jumlah klos adalah genap yaitu 4 klos. Dua klos di ujung batang dan dua klos lainnya di tengah bentang.

6. Variasi jarak klos adalah : L_1 = 30 cm, L_1 = 40 cm, L_1 = 50cm, L_1 = 60 cm dan L_1 = 70 cm.
7. Diameter paku yang digunakan adalah D = 3,05 mm.
8. Ukuran paku yang digunakan : 2,5" BWG 11.
9. Jumlah paku pada klos adalah : 4 buah.
10. Batang hanya dibebani beban aksial desak sentris searah serat.

1.5 Lokasi Penelitian

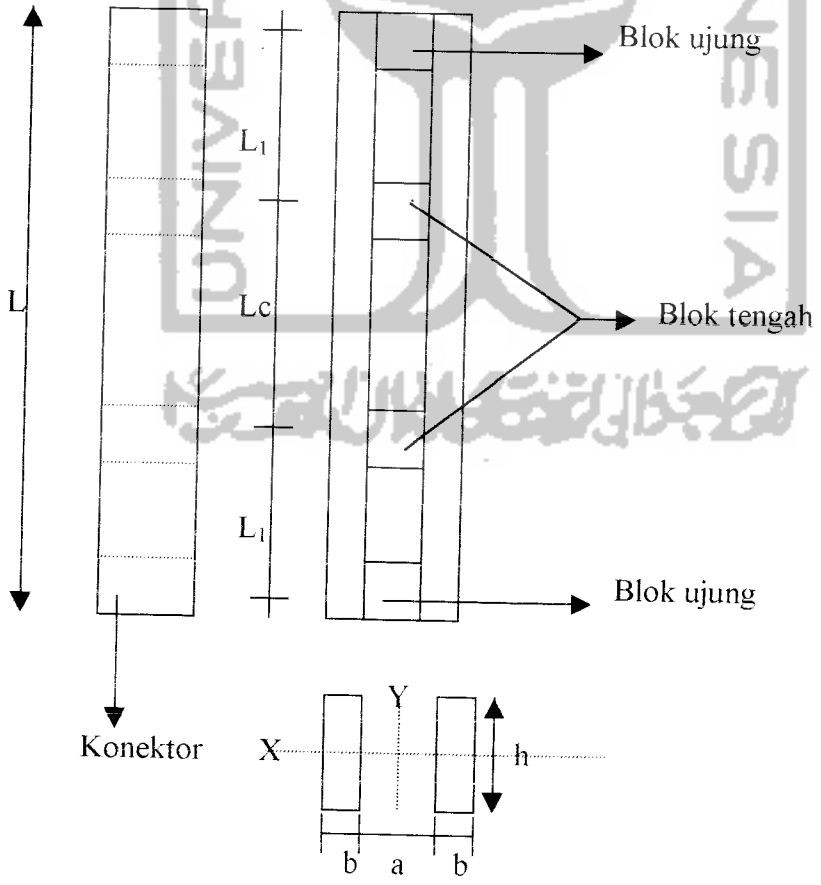
Lokasi penelitian dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia dan Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Spasi Kolom dari Timber Designers' Manual

Spasi kolom dibentuk dari dua atau lebih batang-batang individu atau batang tunggal yang dipisahkan pada ujung-ujungnya dan yang pada pertengahan bentangnya dipisahkan oleh blok-blok kayu yang disebut klos, seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Batang Ganda dengan Klos

Keterangan : L = panjang keseluruhan dari batang.

L_1 = jarak antara pusat blok ujung sampai pusat blok spasi tengah terdekat.

Lc = jarak antara pusat blok tengah ke pusat blok tengah lain.

2.2 Hasil Penelitian Menurut Suwarno Wiryomartono (1982)

Dalam menentukan dukungan terhadap bahaya tekuk dalam arah // 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 blok-blok spasi (*spacer block*).

Dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan, menurut *Suwarno (1982)* dapat diambil 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 faktor 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. $^1/_{12}$ bh^3 dan karena luas dimensi batang ganda (F) = 2.bh, maka didapat i_x = 0,289h.

2.3 Spasi Kolom Menurut German 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 panjang 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 dari jarak *c*, yang merupakan variabel yang penting. Sedangkan lebar batang penghubung harus sama dengan lebar batang tunggalnya. Penyambungan blok spasi dengan batang-batang tunggalnya biasanya dilakukan dengan alat sambung baut atau paku.

2.4 Spasi Kolom Menurut Judith J. Stalnaker dan Ernest C. 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 Keith J. Faherty

Spasi kolom terdiri dua atau lebih batang-batang individu dengan batang longitudinalnya paralel dan dipisahkan di ujung serta di tengah bentang oleh blok. Batang-batang individu dihubungkan di ujung-ujung batang dengan penghubung yang mampu meningkatkan kemampuan geser yang disyaratkan antara batang-batang penyusun dan blok atau klos. Jika hanya ada sebuah blok spasi yang tersedia di pusat bentang batang, hanya diperlukan penghubung baut. Apabila 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.

2.6 Alat Sambung Paku

Dalam penelitian ini digunakan alat sambung paku untuk sambungan antara klos dengan batang desaknya. Paku termasuk alat sambung tertua disamping baut. Paku-paku tersebut biasanya terbuat dari baja Thomas, yang mempunyai $\sigma_{dsk,\ max}$ = 6000–8000 kg/cm^2 dan $\delta_{lt\ max}$ = 8000–12000 kg/cm^2. Di Indonesia, macam paku yang banyak digunakan adalah paku tampang bulat (*Suwarno, 1976*).

2.7 Faktor Tekuk

Batang tekan harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga terjamin stabilitasnya (tidak ada bahaya tekuk). Dalam PKKI 1961, hal ini diperlihatkan dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{P \cdot \omega}{F_{br}} \leq \bar{\sigma}_{tk//}$$

σ = tegangan yang timbul.

P = beban pada batang.

ω = faktor tekuk.

F_{br} = luas tampang bruto.

Besar ω diambil dari daftar III PKKI 1961 yang sesuai dengan λ dari batang tersebut, sedang besar $\bar{\sigma}_{tk//}$ diambil dari daftar II. Untuk kayu yang sudah diketahui kelas kuatnya, tegangan tekuk yang diperkenankan pada batang tekan yang angka kelangsingannya (λ) sudah diketahui, dapat langsung diambil dari daftar III tersebut atau diagram II.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Data Karakteristik Kayu

Untuk mengetahui karakteristik kayu atau bahan yang akan digunakan pada penelitian ini perlu dilakukan pengujian yang meliputi pengujian kadar lengas serta tegangan bahan.

3.1.1 Pengujian Kadar Lengas Kayu

Kadar lengas kayu *(moisture content)* adalah perbandingan antara berat kandungan air dalam kayu dengan berat kayu kering tungku. Untuk mengetahui kandungan air dalam kayu, sejumlah sampel kayu ditimbang (W_o), kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105° C selama ±5 hari atau hingga beratnya konstan, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali (W_1).

$$MC = \frac{W_o - W_1}{W_1} \times 100\ \% \qquad (3.1)$$

3. 1. 2 Pengujian Tegangan Bahan

Pada penelitian ini pengujian tegangan bahan yang akan dilakukan meliputi pengujian kuat desak kayu. Tegangan adalah besar gaya yang bekerja pada tiap satuan luas tampang benda.

$$\sigma_{dsk} = \frac{P}{A} \qquad (3.2)$$

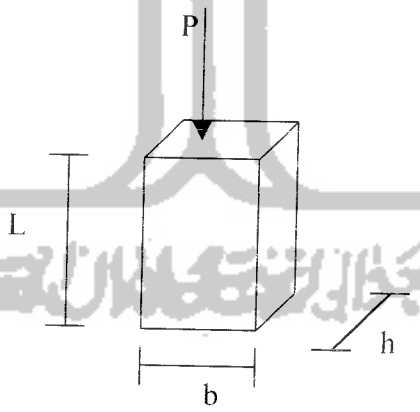
dengan : σ = tegangan, (kg/cm^2).

P = gaya yang bekerja, (kg).

A = luas tampang, (cm^2).

3.1.3 Pengujian Kuat Desak Kayu

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya searah serat kayu. Kayu yang akan diuji kuat desaknya dipasang alat *dial gauge* dan kemudian dipasang pada mesin desak untuk diberi gaya desak. Bentuk sampel kayu yang akan diuji kuat desaknya dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gb 3.1 Sampel Uji Desak Kayu

3.1.4 Berat Volume dan Berat Jenis Bahan

Berat volume adalah perbandingan antara berat benda dengan volume benda. Untuk pengukuran berat volume kayu dilakukan pada kondisi kering udara dan kering tungku.

$$\gamma = \frac{W}{V} \qquad (3.3)$$

dengan : γ = berat volume benda, (gr/cm^3)

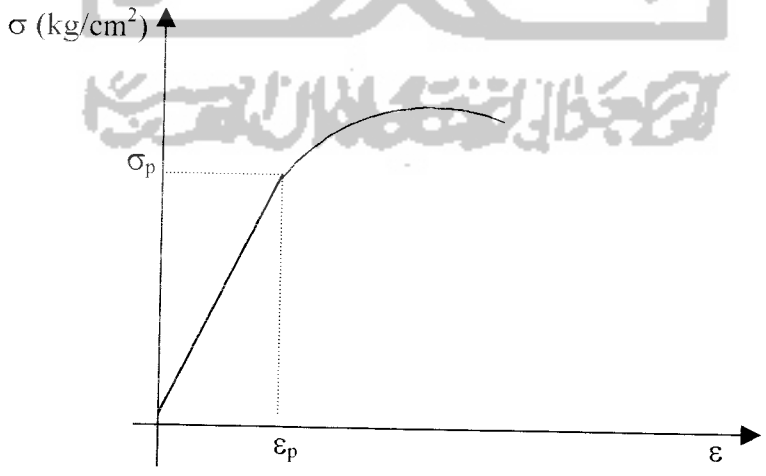
W = berat benda, (gr)

V = volume benda, (cm^3)

3.1.5 Penentuan Modulus Elastisitas (E) Kayu

Modulus elastisitas (E) kayu dapat diperoleh dari diagram tegangan-regangan uji desak kayu yaitu dengan cara membandingkan tegangan dengan regangan kayu pada batas proporsional.

$$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} \qquad (3.4)$$



Gambar 3.2 Grafik Tegangan-Regangan

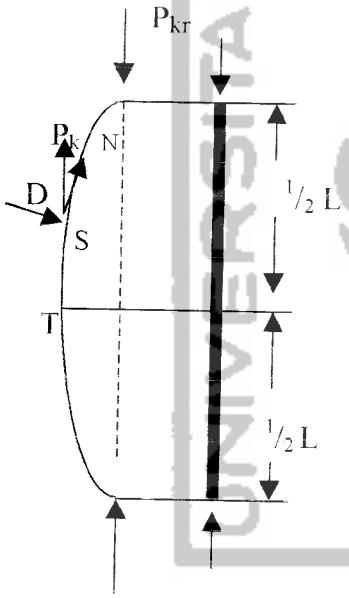
dengan : E = modulus elastisitas, (kg/cm^2)

σ_p = tegangan sebanding, (kg/cm^2)

ε_p = regangan sebanding.

3.2 Jarak Klos

Pada batang desak, pada saat dibebani akan tertekuk seperti pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 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 alat sambung. Dimana alat sambung dan klos tersebut berkewajiban mendukung gaya lintang D itu. Dari gambar di atas 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 batang, karena di titik itu gaya lintang nol, sehingga perangkai bekerja tidak efektif. Jumlah perangkai hendaknya genap dan ditempatkan pada jarak antara yang sama. Demikian pula pada ujung-ujung batang harus diberi klos, karena di titik-titik itu gaya lintang mencapai maksimum.

3.3 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. 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 tehadap pengurangan kekuatan batang desak sebanding dengan deformasi yang ditimbulkan oleh gaya geser. *Leonhard Euler (1744)* menyatakan pada batang tunggal, keruntuhan yang terjadi akibat tekuk sering terjadi pada batang tekan yang langsing. Gaya tekuknya dihitung berdasar rumus :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 . EI}{L_k} \qquad (3.4)$$

Pada batang tersusun, berlaku rumus :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2 EI}{L^2}} \qquad (3.5)$$

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

Dengan : β = faktor untuk memperhitungkan tegangan tidak merata.

E = modulus elastisitas bahan.

I = momen inersia.

L = panjang batang.

G = modulus geser.

A = luas penampang

Dari rumus Euler tentang batang tersusun dapat dilihat bahwa kekuatan beban kritis pada batang tunggal dikalikan dengan suatu faktor batang tersusun yang nilainya lebih kecil dari 1, sehingga menjadi suatu faktor 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 dari pada 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.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kayu

   Dalam penelitian ini digunakan kayu bangkirai *(Shorea laevifolia Endert)* yang umum dipakai sebagai bahan konstruksi di Indonesia. Digunakan sebagai bahan batang tunggal, batang ganda, dan klos.

2. Paku

   Alat sambung menggunakan paku dengan ukuran 2,5″ BWG 11, diameter paku 3,05 mm dan panjang paku 63 mm.

4.2 Model Benda Uji

Model benda uji berupa batang ganda yang disambung dengan klos, dengan ukuran batang 4/6 cm dan panjang batang (L) menyesuaikan dengan jarak klos. Sedangkan klos menggunakan ukuran 4/6 cm dan L = 10 cm skala penuh yang disambung dengan alat sambung paku sebanyak 4 buah paku. Model dibuat sebanyak 15 buah yaitu :

1. tiga buah sampel untuk jumlah klos empat, dengan L = 100 cm.
2. tiga buah sampel untuk jumlah klos empat, dengan L = 130 cm.

3. tiga buah sampel untuk jumlah klos empat, dengan L = 160 cm.
4. tiga buah sampel untuk jumlah klos empat, dengan L = 190 cm.
5. tiga buah sampel untuk jumlah klos empat, dengan L = 220 cm.

Keseluruhan sampel diuji. Panjang benda uji (L), dibuat dengan skala penuh. Penamaan benda uji disusun berdasarkan panjang batang, kode sampel dan nomor urut benda uji. Sebagai contoh : 1,0 m / A / 1, artinya batang dengan panjang 1 m, dengan kode sampel A dan nomor urut pengujian 1.

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 sebagai berikut :

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 2000 KN.

2. *Hydraulic Jack*

   Alat ini dipakai untuk memberikan pembebanan pada benda uji yang mempunyai kapasitas maksimum 30 ton, merk MEGA.

3. *Loading Frame*

   Untuk keperluan penelitian akan digunakan *loading frame* dari bahan baja profil WF 450x200x9x14.

4. Oven

   Oven digunakan untuk mengeringkan kayu yang akan diuji kadar lengasnya.

5. *Dial Gauge*

Dial gauge digunakan untuk mengukur defleksi yang terjadi pada kayu.

6. Timbangan

Digunakan untuk menimbang benda uji yang akan diuji kadar lengasnya.

7. Mistar dan Kaliper

Mistar dari logam digunakan untuk mengukur variasi jarak klos dan penempatan klos secara tepat, dimensi sampel kayu, dan lain-lain. Sedangkan kaliper digunakan untuk mengukur benda uji yang akan diuji kadar lengasnya, diameter paku, dan lain-lain.

4.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

1. Tahap Perumusan Masalah

Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan serta 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 Struktur UII dan Laboratorium Struktur UGM, yang meliputi :

a. Pengumpulan data dan bahan,

b. Pembuatan model benda uji,

c. Persiapan peralatan,

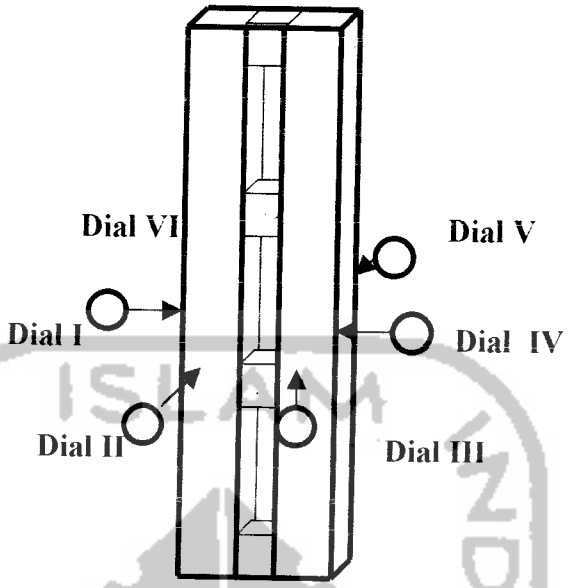
d. Pemeriksaan karakteristik bahan kayu, yang meliputi uji kuat desak kayu dan uji kadar lengas kayu.

e. Penataan model benda uji pada alat desak, sedemikian rupa sehingga memungkinkan terjadi defleksi dalam arah sumbu bebas bahan dan sumbu bahan, benda uji ditekan dalam posisi berdiri.

f. Pengujian model benda uji, pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan sentris terhadap model benda uji secara perlahan sampai terjadi kerusakan pada benda uji tersebut.

g. Defleksi yang terjadi terbaca melalui alat *dial gauge* yang diletakkan tepat di tengah bentang batang benda uji. *Dial gauge* diletakkan pada semua sisi batang (enam *dial*). Penempatan dial ditetapkan sebagai berikut :

- Untuk sisi sumbu bebas bahan (sumbu Y) tercatat dengan *dial* nomor 2 dan 3 untuk satu sisi, serta 5 dan 6 untuk sisi berlawanan.
- Untuk *dial* nomor 1 dan 4 adalah saling berlawanan untuk mencatat dalam arah sumbu bahan (sumbu X).



Gambar 4.1 Pelaksanaan Pengujian

4. Tahap Analisa dan Pembahasan

Analisa dilakukan terhadap hasil pengujian laboratorium. Hasil pengujian dicatat kemudian dibuat grafik korelasi antara kelangsingan 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

5.1 Kadar Lengas Kayu

Dari kayu yang digunakan untuk pembuatan sampel penelitian, diambil beberapa potong kayu, yang selanjutnya digunakan untuk mengetahui kadar lengas kayu tersebut. Tabel 5.1 merupakan tabel hasil yang diperoleh dari menimbang potongan kayu yang akan dicari kadar lengasnya. Kadar lengas kayu ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.1 dan kadar lengas kayu ditunjukkan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Berat Sampel untuk uji kadar lengas kayu

Sampel	Dimensi (pxlxt) (cm)	Berat Banda Uji pada hari ke (gr)				
		I	II	III	IV	V
1	5.24 x 5.86 x 3.8	92.2	91.7	91.58	91.5	91.5
2	5.28 x 5.94 x 3.86	89.3	88.9	88.8	88.6	88.6
3	5.12 x 5.9 x 3.87	92.6	91.8	91.6	91.4	91.4
4	5.37 x 5.62 x 3.915	77.7	77.5	77.5	77.5	77.5
5	5.08 x 5.88 x 4.19	81.9	81.7	81.6	81.5	81.5

Perhitungan Kadar Lengas : $MC = \frac{Wo - W1}{W1} \times 100\ \%$

Tabel 5.2 Kadar Lengas Kayu

Sampel	Berat Kering Udara (W_o) (gr)	Berat Kering Tungku (W_1) (gr)	Kadar Lengas (MC) (%)
1	92,2	91,5	0,765
2	89,3	88,6	0,79
3	92,6	91,4	1,3129
4	77,7	77,5	0,258
5	81,9	81,5	0,491
Kadar lengas kayu rata-rata			0,72338

5.2 Berat Volume Kayu

Dari pengukuran potongan kecil kayu didapat berat volume kayu, seperti pada Tabel 5.3. Pengukuran berat volume kayu dilakukan pada kondisi kayu kering udara dan ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.3.

Tabel 5.3 Berat Volume Kayu

Sampel	Dimensi (pxlxt) (cm)	Volume (V) (cm^3)	Berat (W) (gr)	Berat Volume (γ) (gr/cm^3)
1	5,24 x 5,86 x 3,8	116,68432	92,2	0,790166
2	5,28 x 5,94 x 3,86	121,06195	89,3	0,737639
3	5,12 x 5,9 x 3,87	116,90496	92,6	0,792096
4	5,37 x 5,62 x 3,915	118,15235	77,7	0,657626
5	5,08 x 5,88 x 4,19	125,15698	81,9	0,654378

5.3 Mutu Kayu

Dilihat dari hasil pengujian karakteristik kayu diperoleh data sebagai berikut:

1. kadar lengas kayu rata - rata : 0,72338 %
2. besar mata kayu : $d_1 = 0$; $d_2 = 0$
3. wanvlak : e = 0
4. miring arah serat : 1/20
5. retak – retak dalam arah radial : $h_r = 0$; $h_t = 0$

Dari data di atas, berdasarkan PKKI 1961 tentang mutu kayu, maka kayu tersebut termasuk dalam kayu mutu A.

5.4 Modulus Elastisitas Kayu

Modulus Elastisitas kayu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.3. Hitungan Modulus Elastisitas kayu tersebut sebagai berikut.

1. Sampel 1

   Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 1 dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.1.

   Panjang mula – mula (Lo) = 20,1 cm

   Luas : lebar x tebal

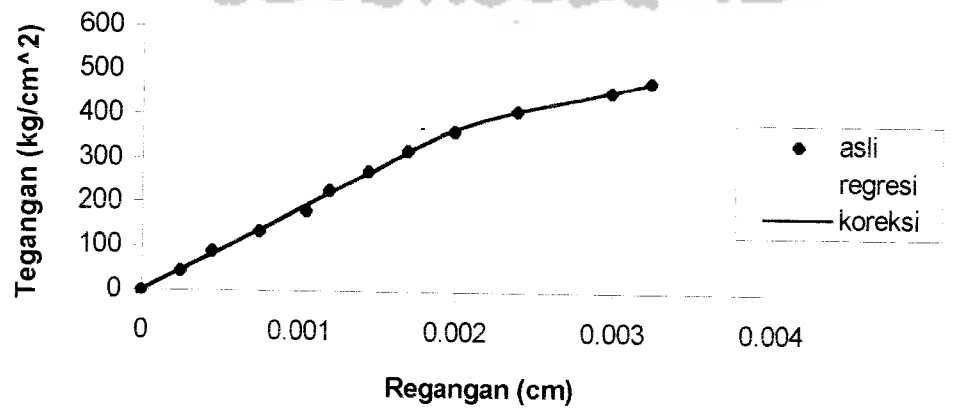
   = 5,86 x 3,80

   = 22,268 cm^2

Tabel 5.4 Kuat Desak Kayu Sampel 1

BEBAN		Ekstensometer	Tegangan	Regangan	Regangan	Regangan
KN	Kg	Mm	(kg/cm^2)	Asli	Regresi	Koreksi
0	0	0	0	0	0	0
10	1019,368	0,05	45,77726	0,000249	0,00024	0,00024
20	2038,376	0,09	91,53835	0,000448	0,00049	0,00049
30	3058,104	0,15	137,3318	0,000746	0,00073	0,00073
40	4077,472	0,21	183,109	0,001045	0,00098	0,00098
50	5096,84	0,24	228,8863	0,001194	0,00122	0,00122
60	6116,208	0,29	274,6636	0,001443	0,00147	0,00147
70	7135,576	0,34	320,4408	0,001692	0,001710	0,00171
80	8154,944	0,4	366,2181	0,00199	0,001960	0,00196
90	9174,312	0,48	411,9953	0,002388	0,002388	0,002388
100	10193,68	0,6	457,7726	0,002985	0,002985	0,002985
105	10703,36	0,65	480,6612	0,003234	0,003234	0,003234

Gambar 5.1 Diagram Tegangan-Regangan Kayu Sampel 1



Batas sebanding : $\sigma_p = 366{,}21807\ kg/cm^2$

$\varepsilon_p = 0{,}00196$

Modulus Elastisitas Kayu :

$$E = \frac{366{,}21807}{0{,}00196}$$

$$= 186845{,}954082\ kg/cm^2$$

2. Sampel 2

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.2.

Panjang mula – mula (Lo) = 20,25 cm

Luas : lebar x tebal

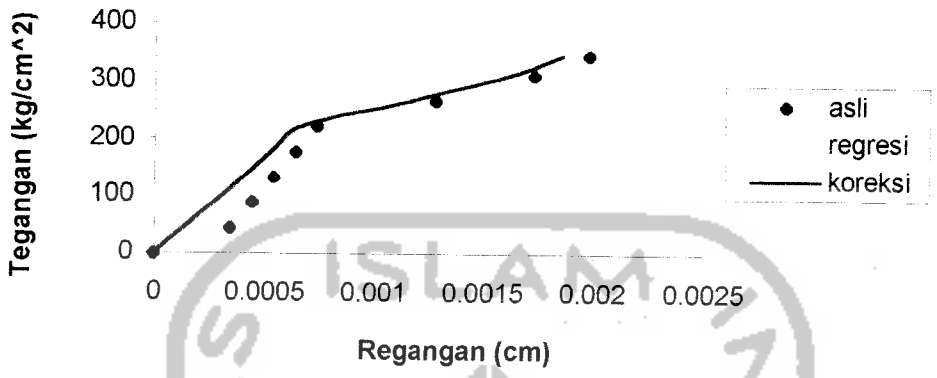
= 5,94 x 3,86

= 22,9284 cm^2

Tabel 5.5 Kuat Desak Kayu Sampel 2

BEBAN		Ekstensometer	Tegangan	Regangan	Regangan	Regangan
KN	Kg	Mm	(kg/cm^2)	Asli	Regresi	Koreksi
0	0	0	0	0	0,00012	0
10	1019,368	0,07	44,45875	0,000346	0,00025	0,00013
20	2038,376	0,09	88,9018	0,000444	0,00039	0,00027
30	3058,104	0,11	133,3762	0,000543	0,00052	0,0004
40	4077,472	0,13	177,835	0,000642	0,00065	0,00053
50	5096,84	0,15	222,2937	0,000741	0,00079	0,00067
60	6116,208	0,26	266,7525	0,001284	0,001284	0,001164
70	7135,576	0,35	311,2112	0,001728	0,001728	0,001608
78	7951,07	0,4	346,7782	0,001975	0,001975	0,001855

Gambar 5.2 Diagram Tegangan-Regangan Kayu Sampel 2



Batas sebanding : σ_p = 222,293747 kg/cm^2

ε_p = 0,00074074

Modulus Elastisitas Kayu :

$$E = \frac{222,293747}{0,00074074}$$

= 300096,8585 kg/cm^2

3. Sampel 3

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 3 dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.3.

Panjang mula – mula (Lo) = 20,1 cm

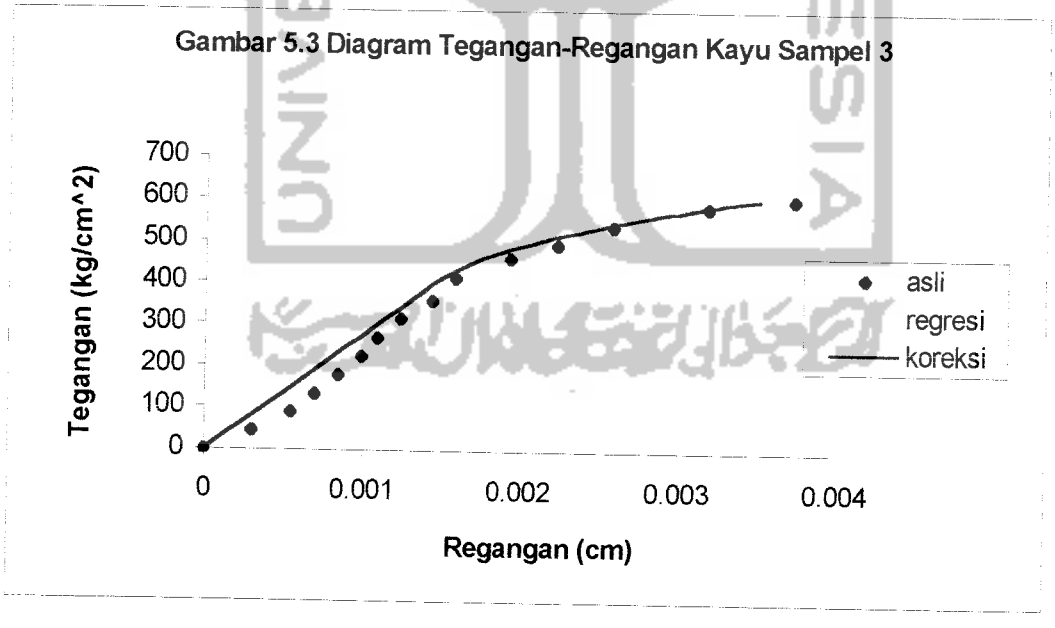
Luas : lebar x tebal

= 5,9 x 3,87

= 22,833 cm^2

Tabel 5.6 Kuat Desak Kayu Sampel 3

BEBAN		Ekstensometer	Tegangan	Regangan	Regangan	Regangan
KN	Kg	Mm	(kg/cm^2)	Asli	Regresi	Koreksi
0	0	0	0	0	0,00014	0
10	1019,368	0,06	44,64451	0,000299	0,0003	0,00016
20	2038,376	0,11	89,27324	0,000547	0,00047	0,00033
30	3058,104	0,14	133,9335	0,000697	0,00063	0,00049
40	4077,472	0,17	178,578	0,000846	0,00079	0,00065
50	5096,84	0,2	223,2225	0,000995	0,00095	0,00081
60	6116,208	0,22	267,867	0,001095	0,00112	0,00098
70	7135,576	0,25	312,5115	0,001244	0,00128	0,00114
80	8154,944	0,29	357,156	0,001443	0,00144	0,0013
90	9174,312	0,32	411,9953	0,001592	0,00164	0,0015
100	10193,68	0,39	457,7726	0,00194	0,0019	0,00176
110	11213,05	0,45	491,0896	0,002239	0,00217	0,00203
120	12232,42	0,52	535,7341	0,002587	0,00265	0,00251
130	13251,78	0,64	580,3786	0,003184	0,00328	0,00314
135	13761,47	0,75	602,7008	0,003731	0,00365	0,00351



Batas sebanding : $\sigma_p = 411{,}99533\ kg/cm^2$

$\varepsilon_p = 0{,}00164$

Modulus Elastisitas Kayu :

$$E = \frac{411{,}99533}{0{,}00164}$$

$$= 251216{,}664634\ kg/cm^2$$

4. Sampel 4

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 4 dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Gambar 5.4.

Panjang mula – mula (Lo) = 19,75 cm

Luas : lebar x tebal

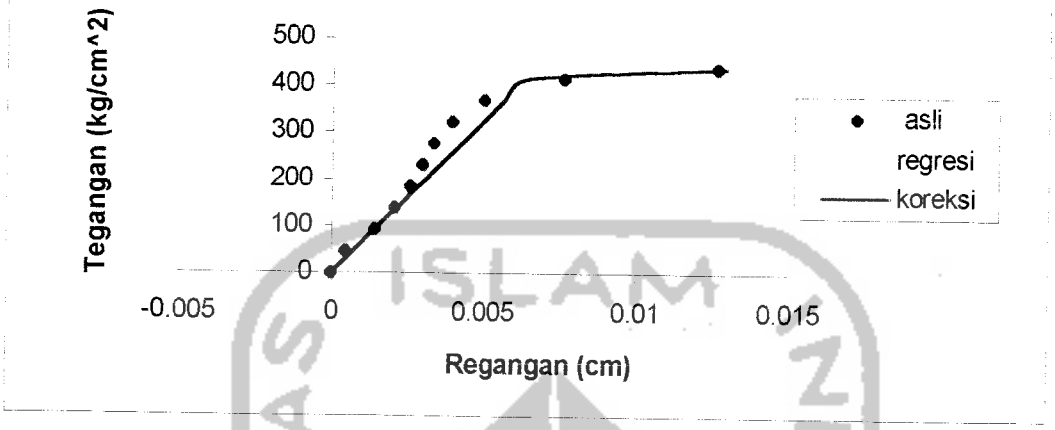
= 5,62 x 3,915

= 22,0023 cm^2

Tabel 5.7 Kuat Desak Kayu Sampel 4

BEBAN		Ekstensometer	Tegangan	Regangan	Regangan	Regangan
KN	Kg	mm	(kg/cm^2)	Asli	Regresi	Koreksi
0	0	0	0	0	-0,00026	0
10	1019,368	0,09	46,33007	0,000456	0,00045	0,00071
20	2038,376	0,28	92,64377	0,001418	0,00117	0,00143
30	3058,104	0,41	138,9902	0,002076	0,00188	0,00214
40	4077,472	0,51	185,3203	0,002582	0,00259	0,00285
50	5096,84	0,59	231,6503	0,002987	0,0033	0,00356
60	6116,208	0,66	277,9804	0,003342	0,00402	0,00428
70	7135,576	0,78	324,3105	0,003949	0,00473	0,00499
80	8154,944	0,99	370,6405	0,005013	0,00544	0,0057
90	9174,312	1,51	416,9706	0,007646	0,00615	0,00641
95	9683,996	2,5	440,1356	0,012658	0,012658	0,012918

Gambar 5.4 Diagram Tegangan-Regangan Kayu Sampel 4



Batas sebanding : $\sigma_p = 370{,}64052 \text{ kg/cm}^2$

$\varepsilon_p = 0{,}00501266$

Modulus Elastisitas Kayu :

$$E = \frac{370{,}64052}{0{,}00501266}$$

$$= 73940{,}885877 \text{ kg/cm}^2$$

5. Sampel 5

Hasil pengujian kuat desak kayu sampel 5 dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Gambar 5.5.

Panjang mula – mula (Lo) = 19,85 cm

Luas : lebar x tebal

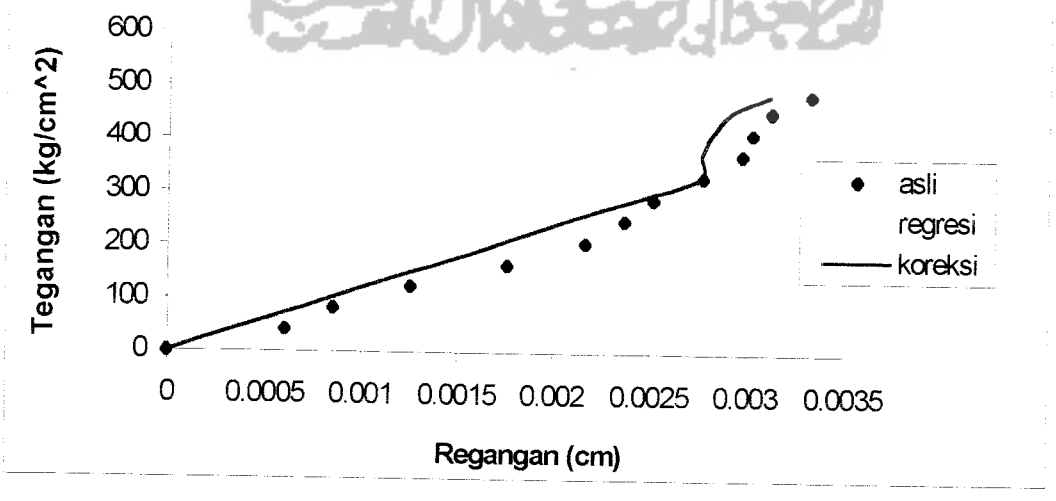
= 5,88 x 4,19

= 24,6372 cm^2

Tabel 5.8 Kuat Desak Kayu Sampel 5

BEBAN		Ekstensometer	Tegangan	Regangan	Regangan	Regangan
KN	Kg	Mm	(kg/cm^2)	Asli	Regresi	Koreksi
0	0	0	0	0	0,00021	0
10	1019,368	0,12	41,37516	0,000605	0,00055	0,00034
20	2038,376	0,17	82,7357	0,000856	0,0009	0,00069
30	3058,104	0,25	124,1255	0,001259	0,00124	0,00103
40	4077,472	0,35	165,5006	0,001763	0,00159	0,00138
50	5096,84	0,43	206,8758	0,002166	0,00194	0,00173
60	6116,208	0,47	248,2509	0,002368	0,00228	0,00207
70	7135,576	0,5	289,6261	0,002519	0,00263	0,00242
80	8154,944	0,55	331,0012	0,002771	0,00297	0,00276
90	9174,312	0,59	372,3764	0,002972	0,002972	0,002762
100	10193,68	0,6	413,7516	0,003023	0,003023	0,002813
110	11213,05	0,62	455,1267	0,003123	0,003123	0,002913
118	12028,54	0,66	488,2268	0,003325	0,003325	0,003115

Gambar 5.5 Diagram Tegangan-Regangan Kayu Sampel 5



Batas sebanding : $\sigma_p = 331{,}001247 \text{ kg/cm}^2$

$\varepsilon_p = 0{,}00276$

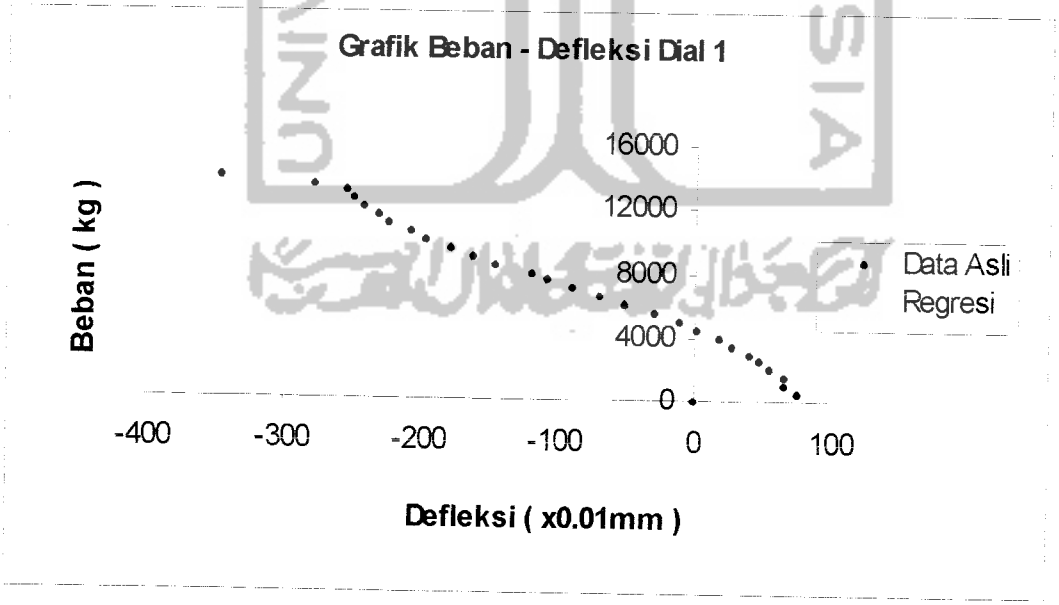
Modulus Elastisitas Kayu :

$$E = \frac{331{,}001247}{0{,}00276}$$

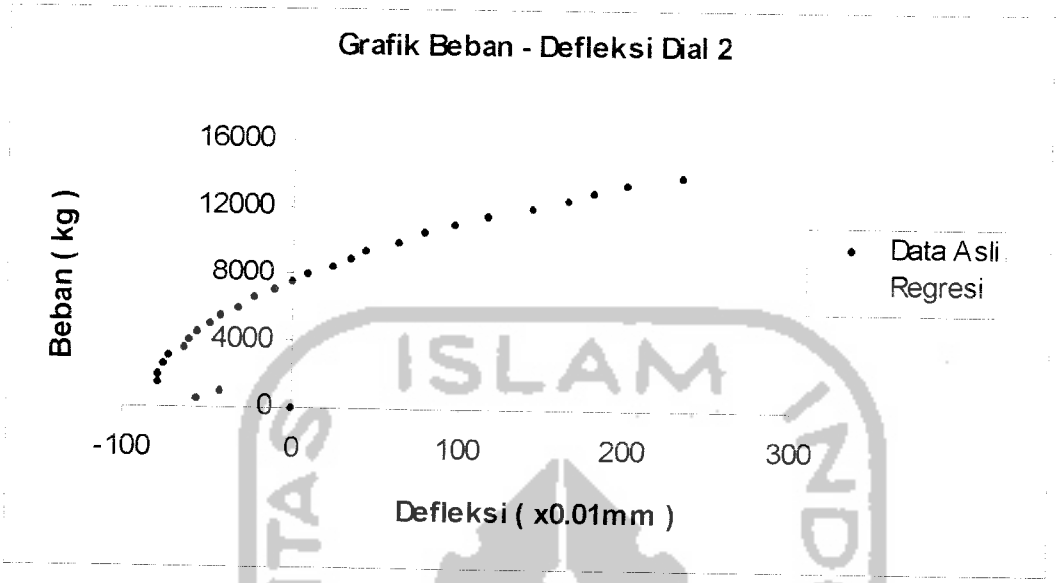
$$= 119927{,}988043 \text{ kg/cm}^2$$

5.5 Kuat Desak Benda Uji

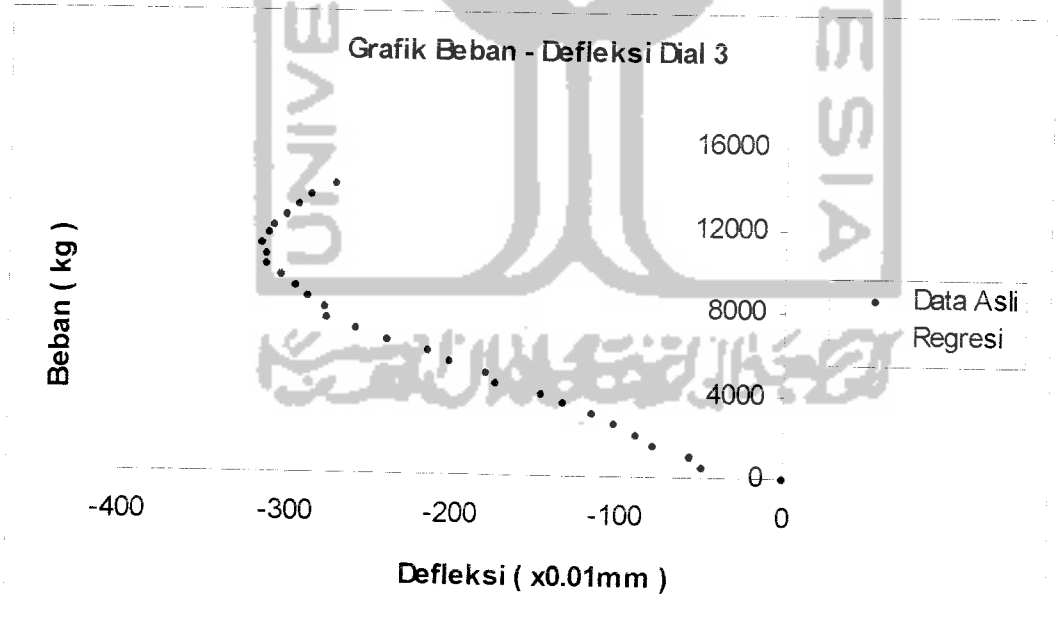
Dari setiap pengujian desak terhadap benda uji, diperoleh diagram hubungan antara besar beban dengan defleksinya (δ), untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar-gambar berikut.



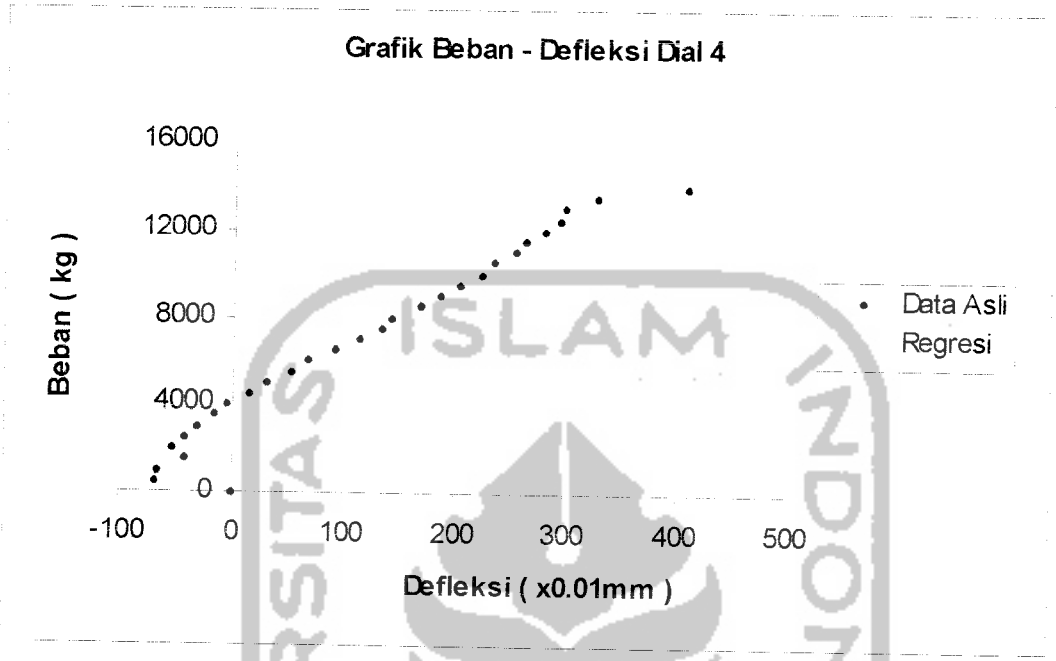
Gambar 5.6 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,0m / A / 1



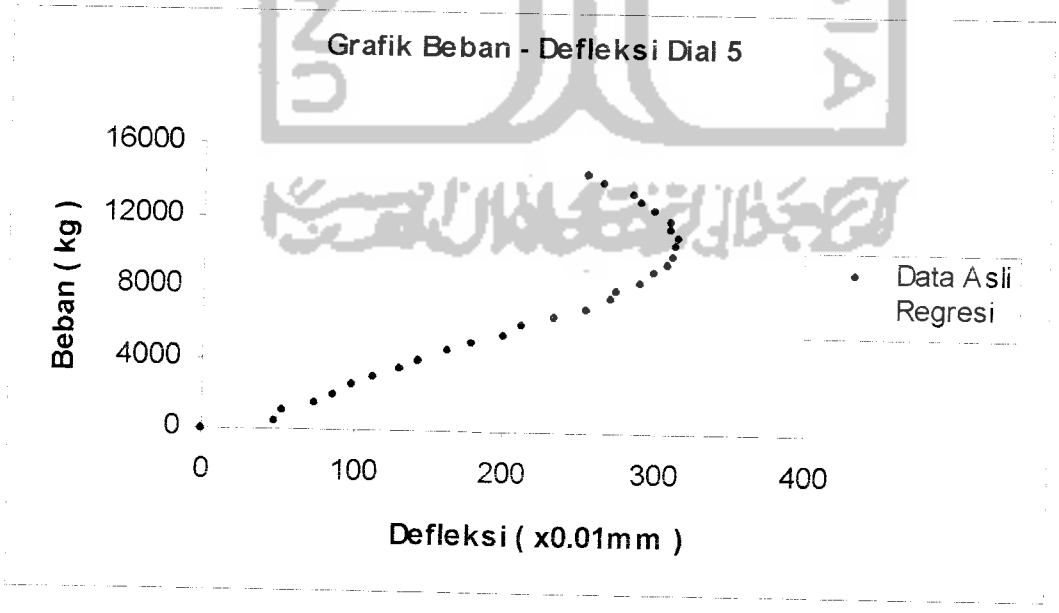
Gambar 5.7 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,0m / A / 1



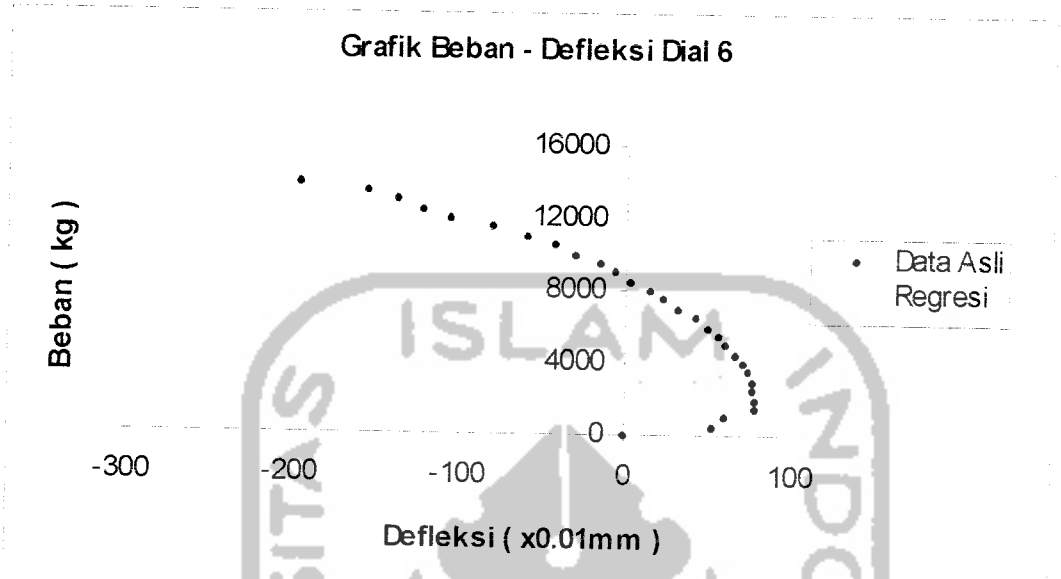
Gambar 5.8 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,0m / A / 1



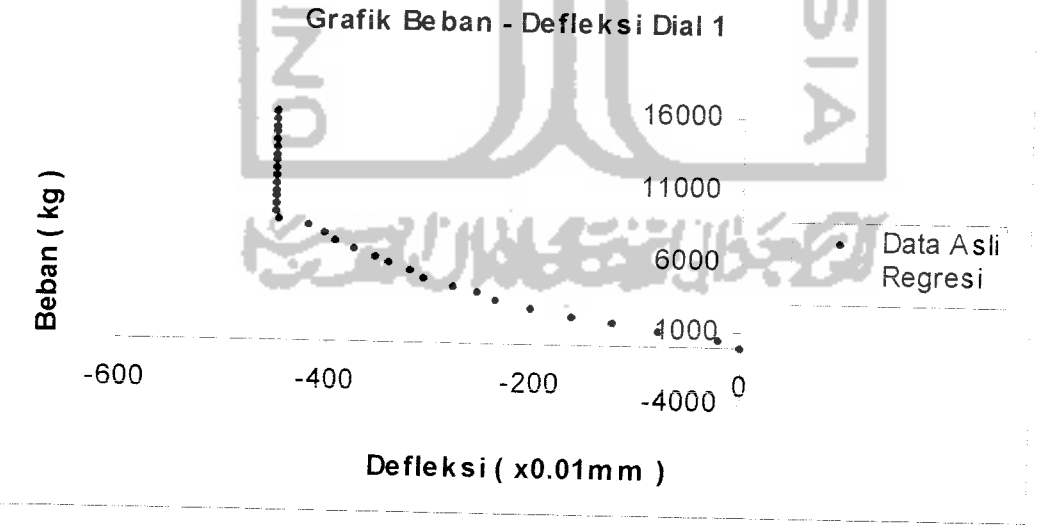
Gambar 5.9 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,0m / A / 1



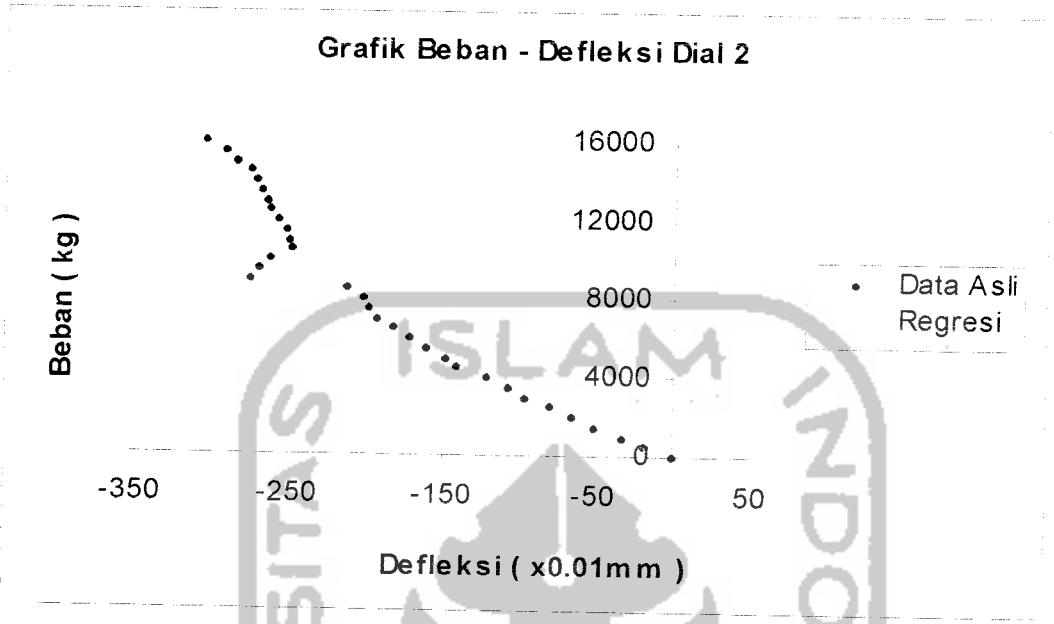
Gambar 5.10 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,0m / A / 1



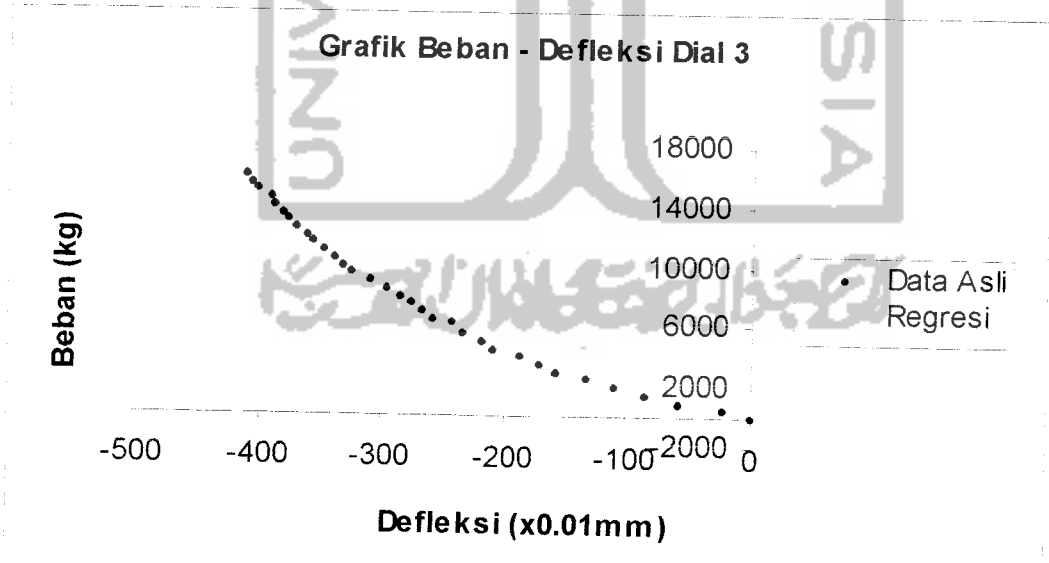
Gambar 5.11 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,0m / A / 1



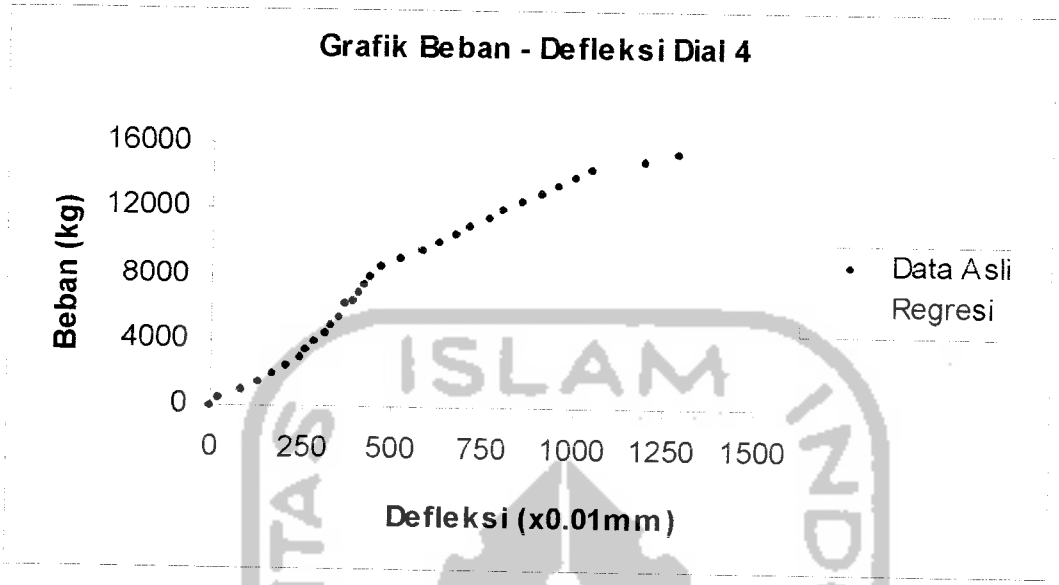
Gambar 5.12 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,0m / B / 1



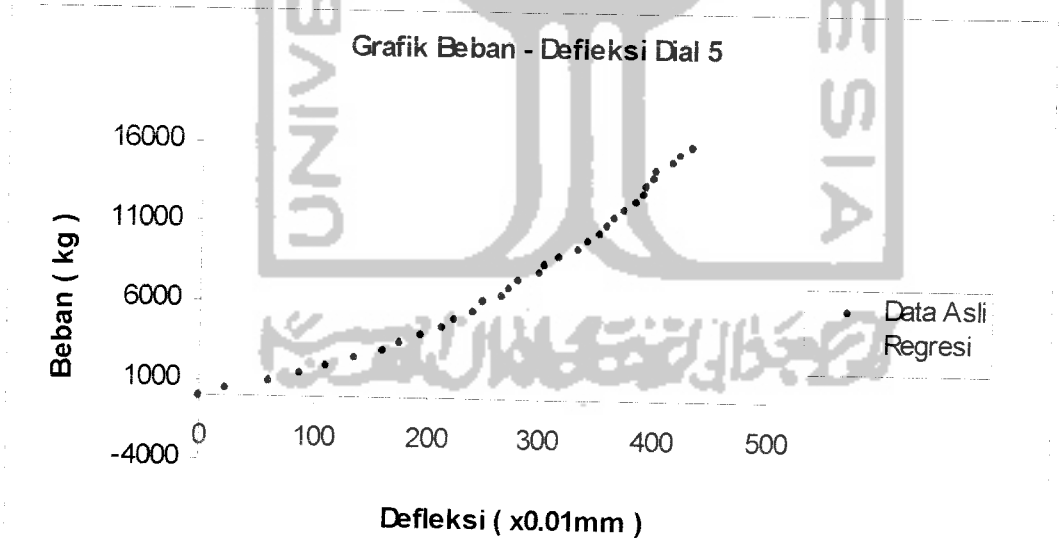
Gambar 5.13 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,0m / B / 1



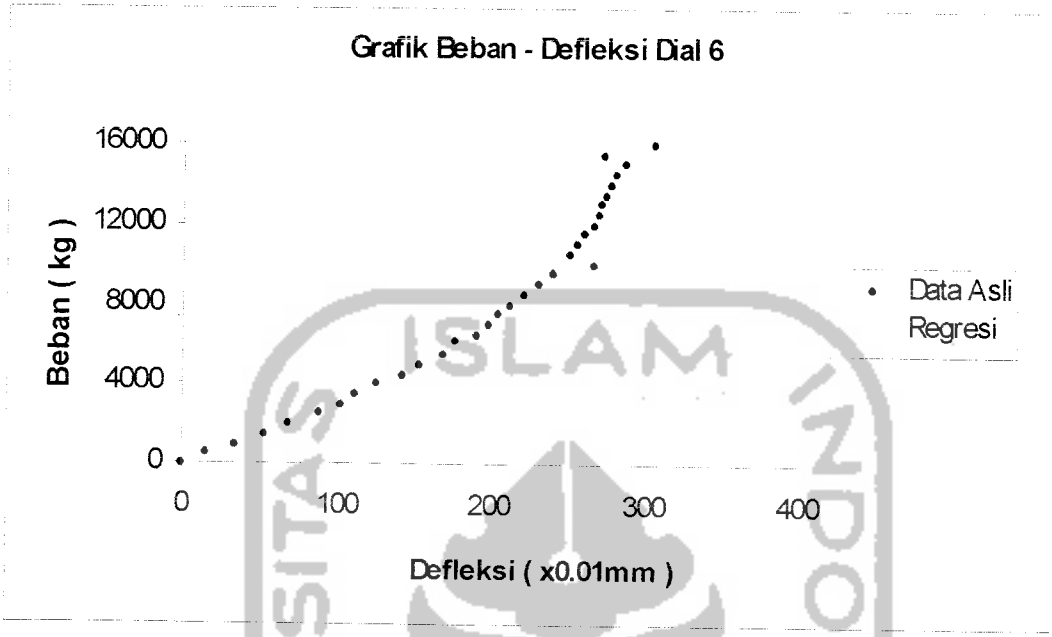
Gambar 5.14 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,0m / B / 1



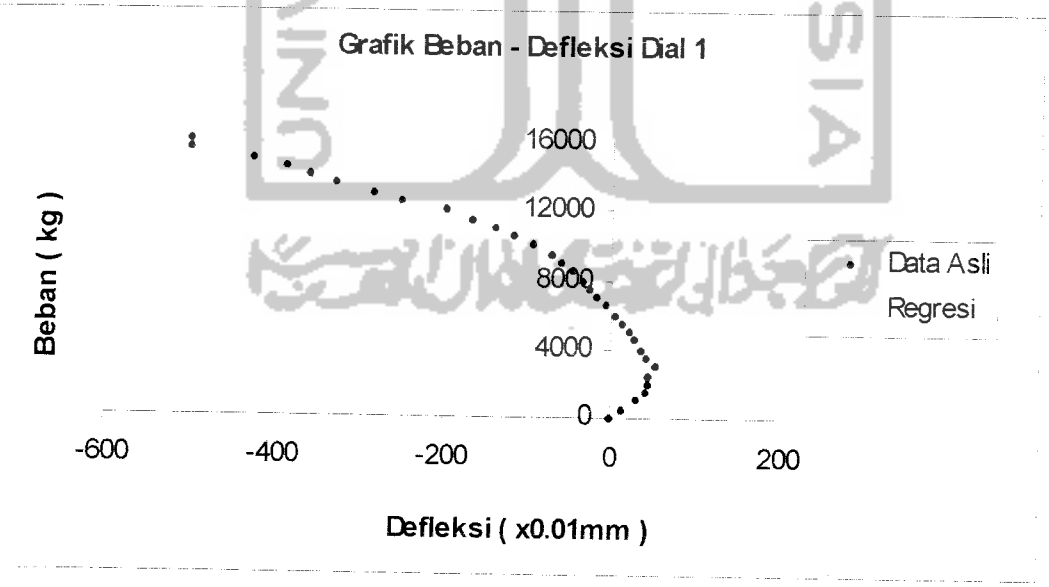
Gambar 5.15 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,0m / B / 1



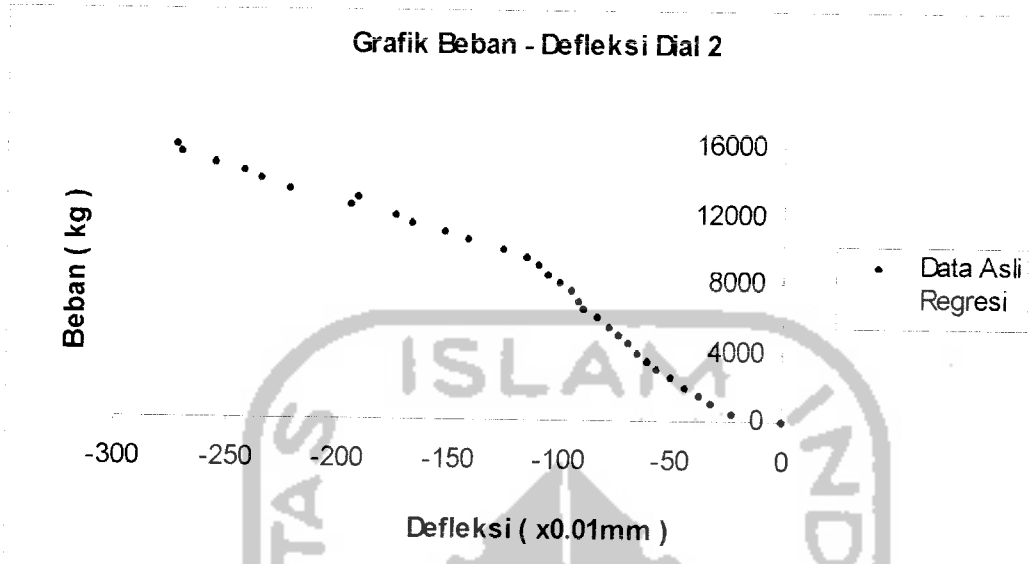
Gambar 5.16 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,0m / B / 1



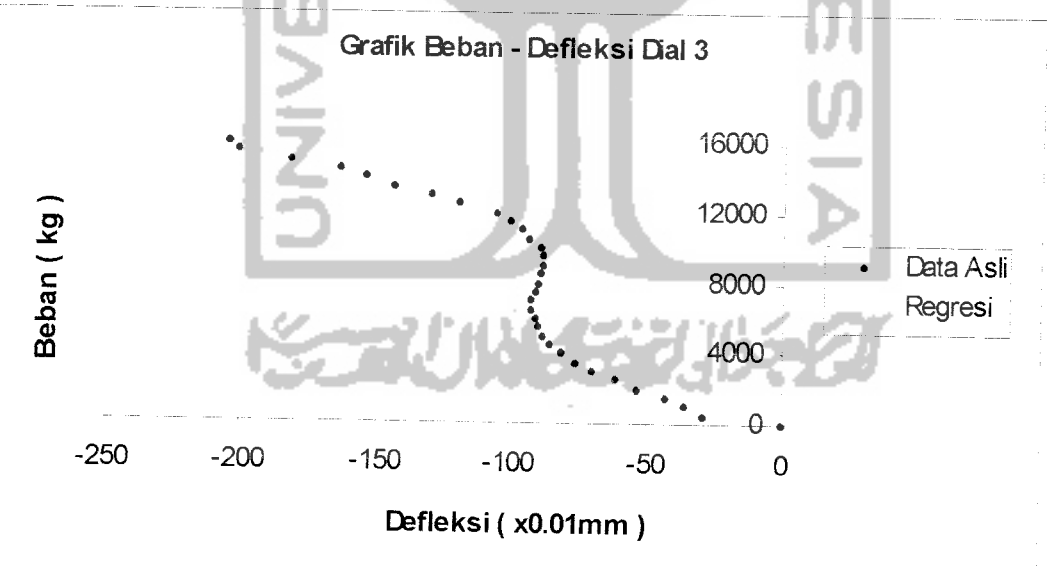
Gambar 5.17 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,0m / B / 1



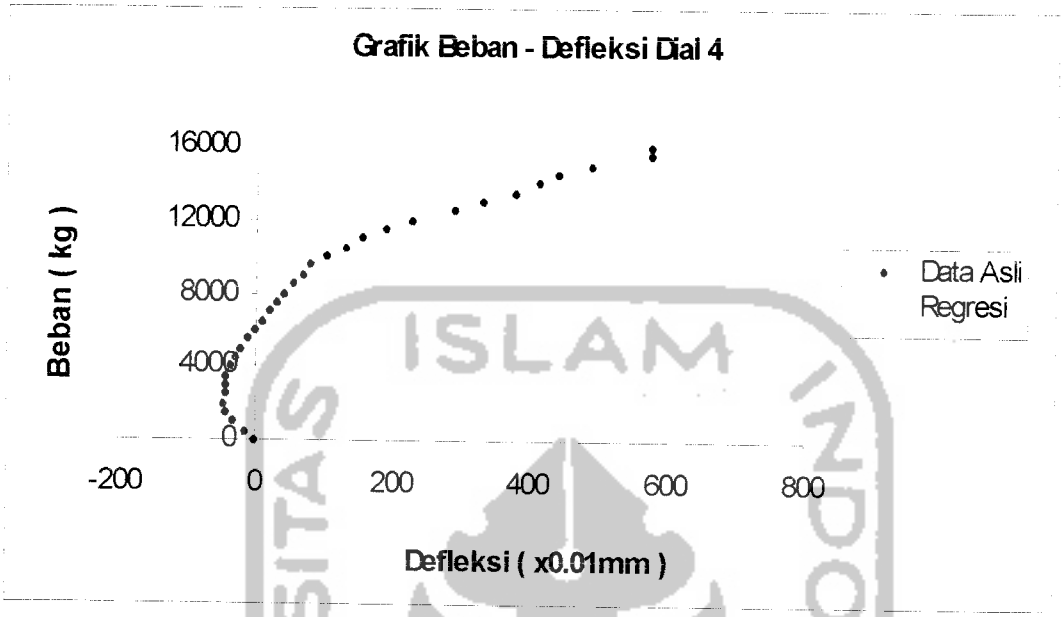
Gambar 5.18 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,0m / C / 1



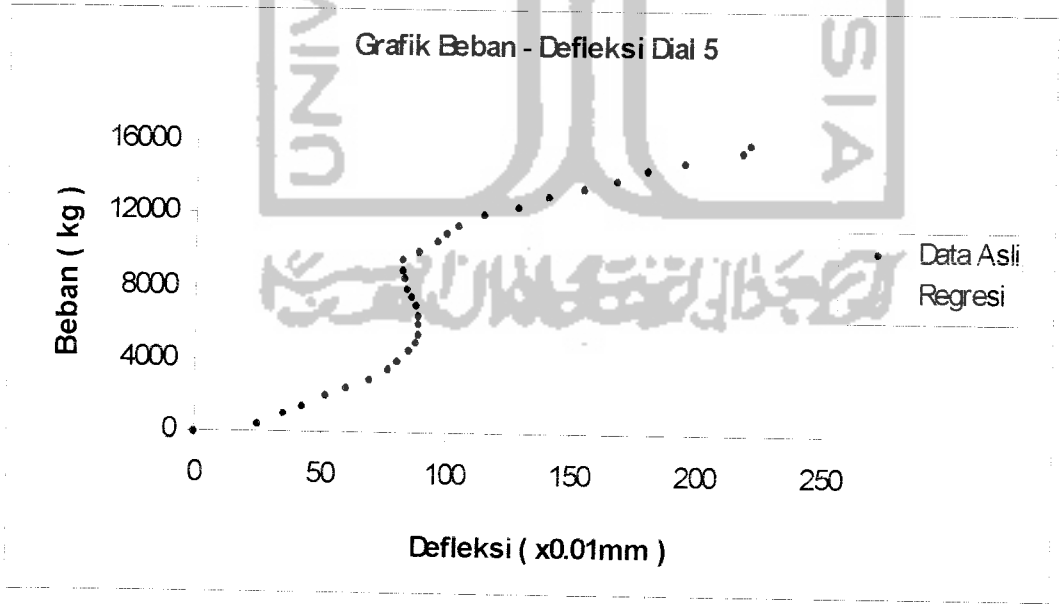
Gambar 5.19 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,0m / C / 1



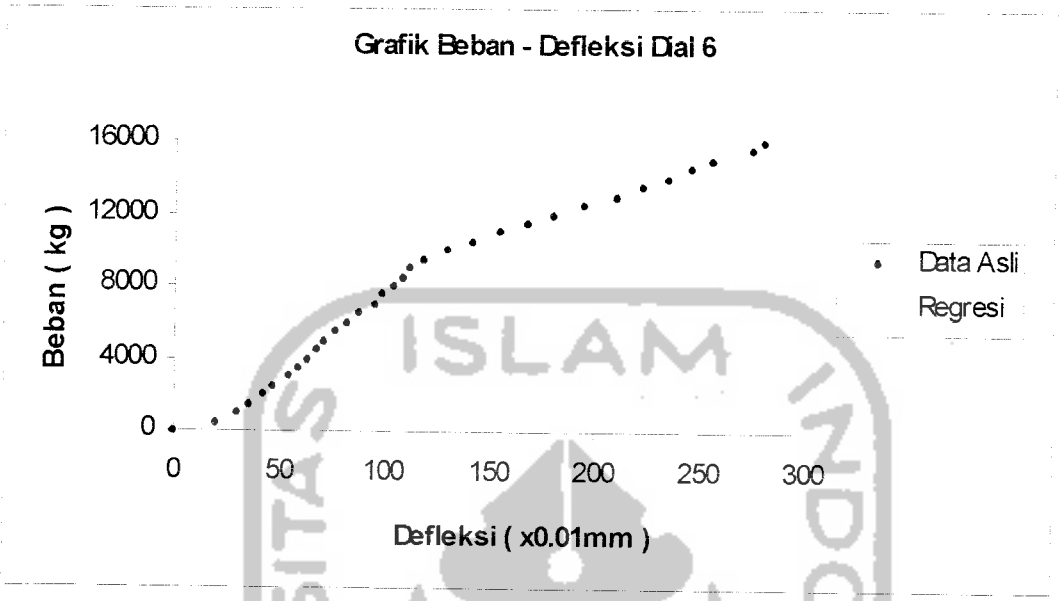
Gambar 5.20 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,0m / C / 1



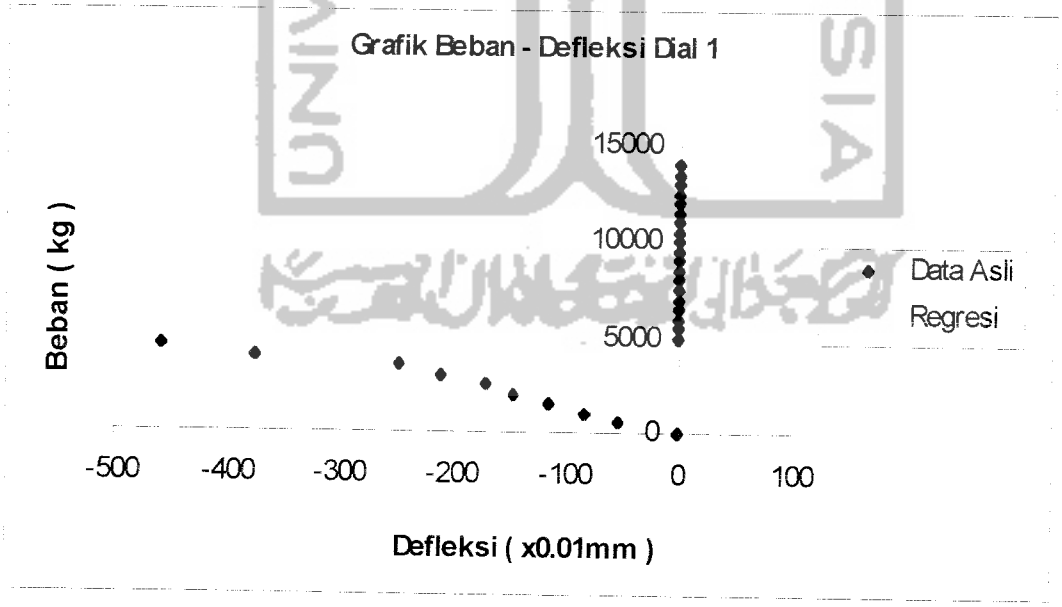
Gambar 5.21 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,0m / C / 1



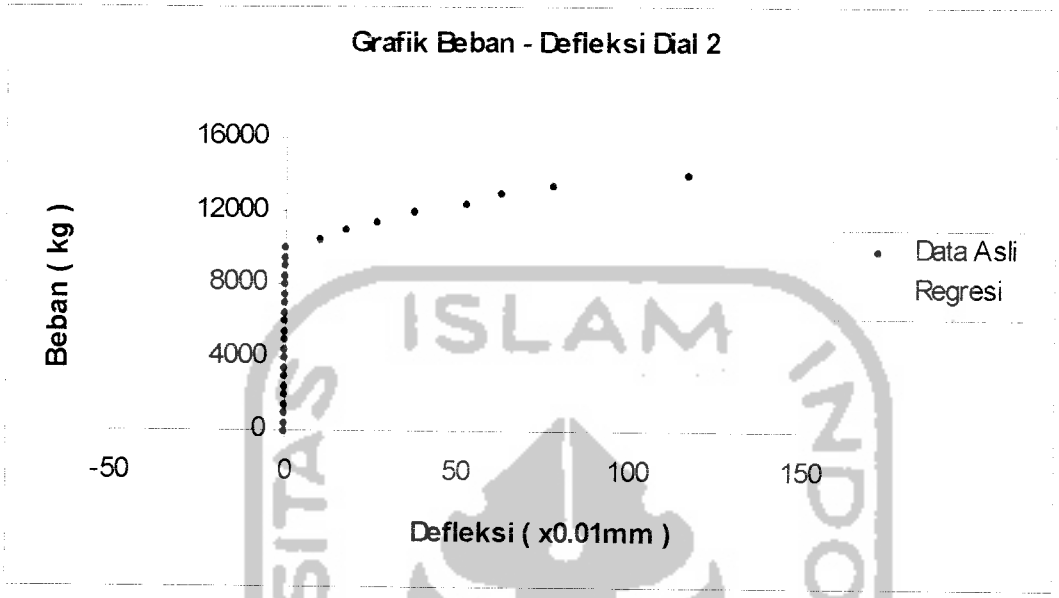
Gambar 5.22 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,0m / C / 1



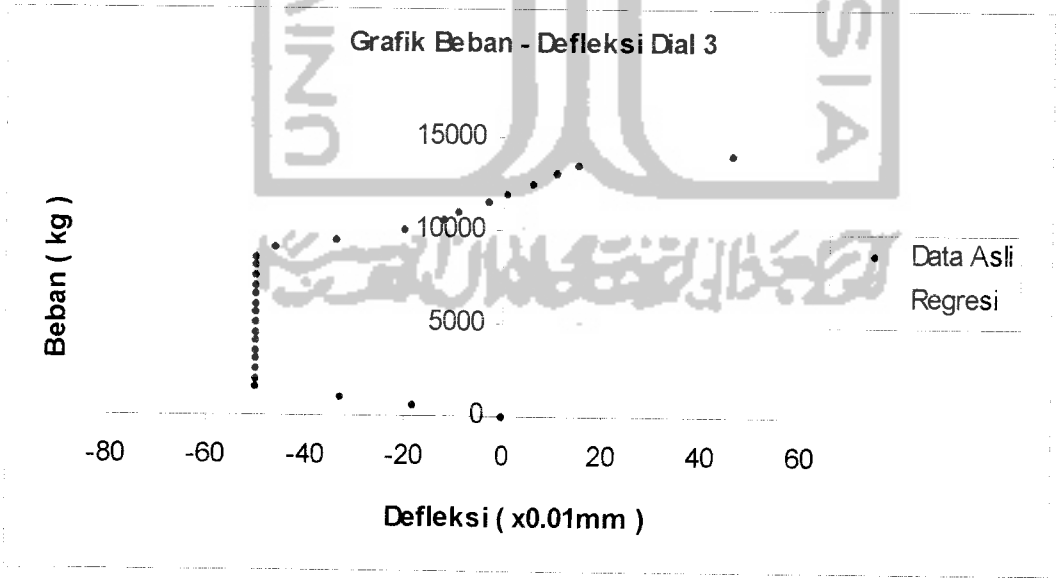
Gambar 5.23 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,0m / C / 1



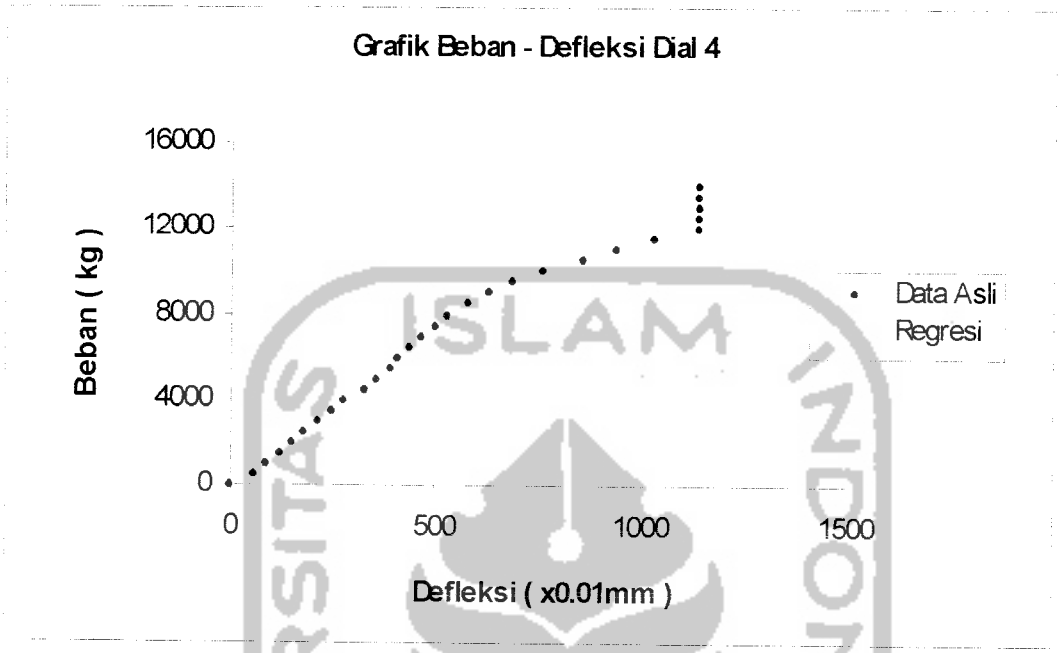
Gambar 5.24 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,3m / A / 2



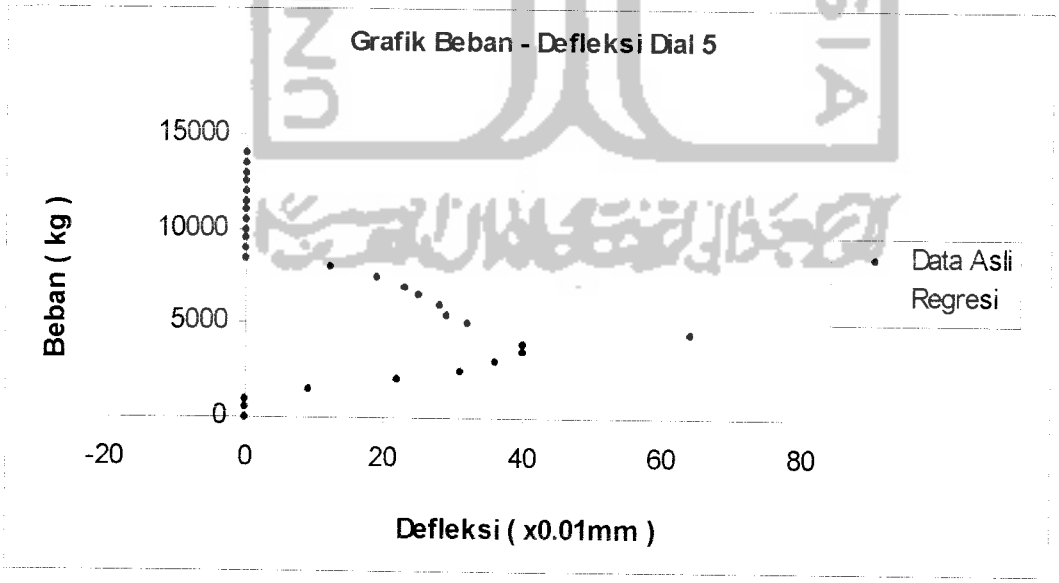
Gambar 5.25 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,3m / A / 2



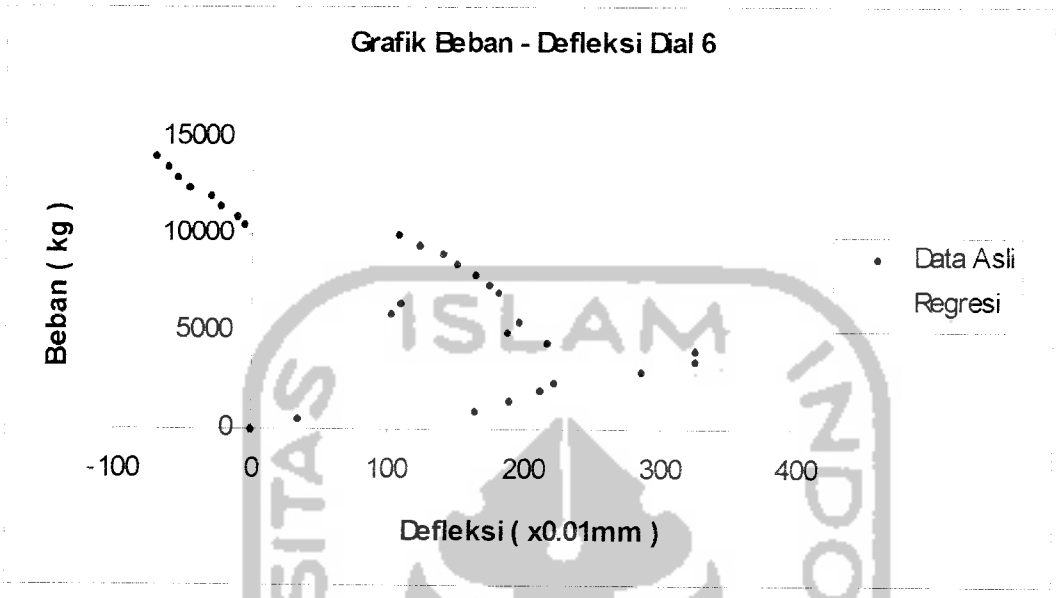
Gambar 5.26 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,3m / A / 2



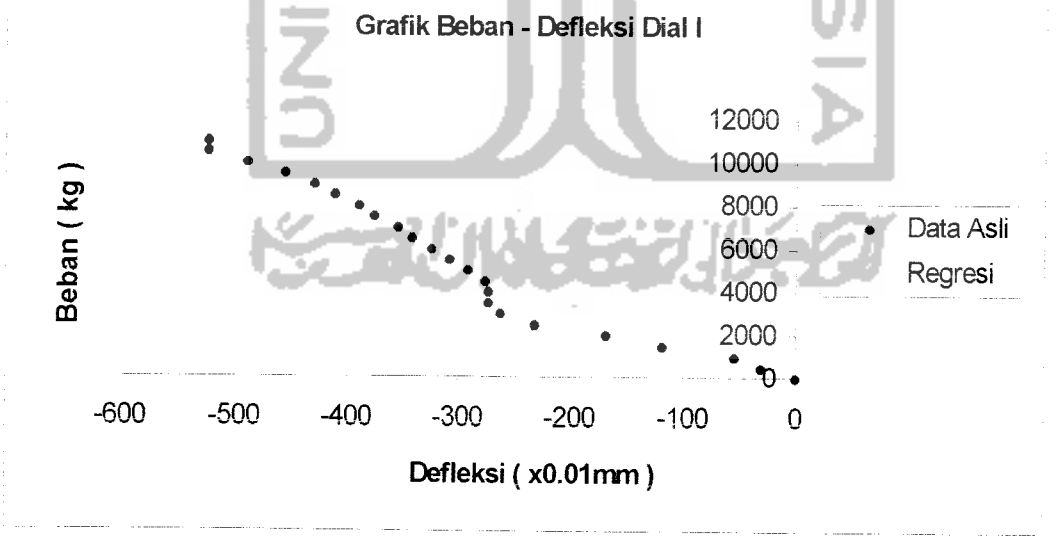
Gambar 5.27 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,3m / A / 2



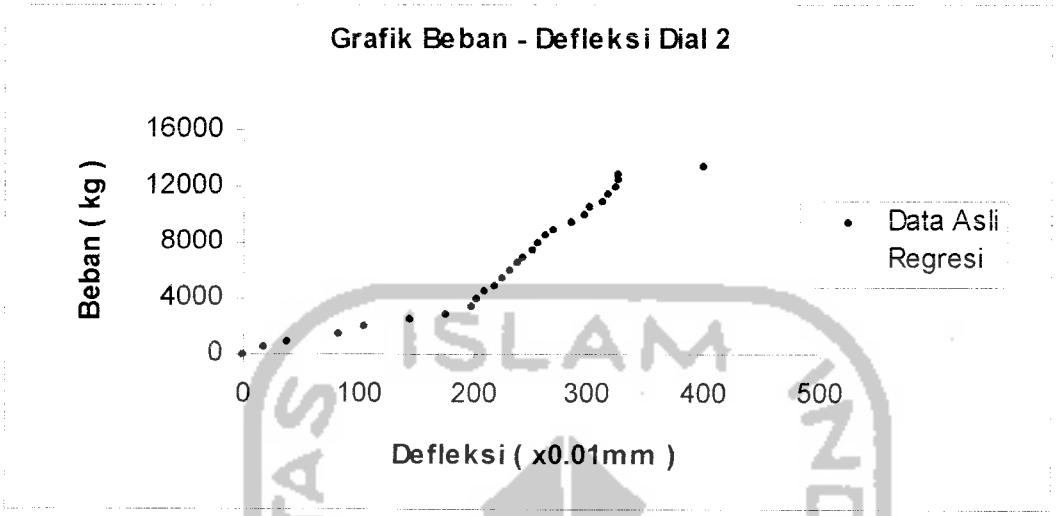
Gambar 5.28 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,3m / A / 2



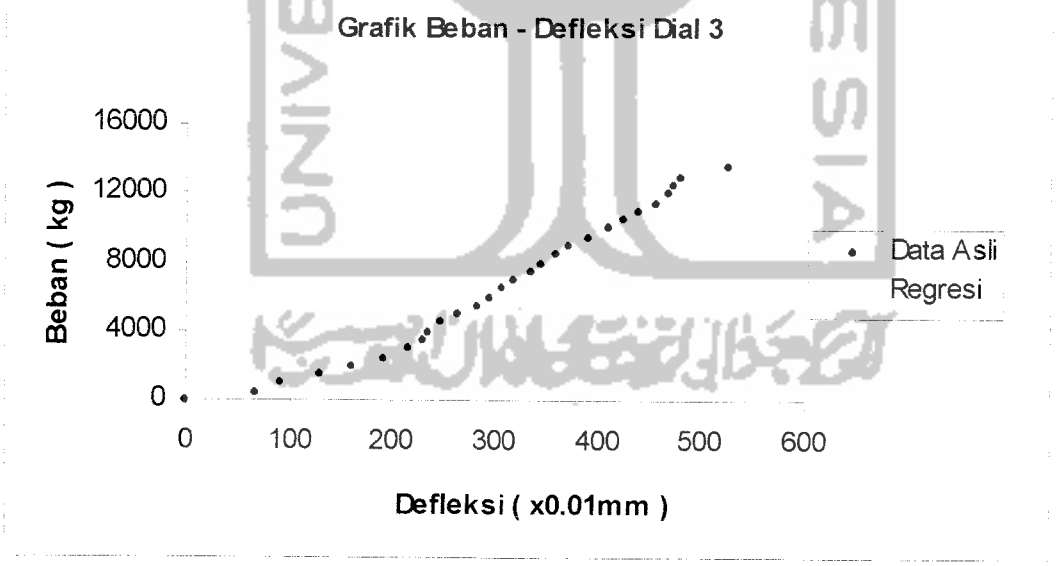
Gambar 5.29 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,3m / A / 2



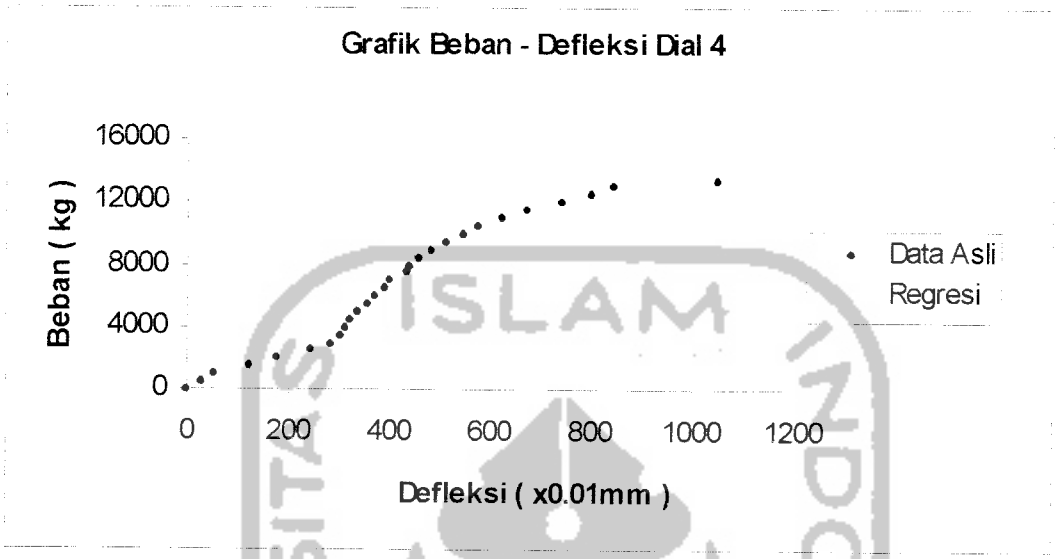
Gambar 5.30 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,3m / B / 2



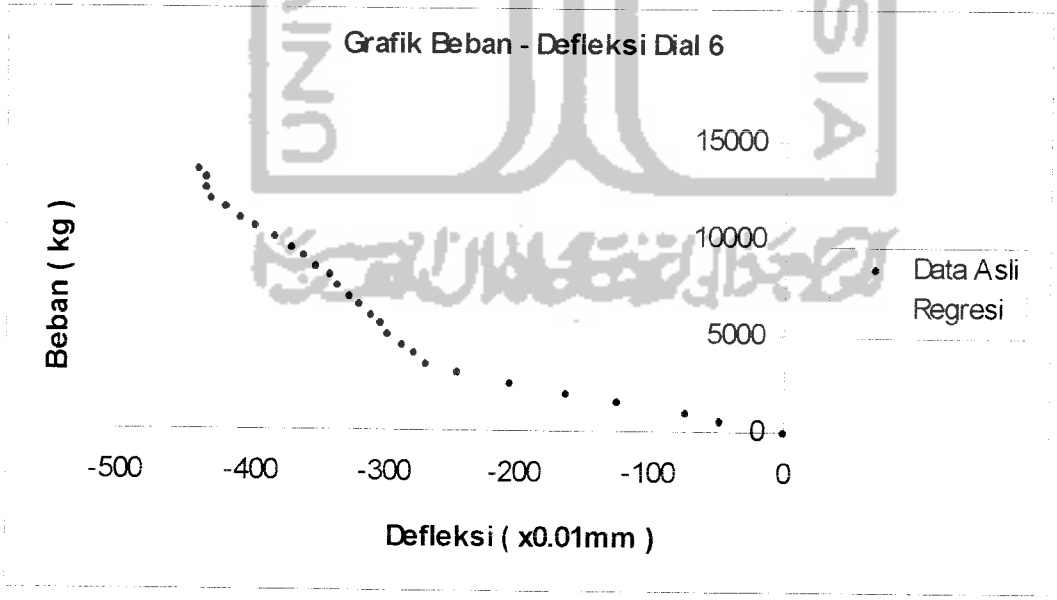
Gambar 5.31 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,3m / B / 2



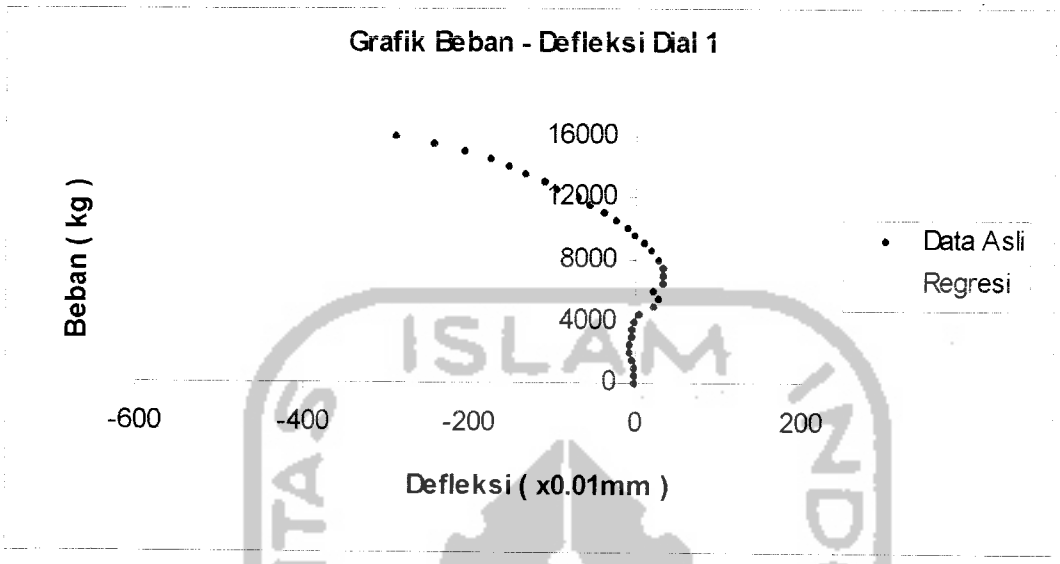
Gambar 5.32 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,3m / B / 2



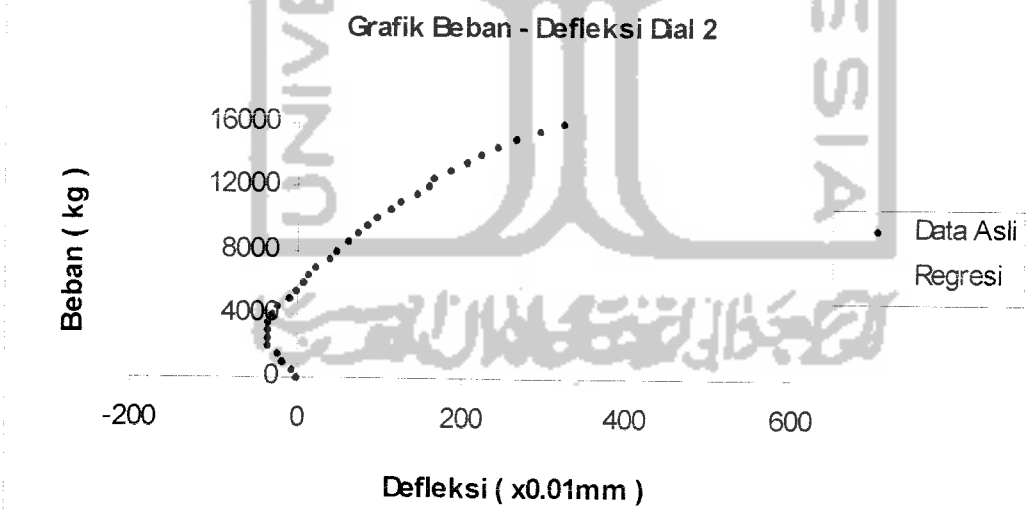
Gambar 5.33 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,3m / B / 2



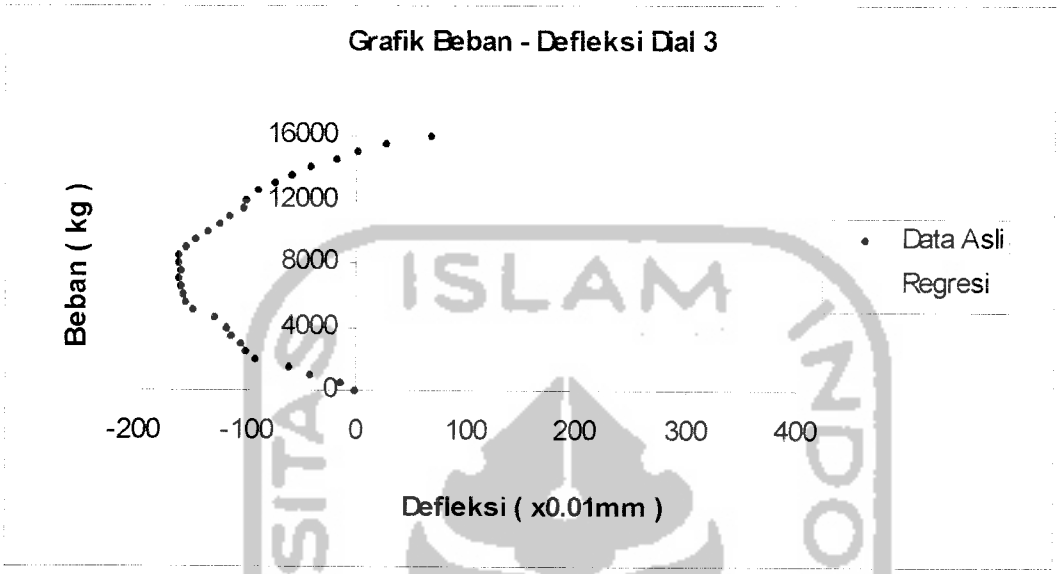
Gambar 5.34 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,3m / B / 2



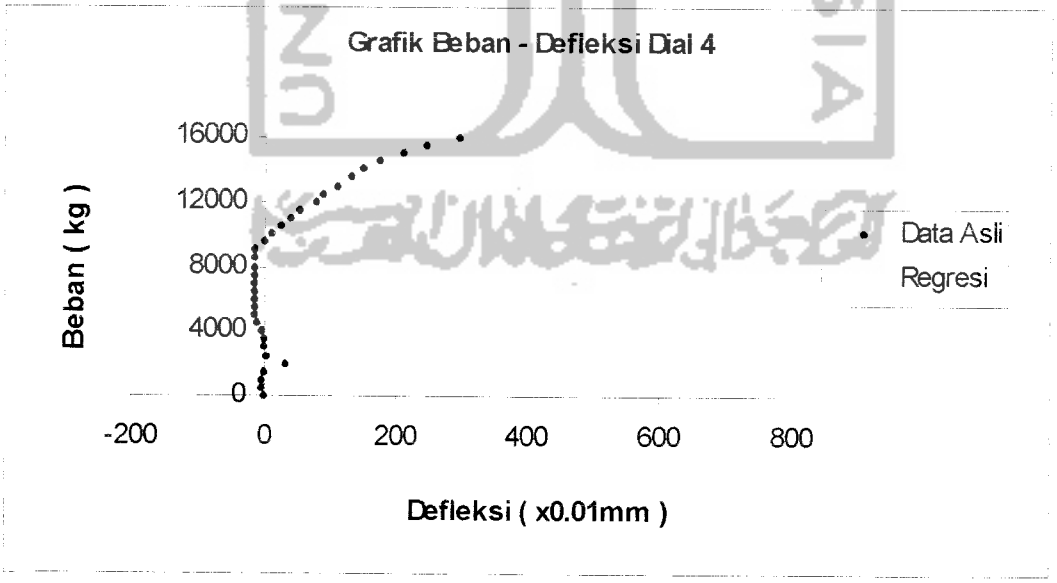
Gambar 5.35 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,3m / C / 2



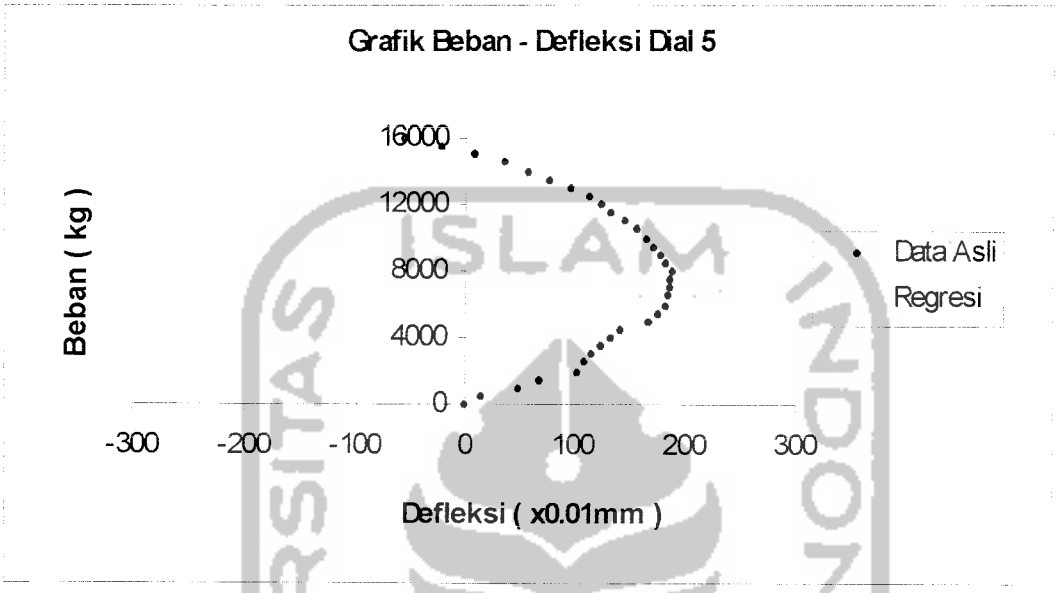
Gambar 5.36 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,3m / C / 2



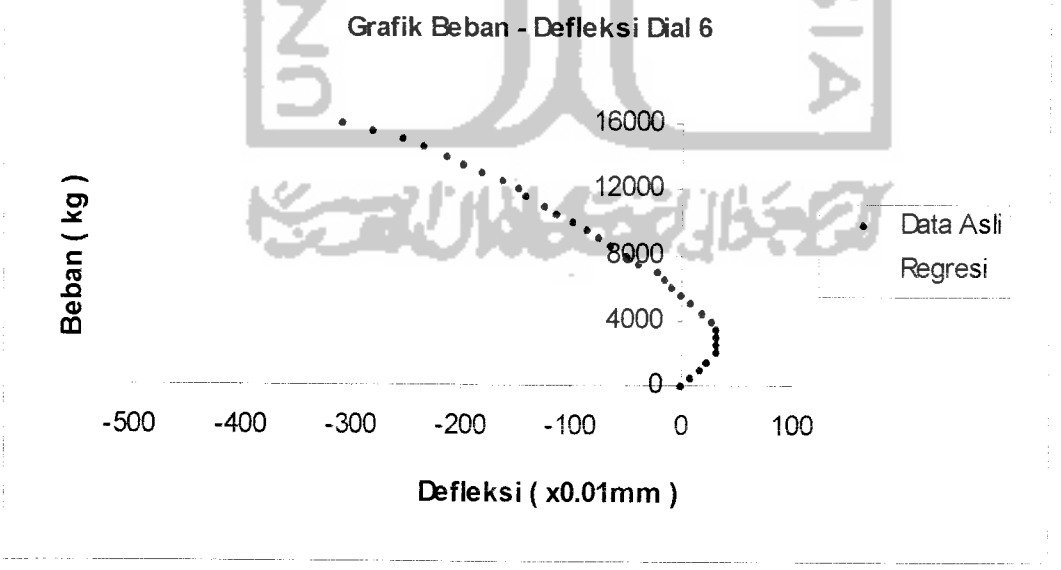
Gambar 5.37 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,3m / C / 2



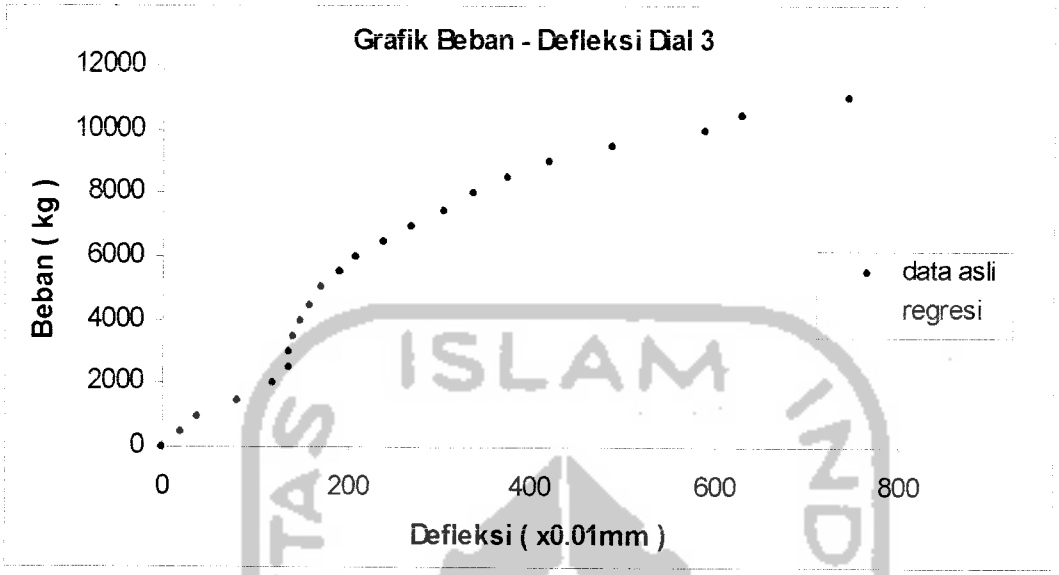
Gambar 5.38 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,3m / C / 2



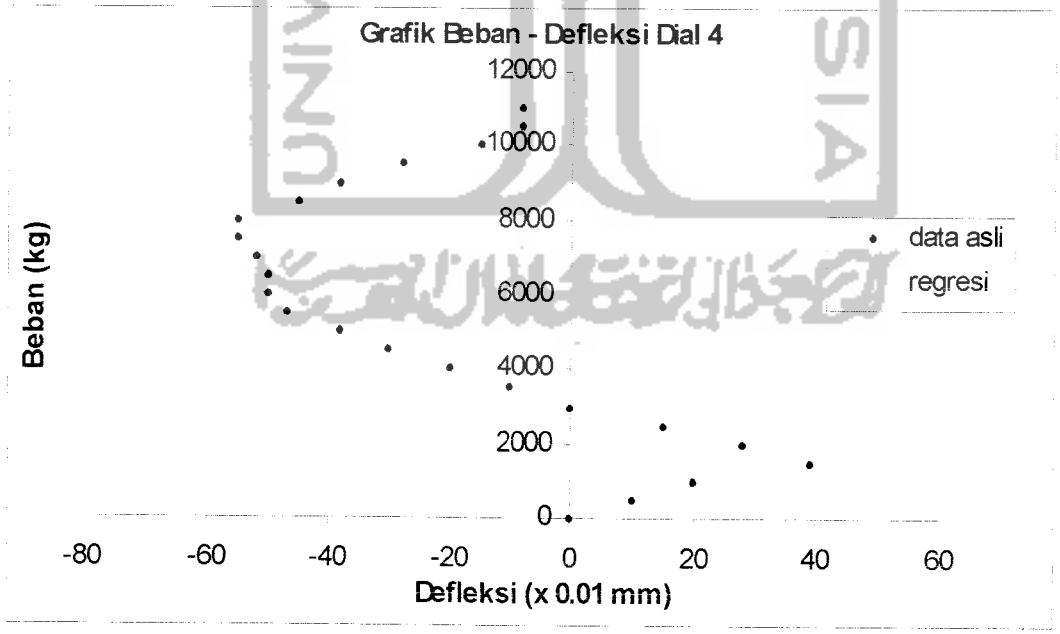
Gambar 5.39 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,3m / C / 2



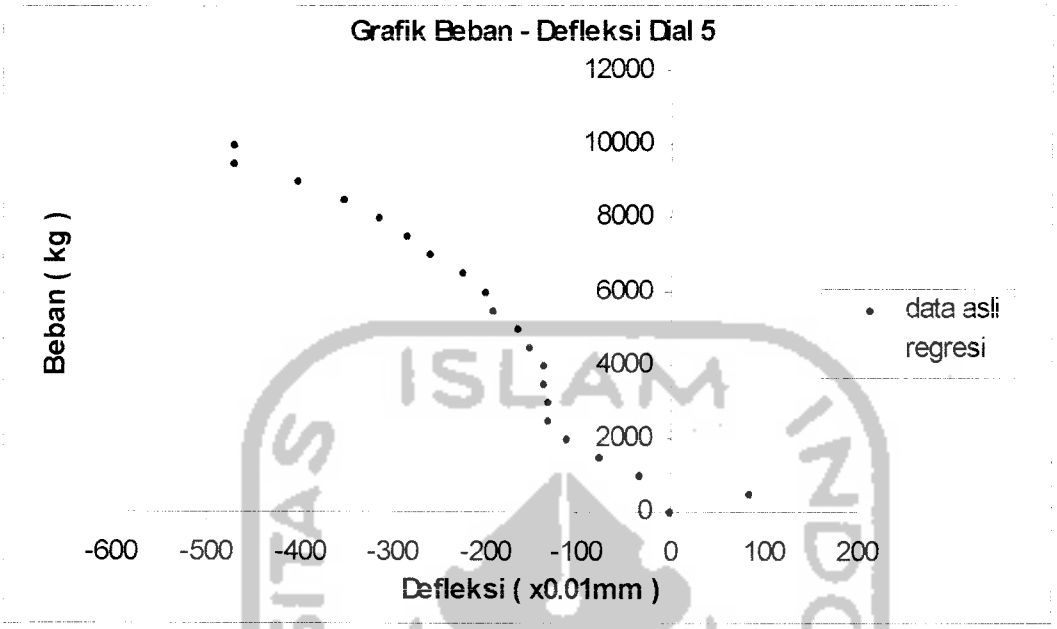
Gambar 5.40 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,3m / C / 2



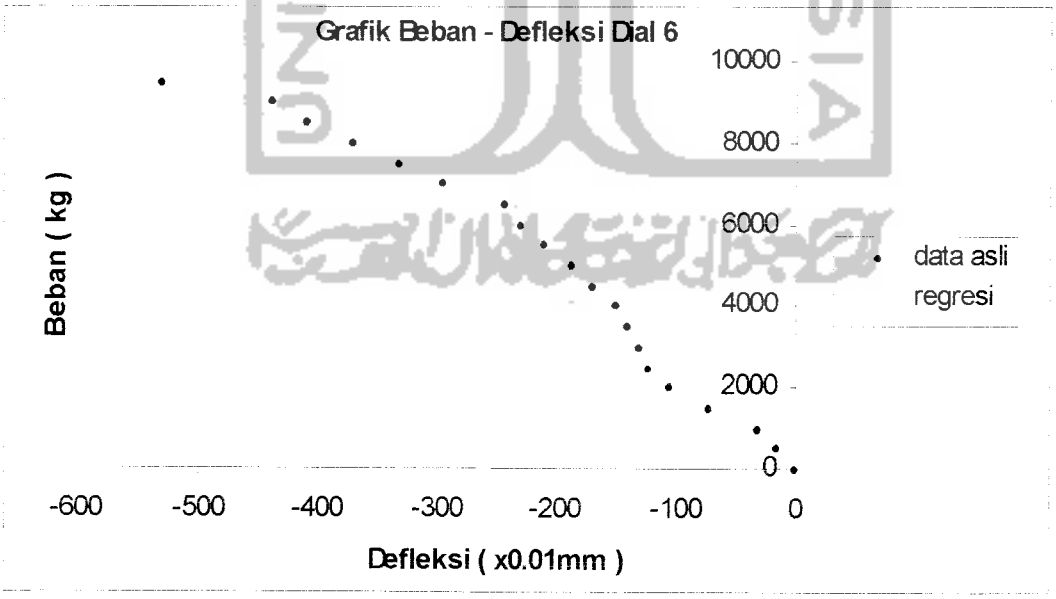
Gambar 5.43 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,6m / A / 3



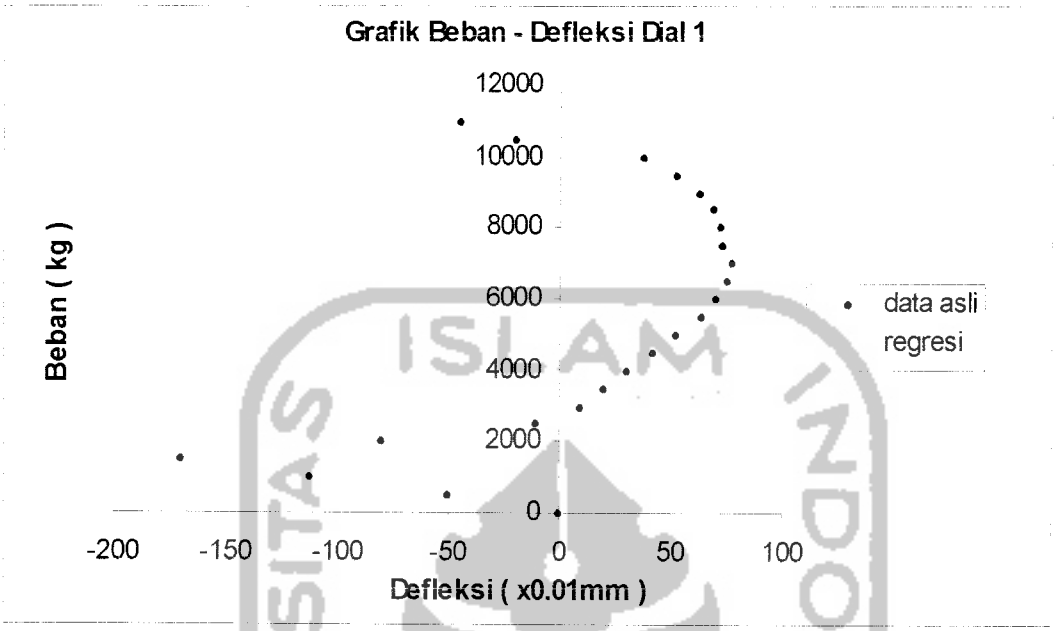
Gambar 5.44 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,6m / A / 3



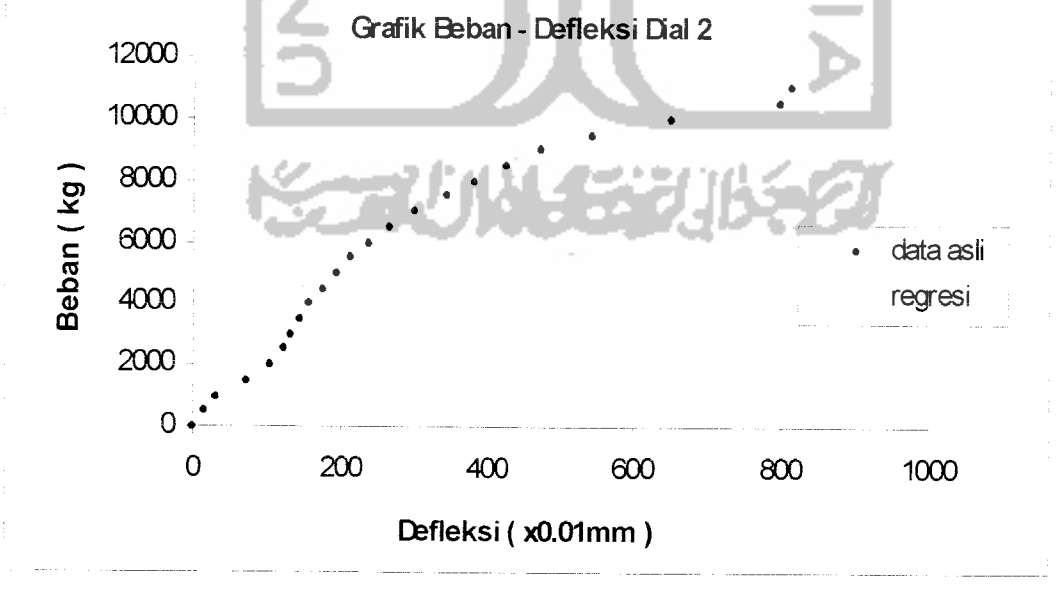
Gambar 5.45 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,6m / A / 3



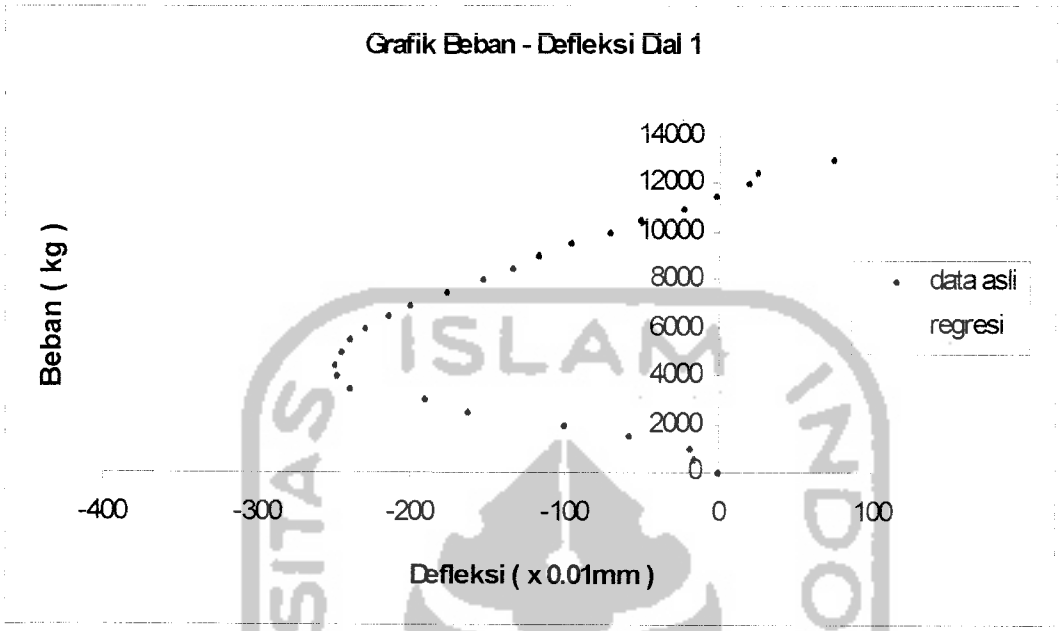
Gambar 5.46 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,6m / A / 3



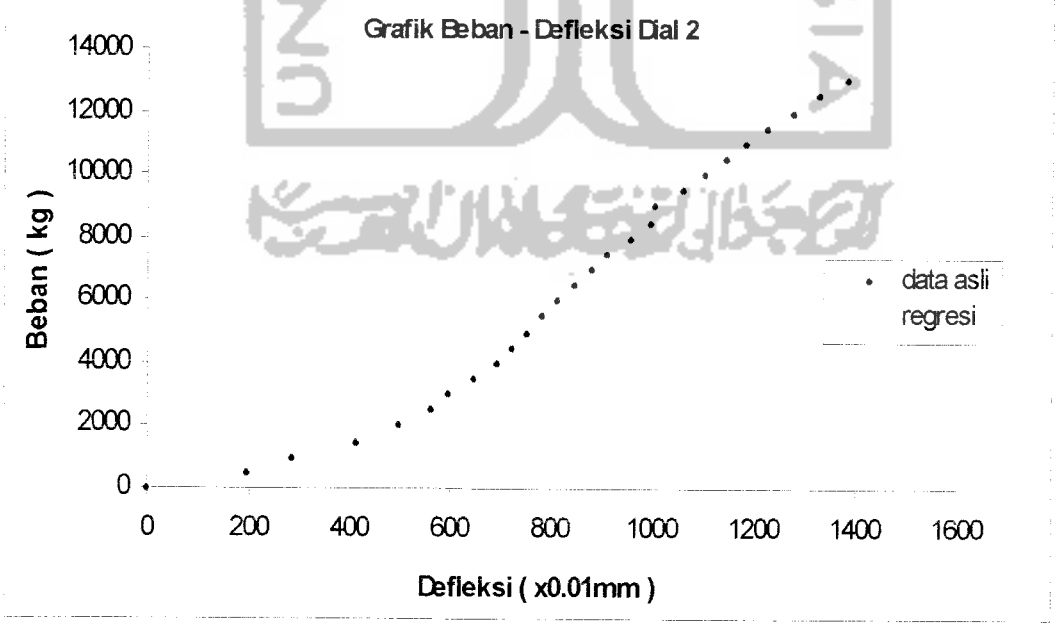
Gambar 5.41 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,6m / A / 3



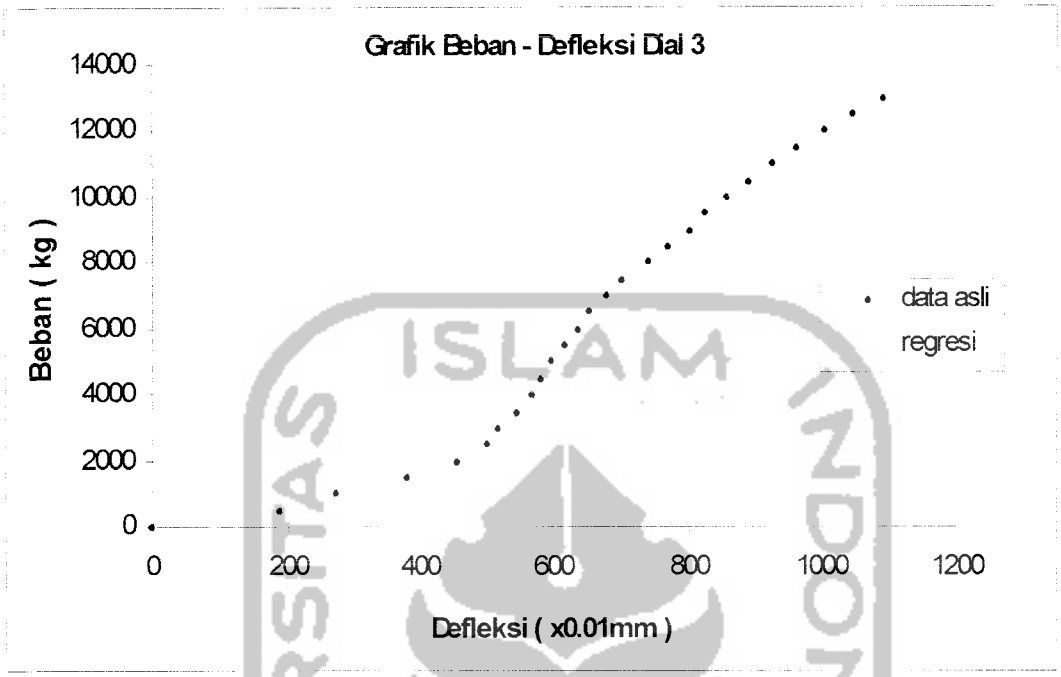
Gambar 5.42 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,6m / A / 3



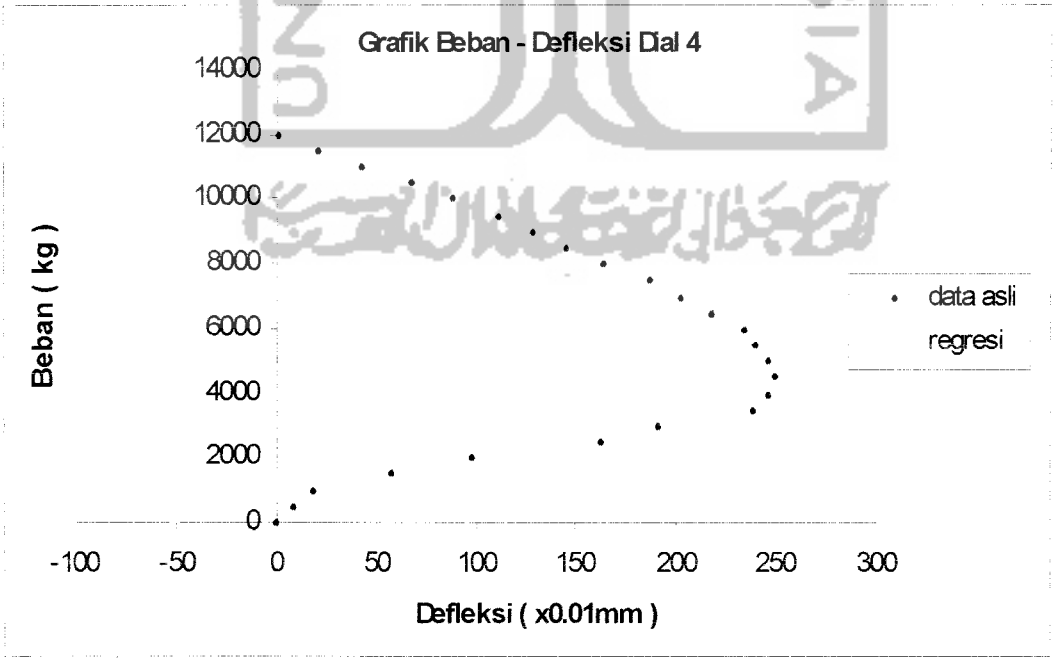
Gambar 5.47 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,6m / B / 3



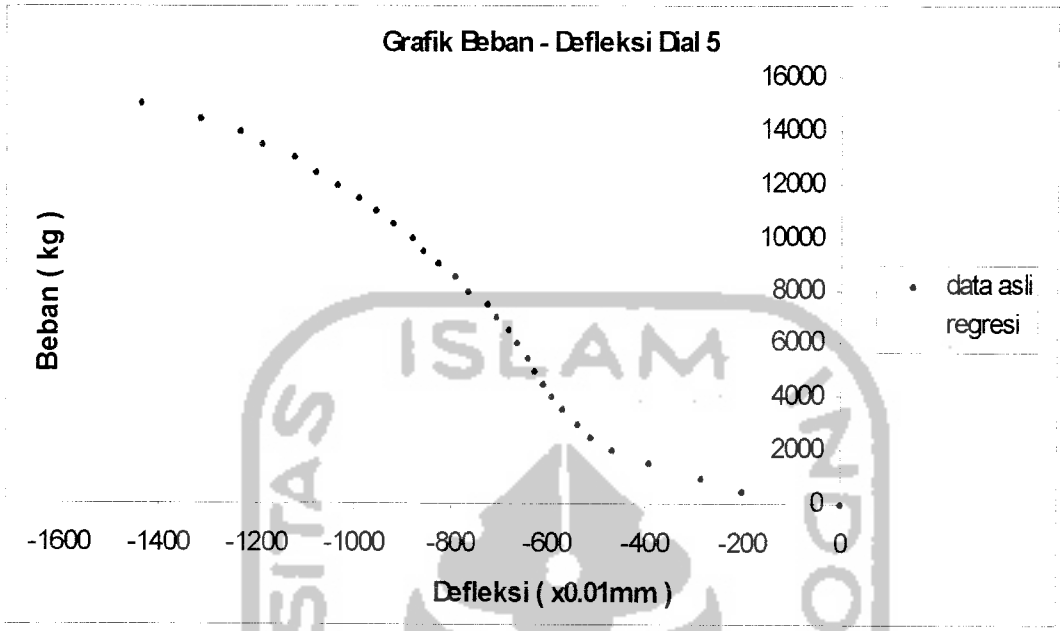
Gambar 5.48 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,6m / B / 3



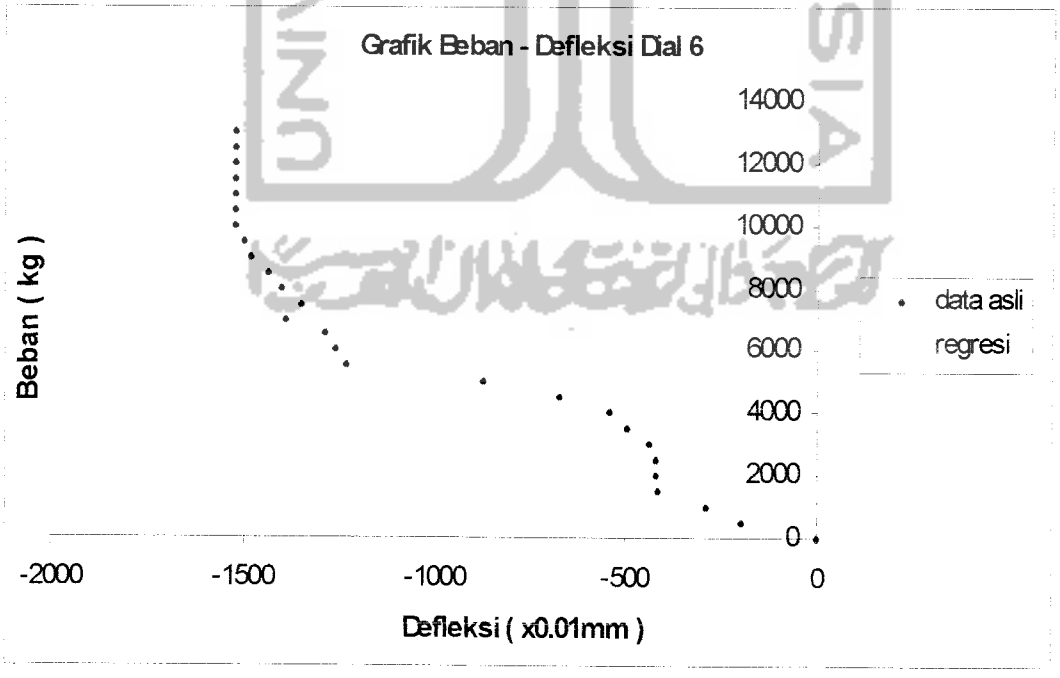
Gambar 5.49 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,6m / B / 3



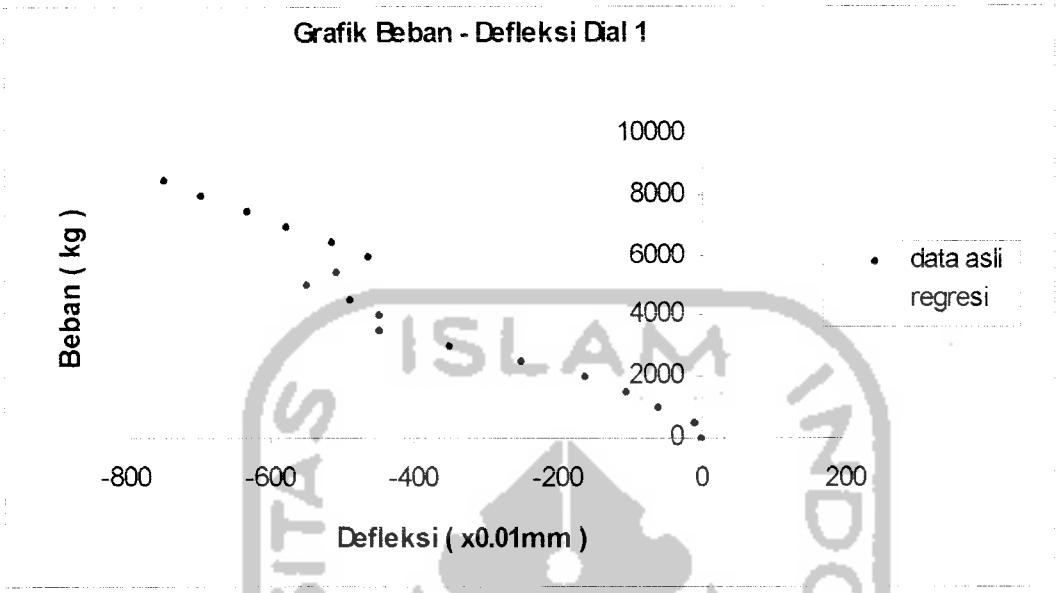
Gambar 5.50 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,6m / B / 3



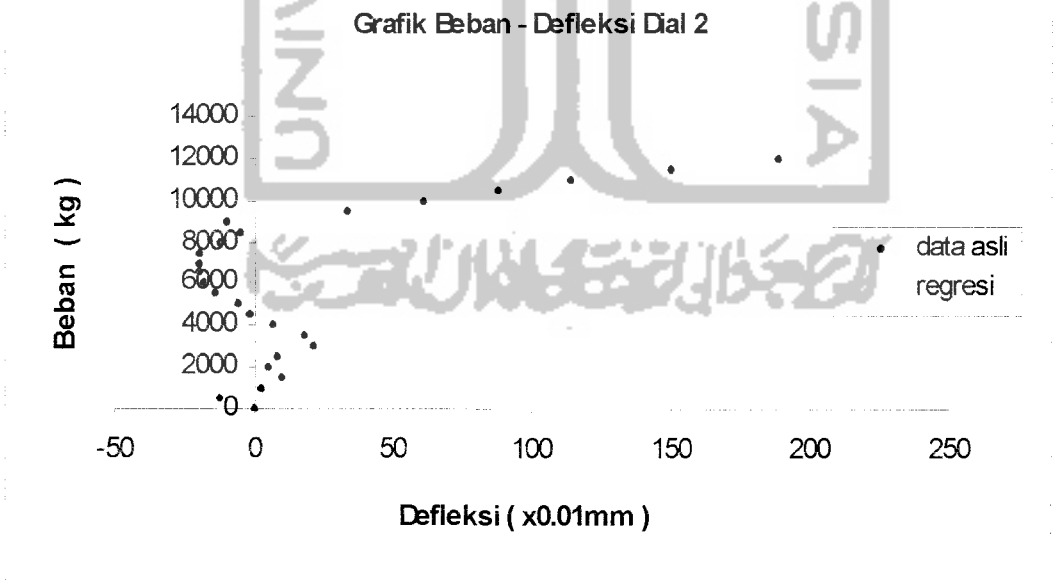
Gambar 5.51 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,6m / B / 3



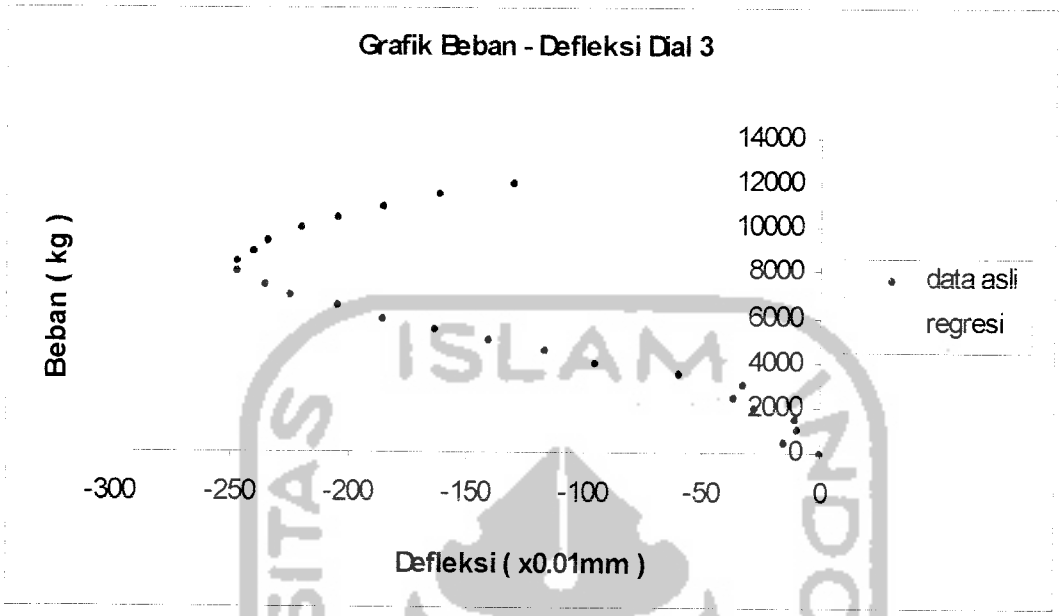
Gambar 5.52 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,6m / B / 3



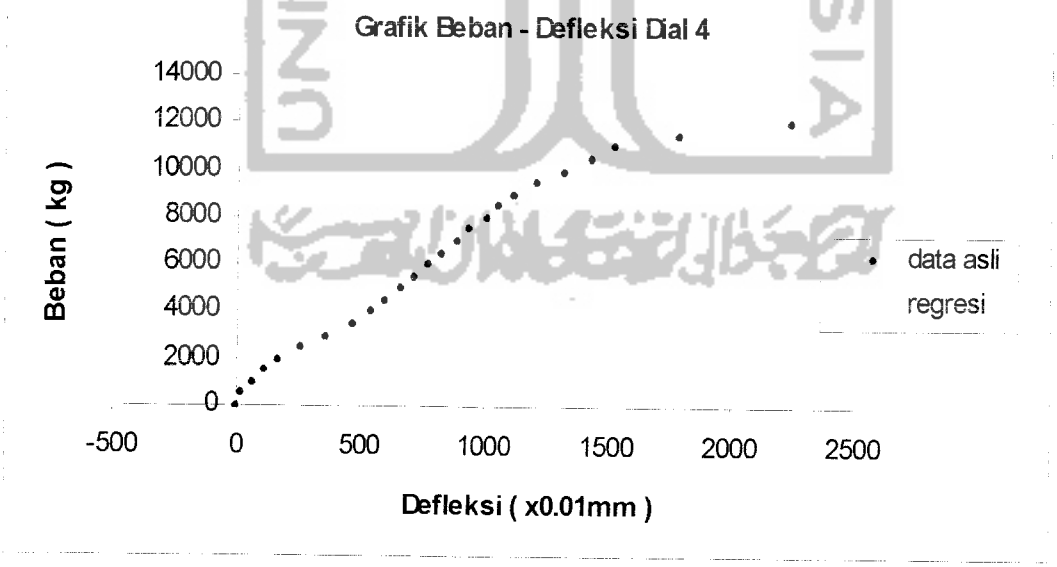
Gambar 5.53 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,6m / C / 3



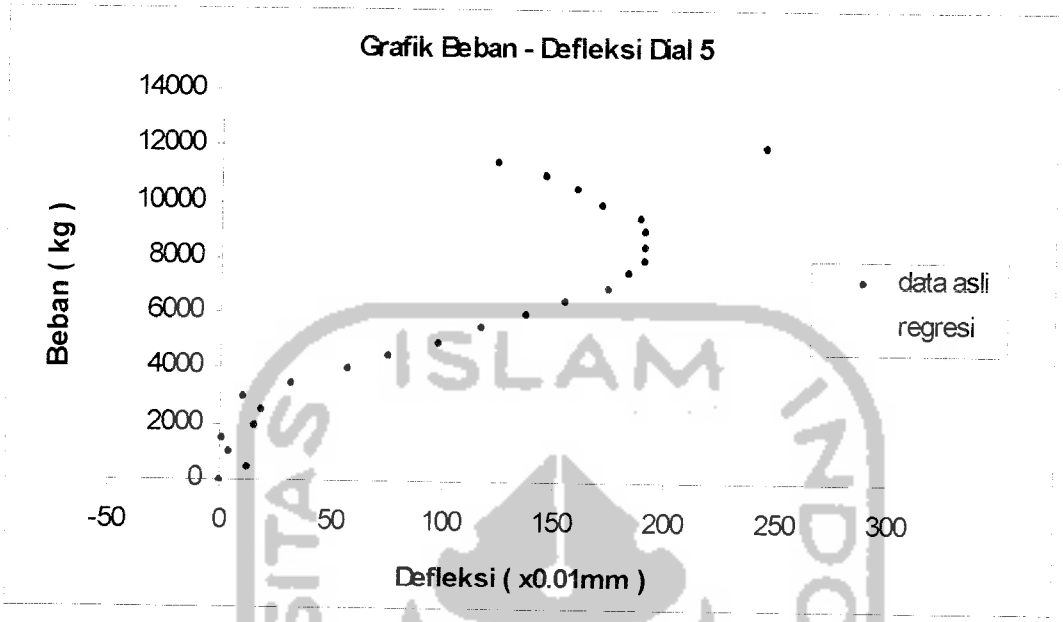
Gambar 5.54 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,6m / C / 3



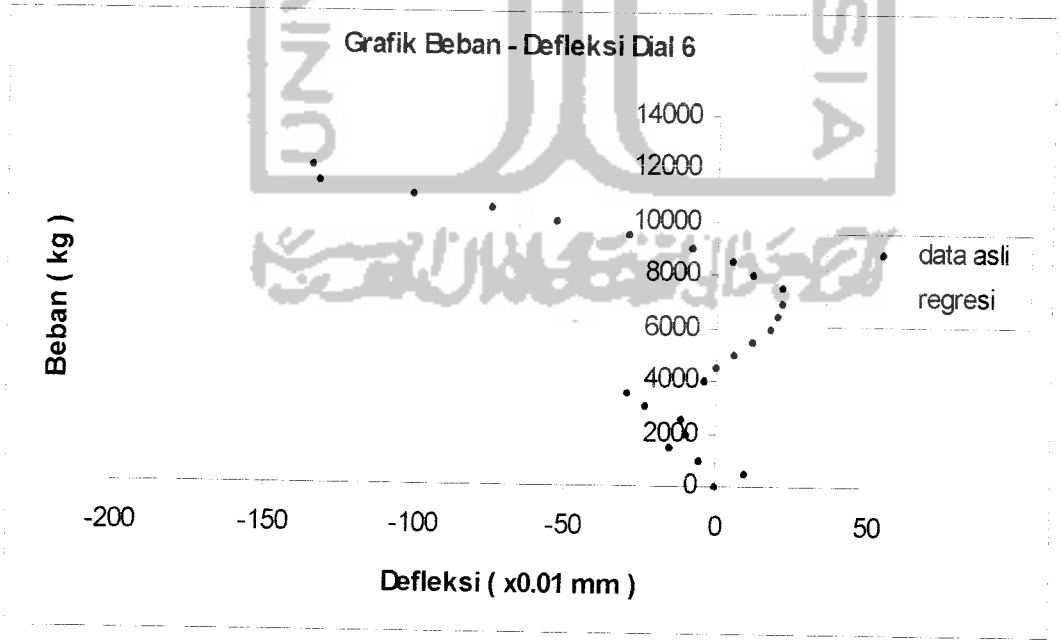
Gambar 5.55 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,6m / C / 3



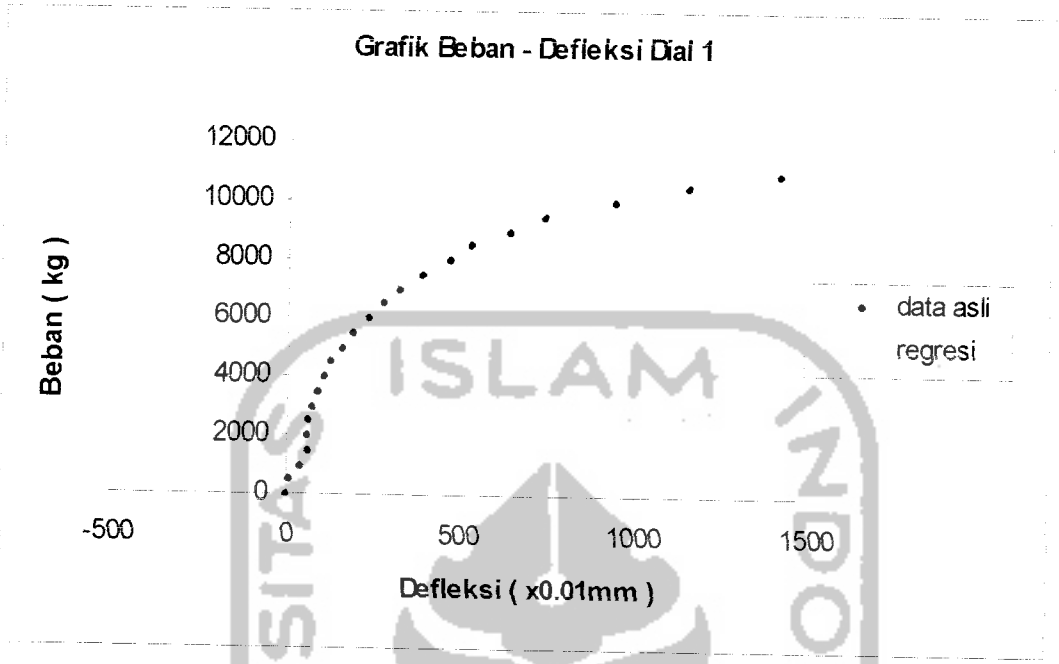
Gambar 5.56 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,6m / C / 3



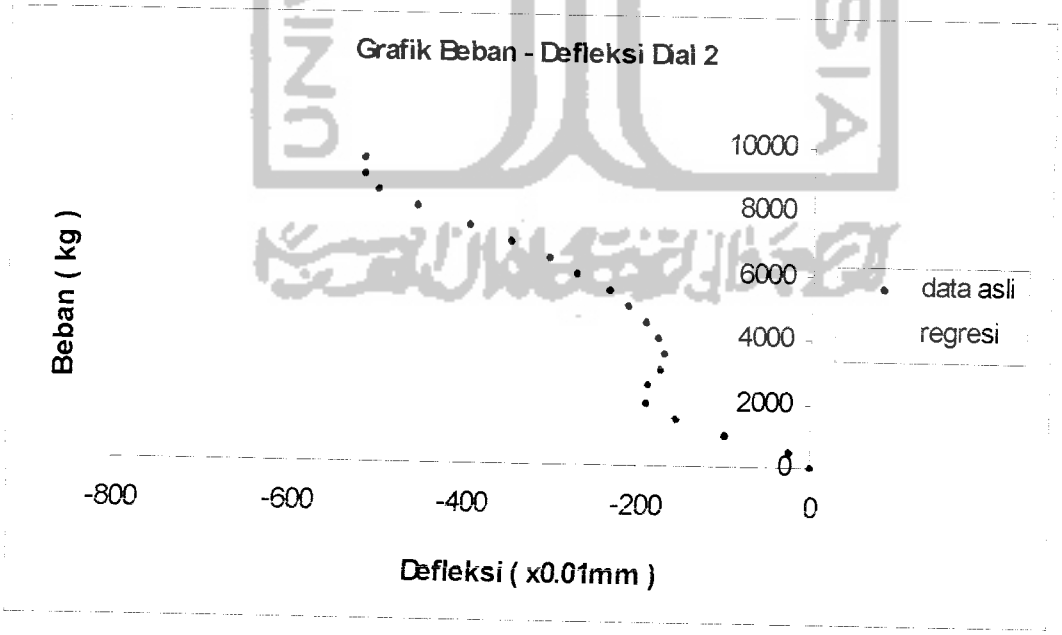
Gambar 5.57 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,6m / C / 3



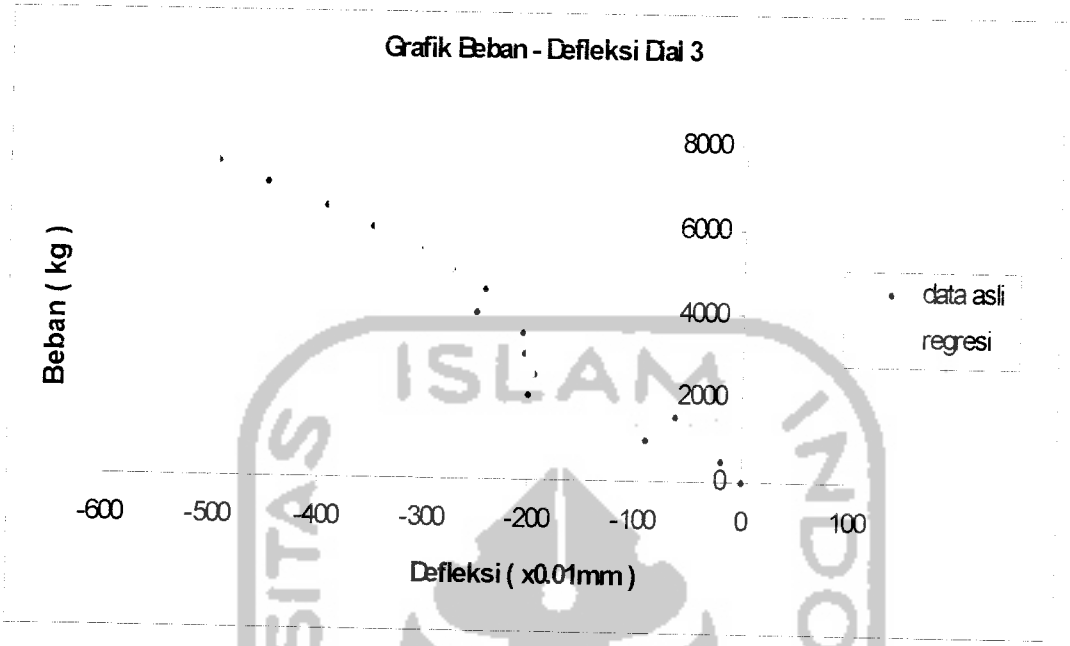
Gambar 5.58 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,6m / C / 3



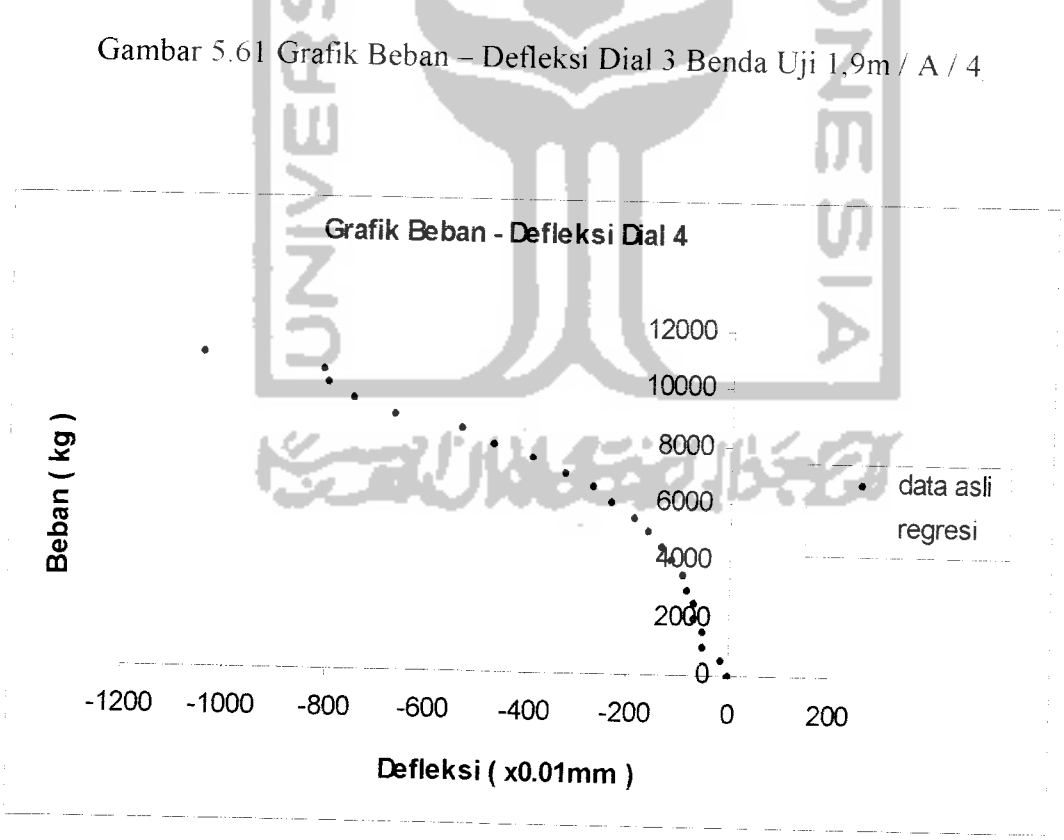
Gambar 5.59 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,9m / A / 4



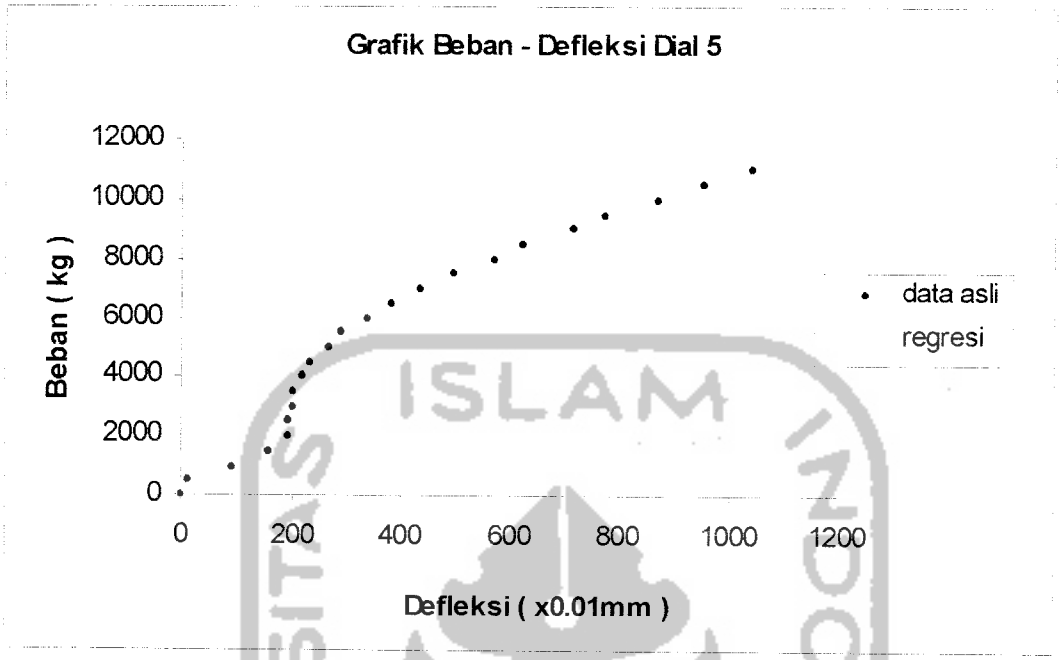
Gambar 5.60 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,9m / A / 4



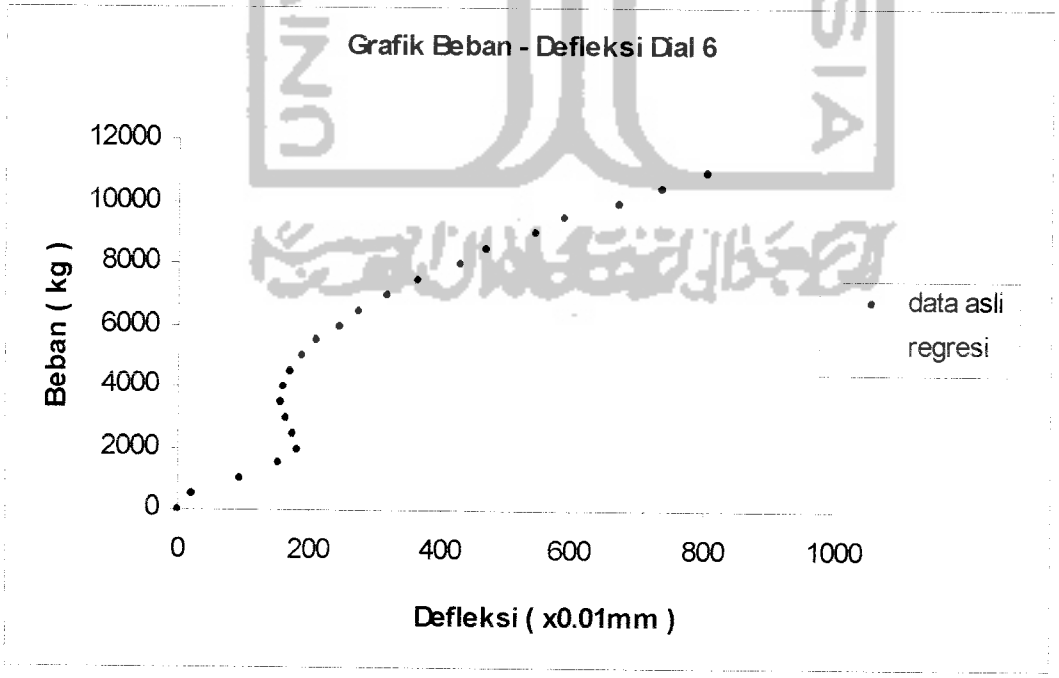
Gambar 5.61 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,9m / A / 4



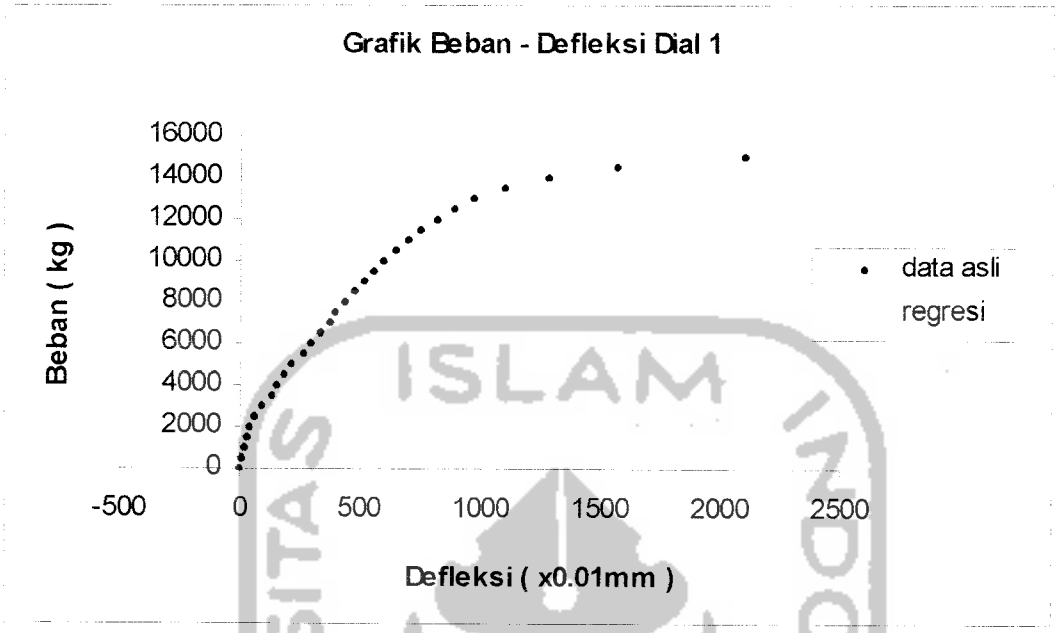
Gambar 5.62 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,9m / A / 4



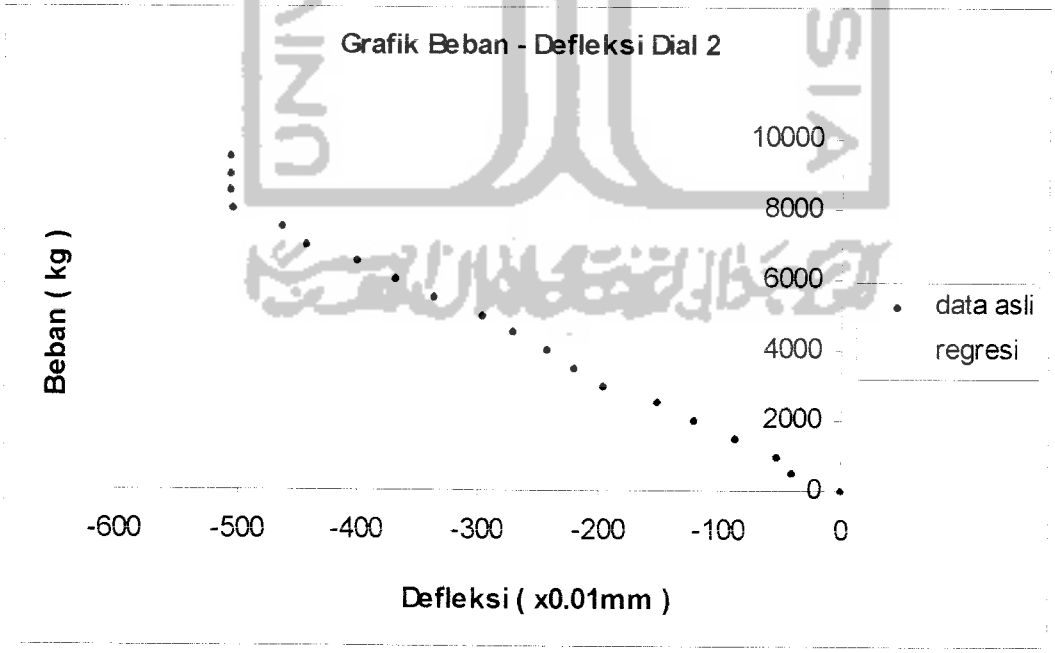
Gambar 5.63 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,9m / A / 4



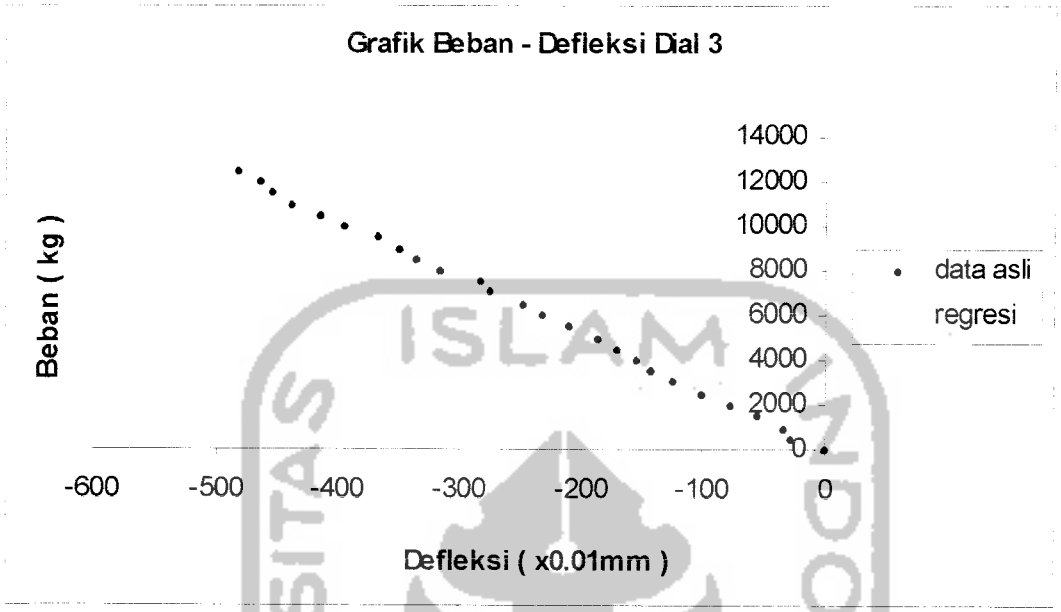
Gambar 5.64 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,9m / A / 4



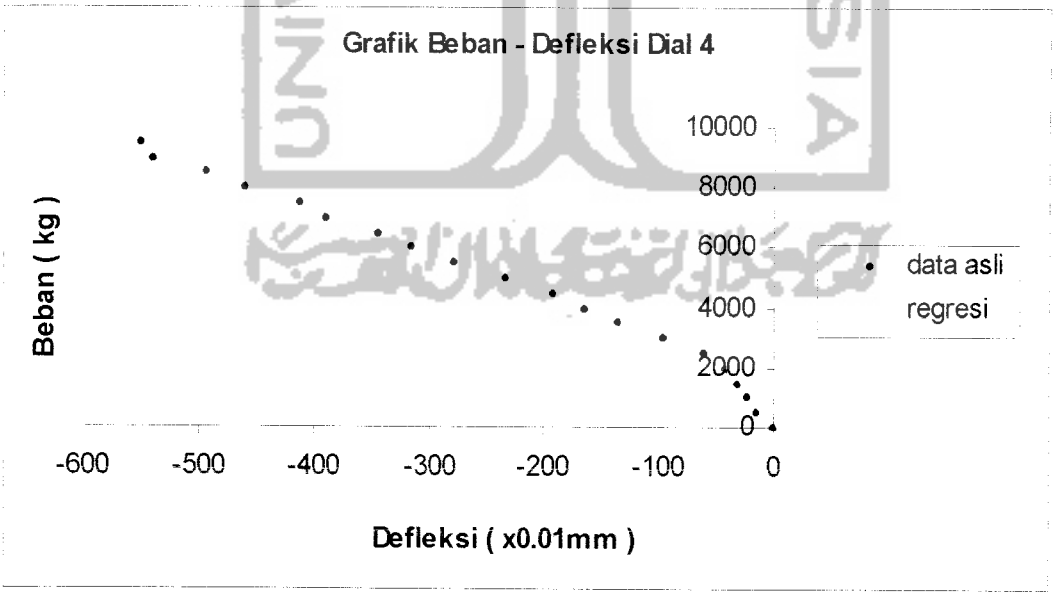
Gambar 5.65 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,9m / B / 4



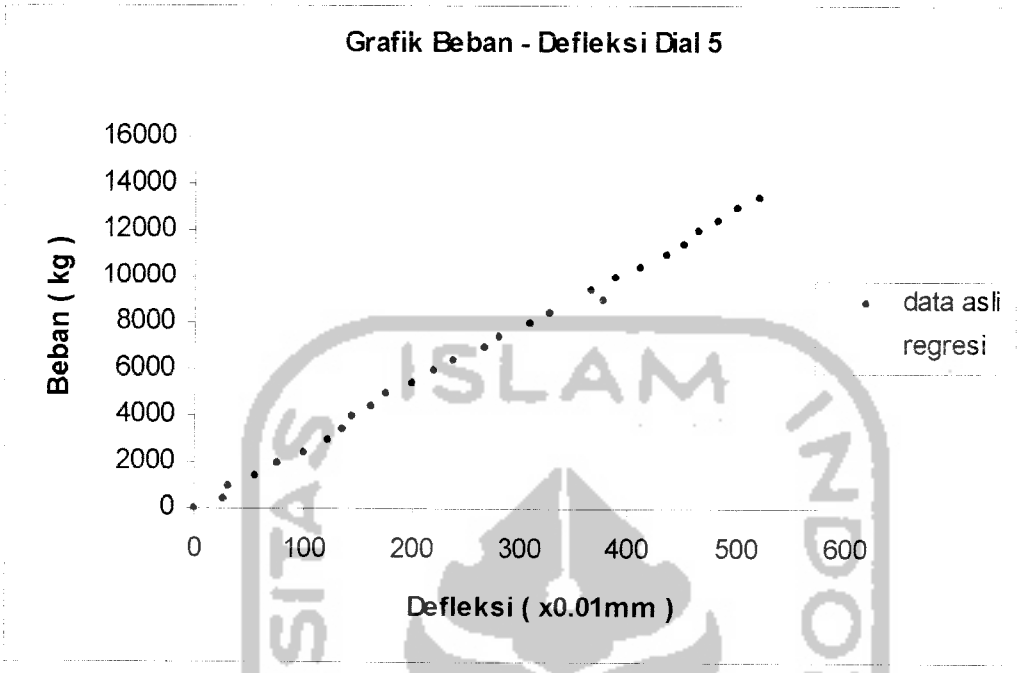
Gambar 5.66 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,9m / B / 4



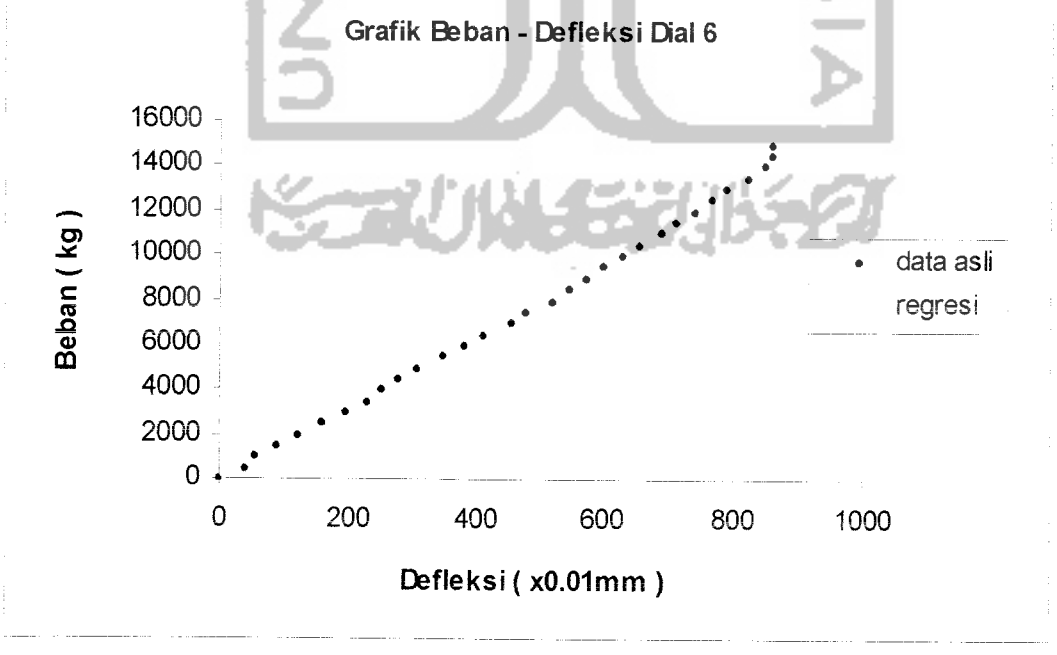
Gambar 5.67 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,9m / B / 4



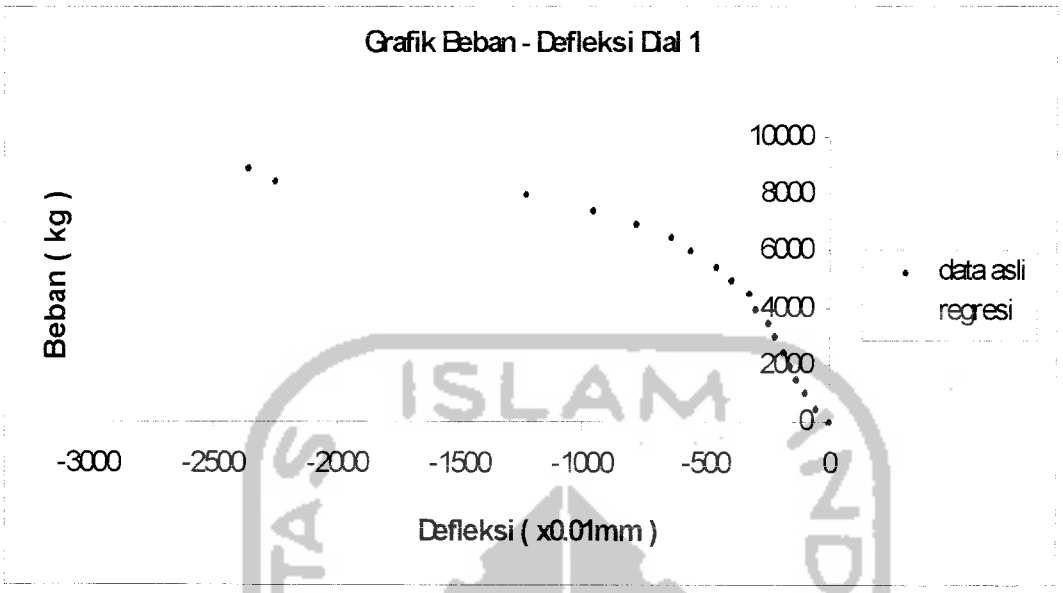
Gambar 5.68 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,9m / B / 4



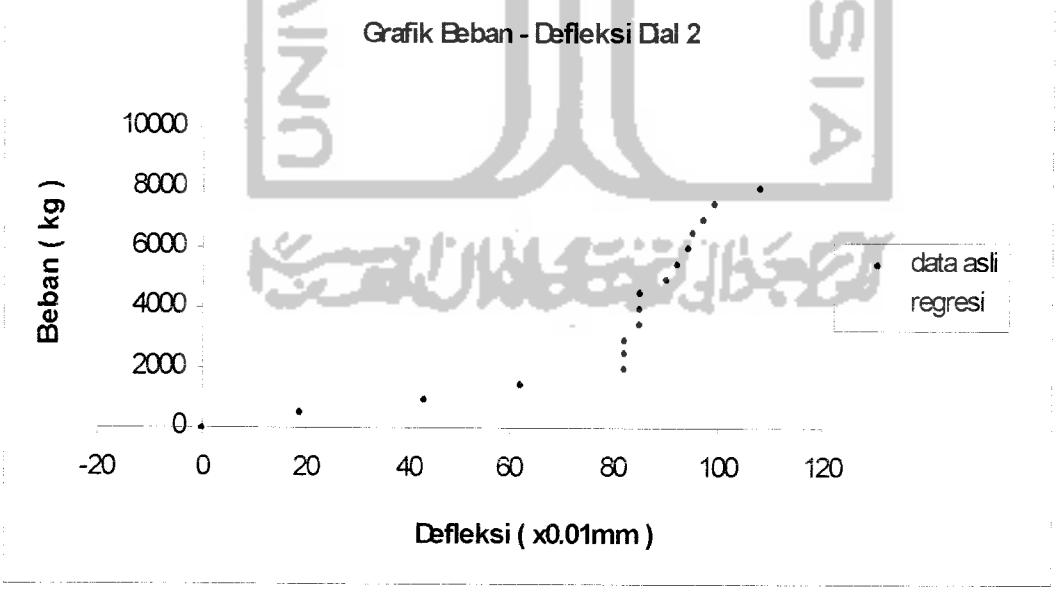
Gambar 5.69 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,9m / B / 4



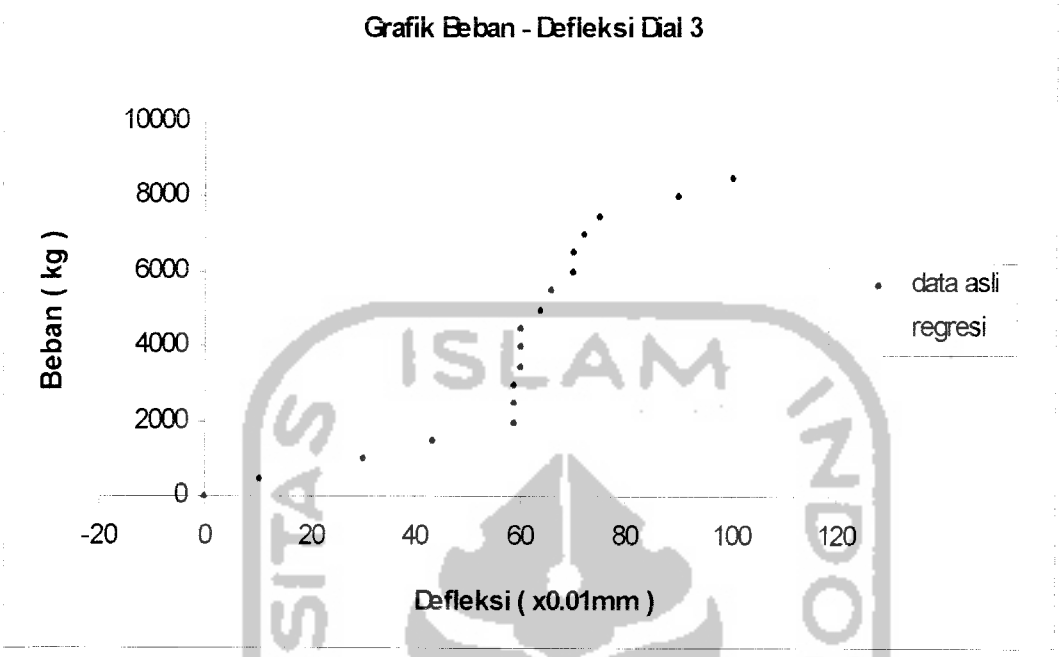
Gambar 5.70 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,9m / B / 4



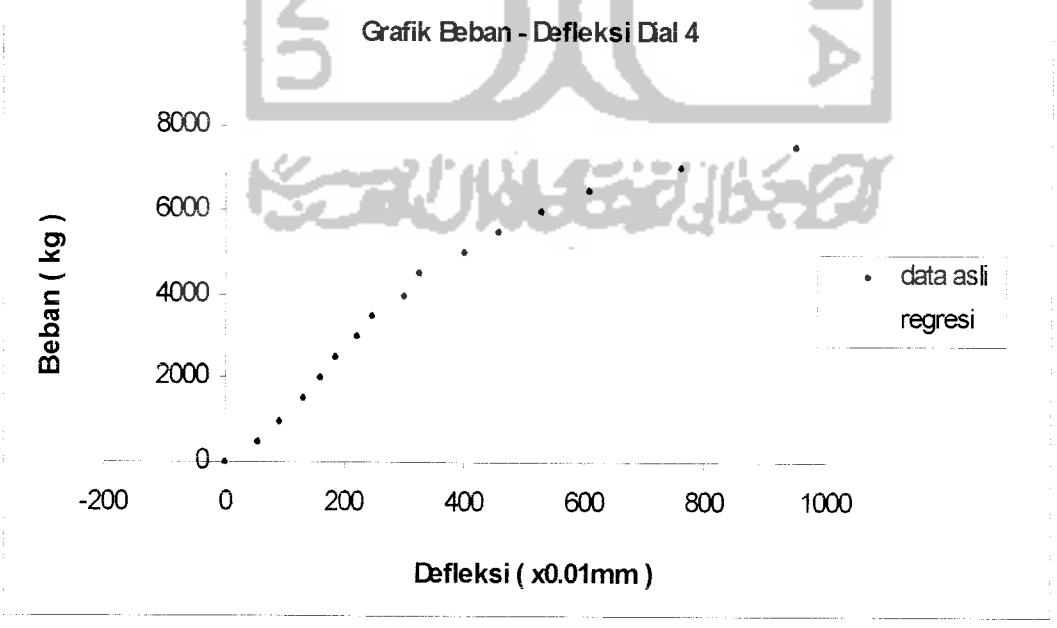
Gambar 5.71 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 1,9m / C / 4



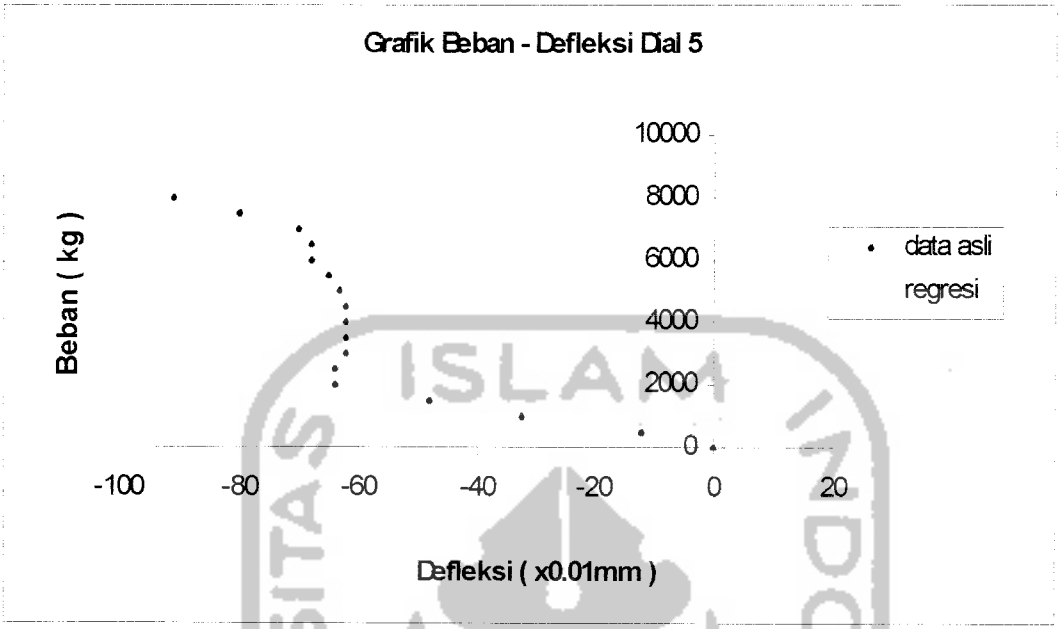
Gambar 5.72 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 1,9m / C / 4



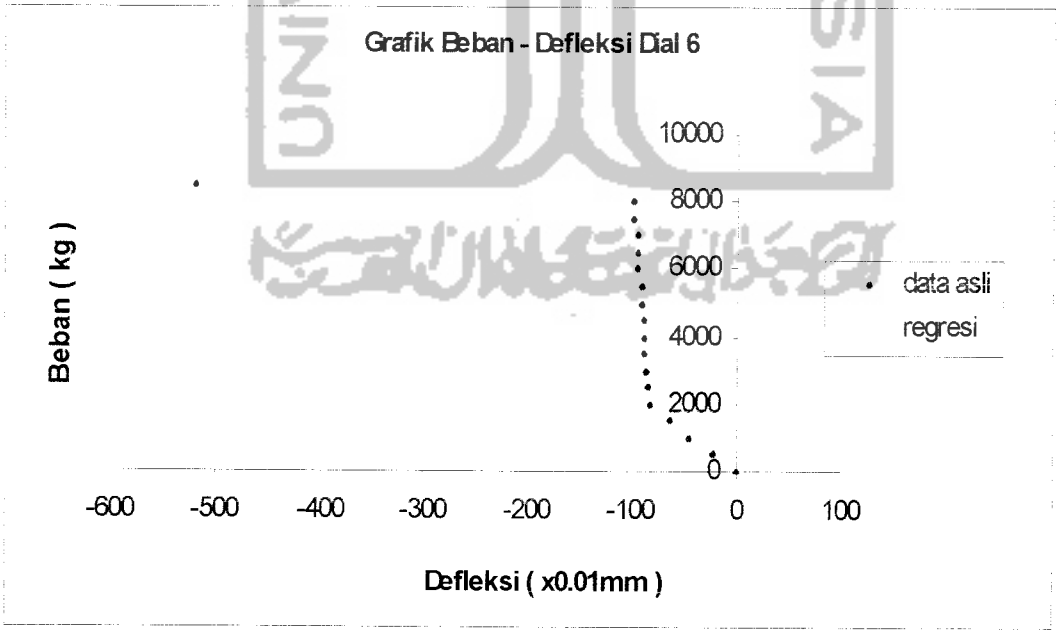
Gambar 5.73 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 1,9m / C / 4



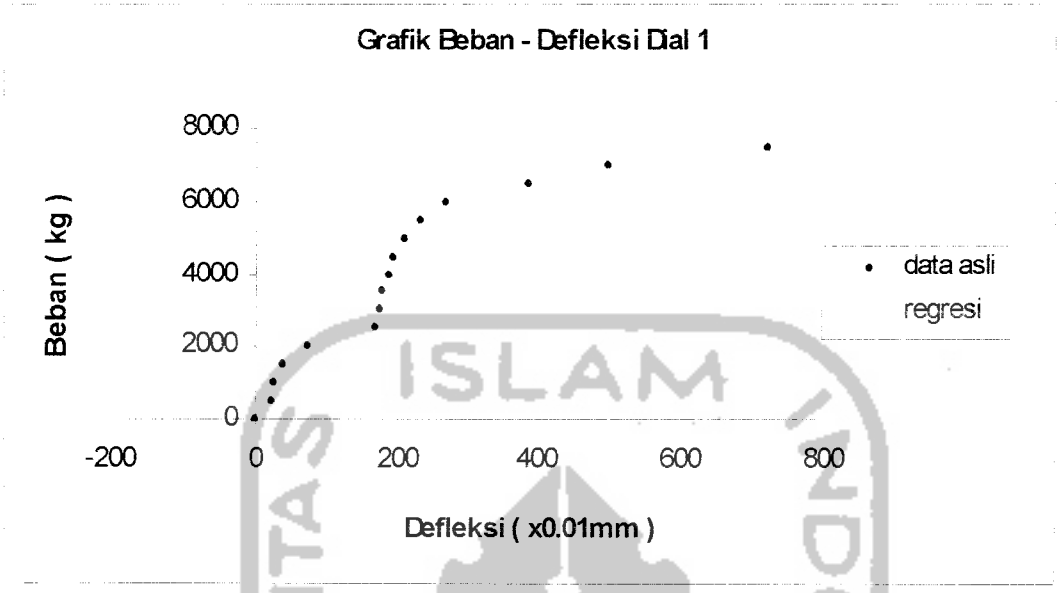
Gambar 5.74 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 1,9m / C / 4



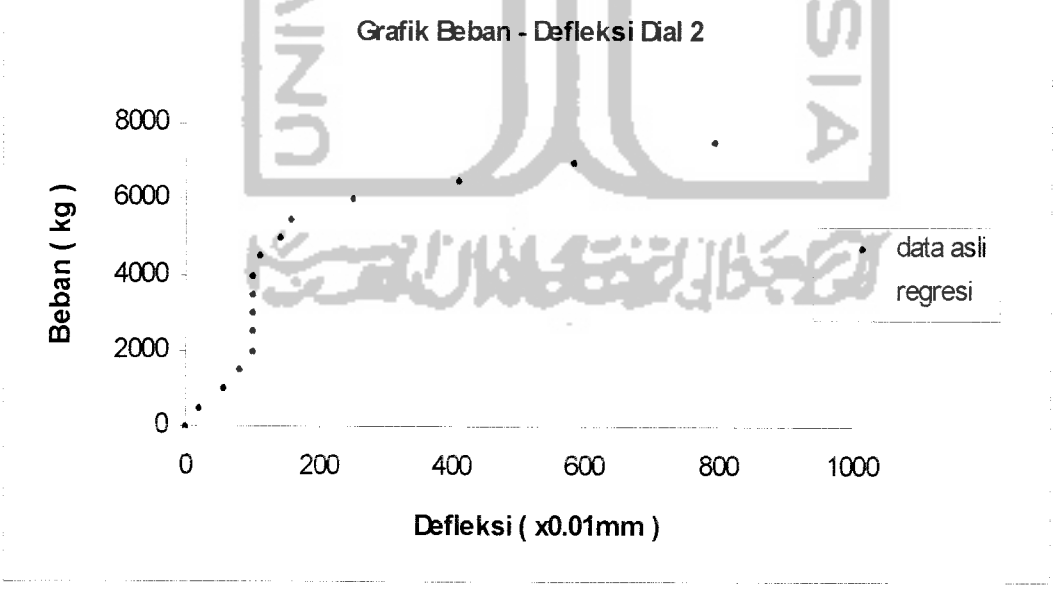
Gambar 5.75 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 1,9m / C / 4



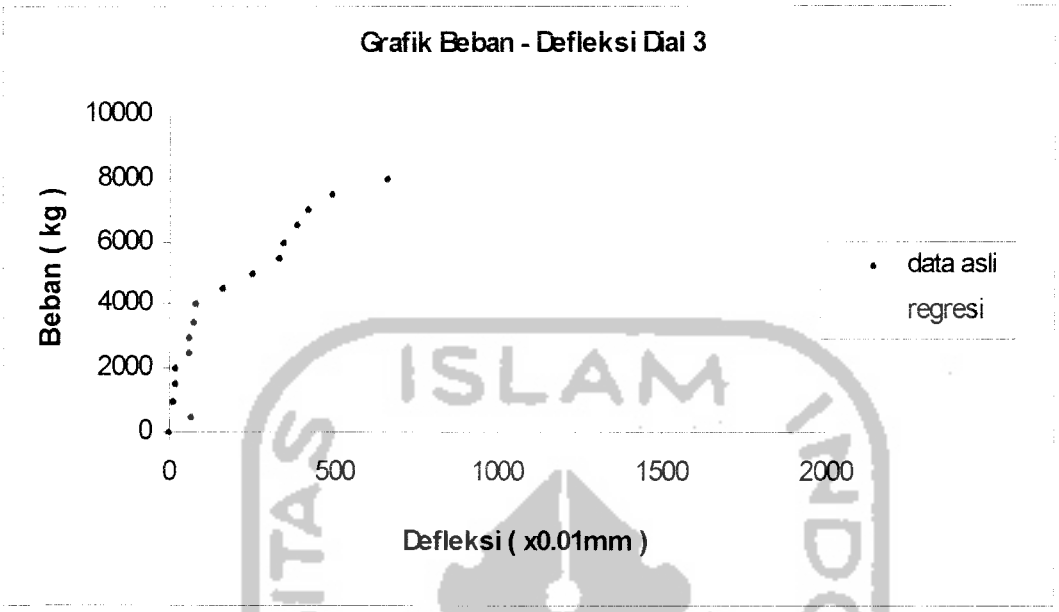
Gambar 5.76 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 1,9m / C / 4



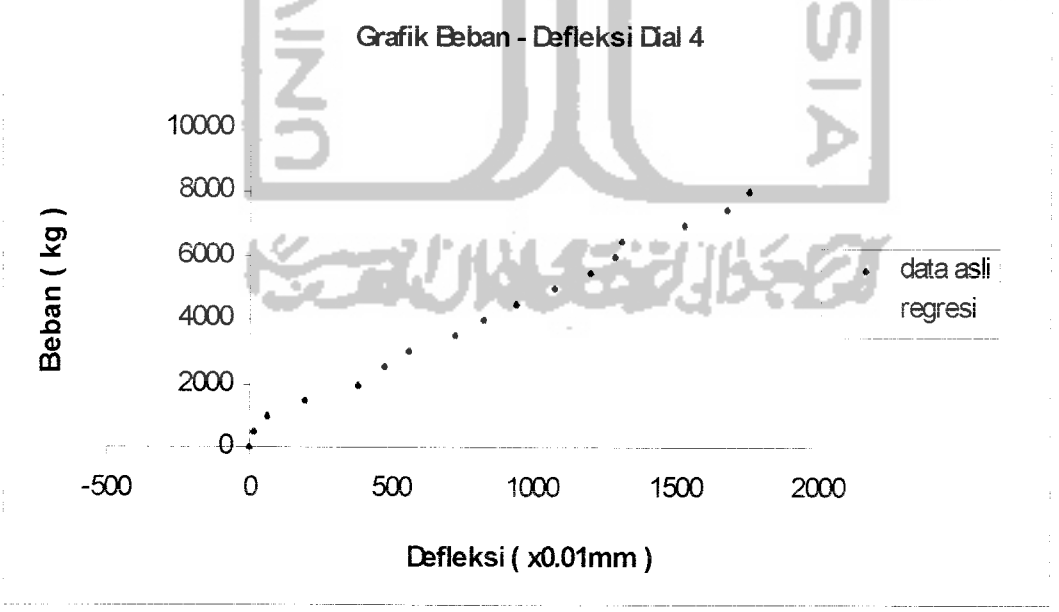
Gambar 5.77 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 2,2m / A / 5



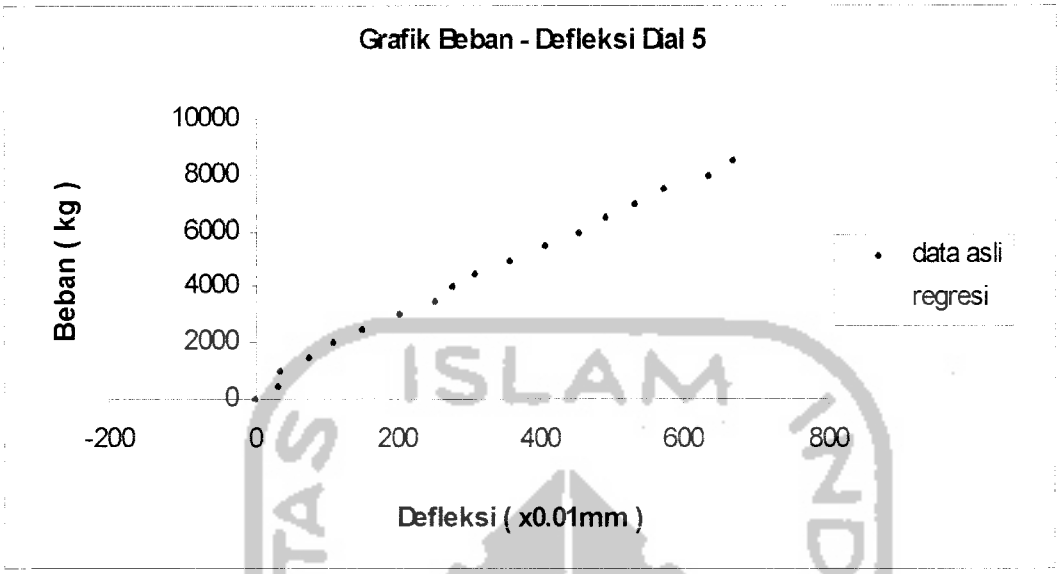
Gambar 5.78 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 2,2m / A / 5



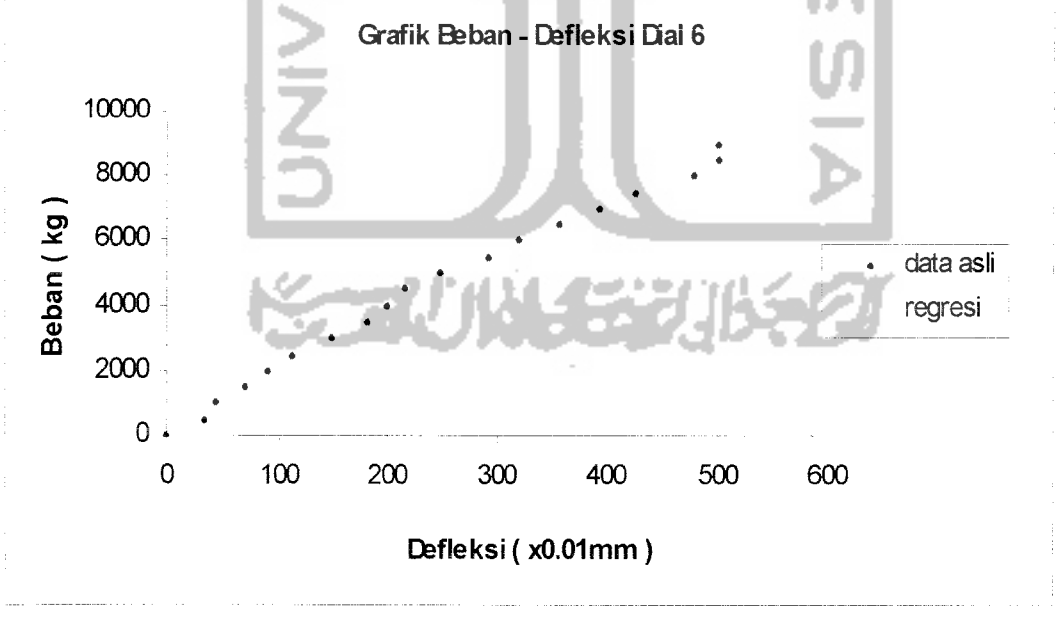
Gambar 5.79 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 2,2m / A / 5



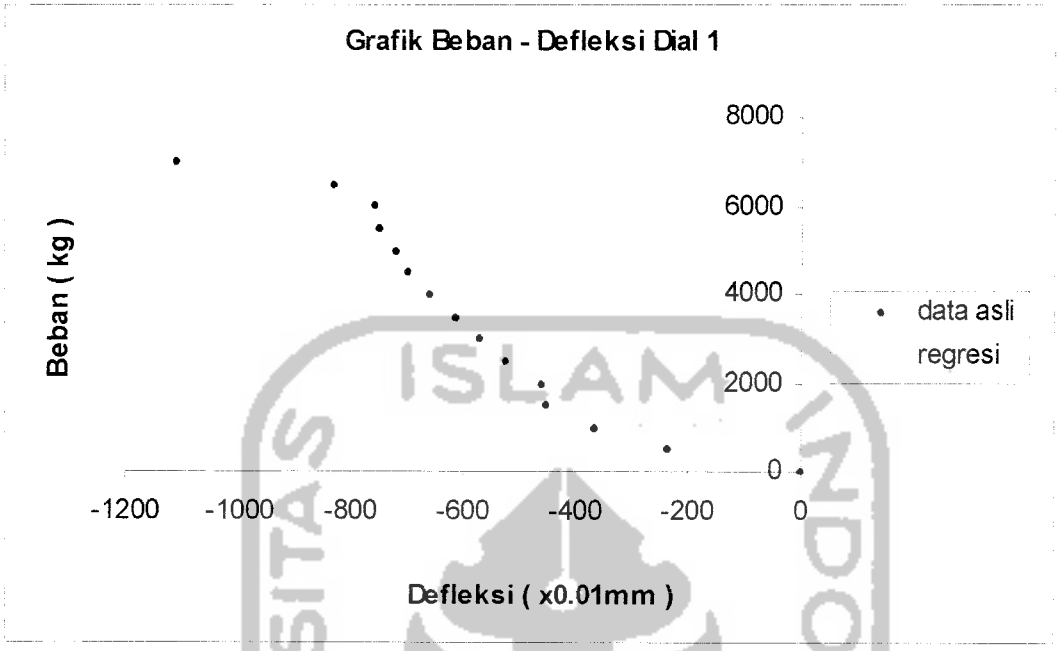
Gambar 5.80 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 2,2m / A / 5



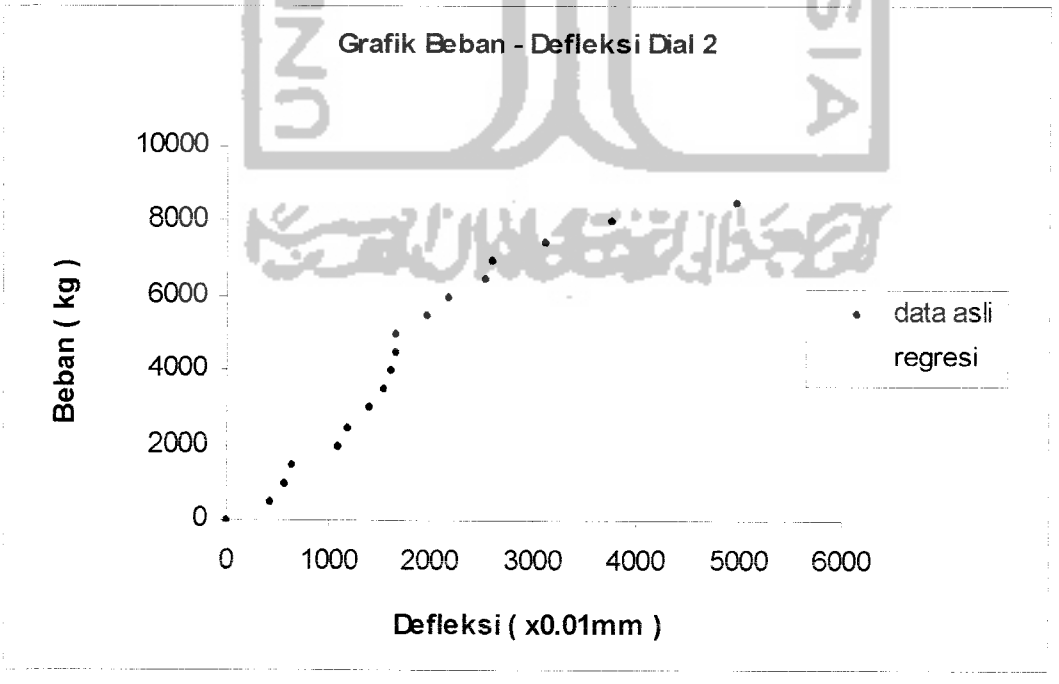
Gambar 5.81 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 2,2m / A / 5



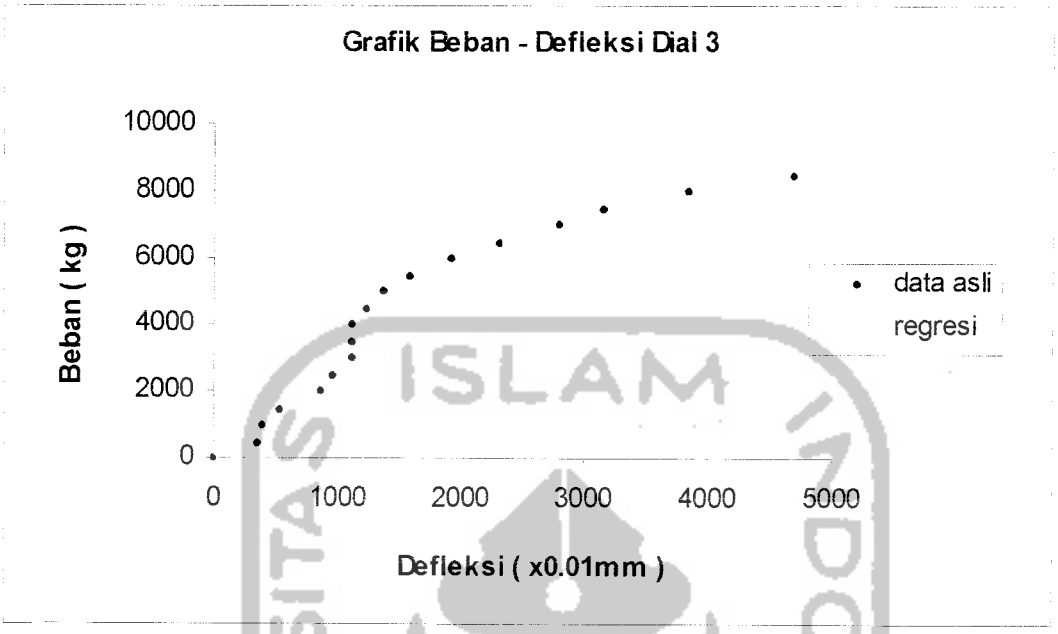
Gambar 5.82 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 2,2m / A / 5



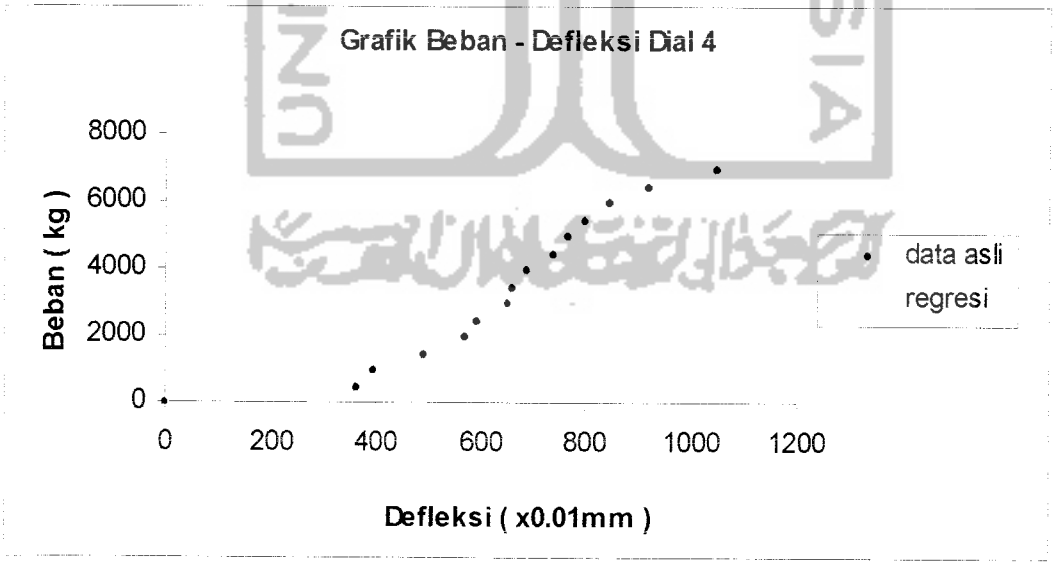
Gambar 5.83 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 2,2m / B / 5



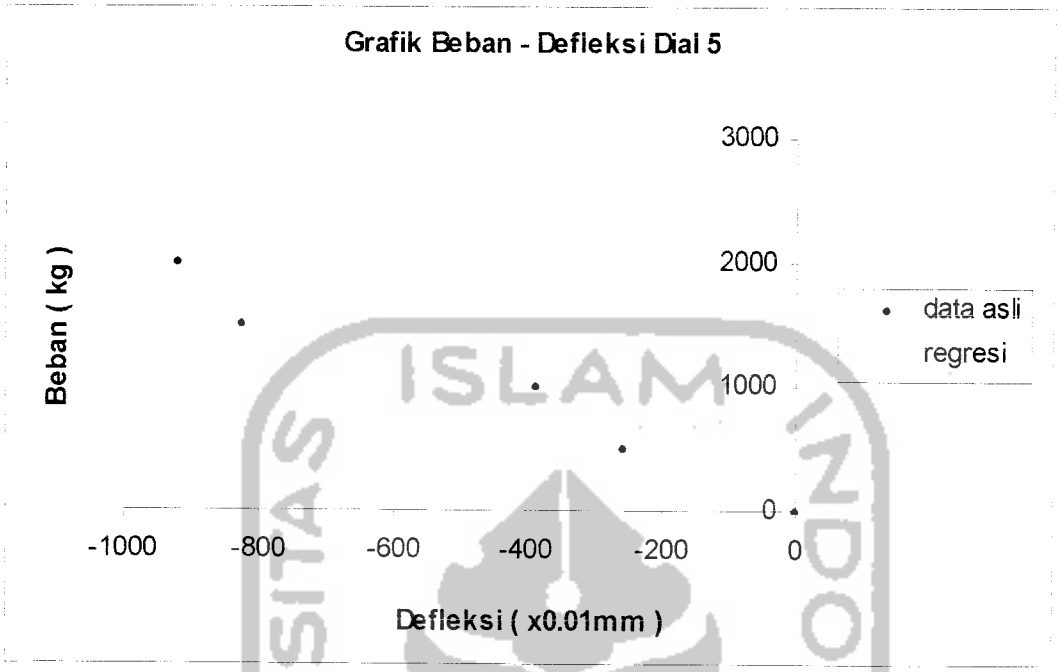
Gambar 5.84 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 2,2m / B / 5



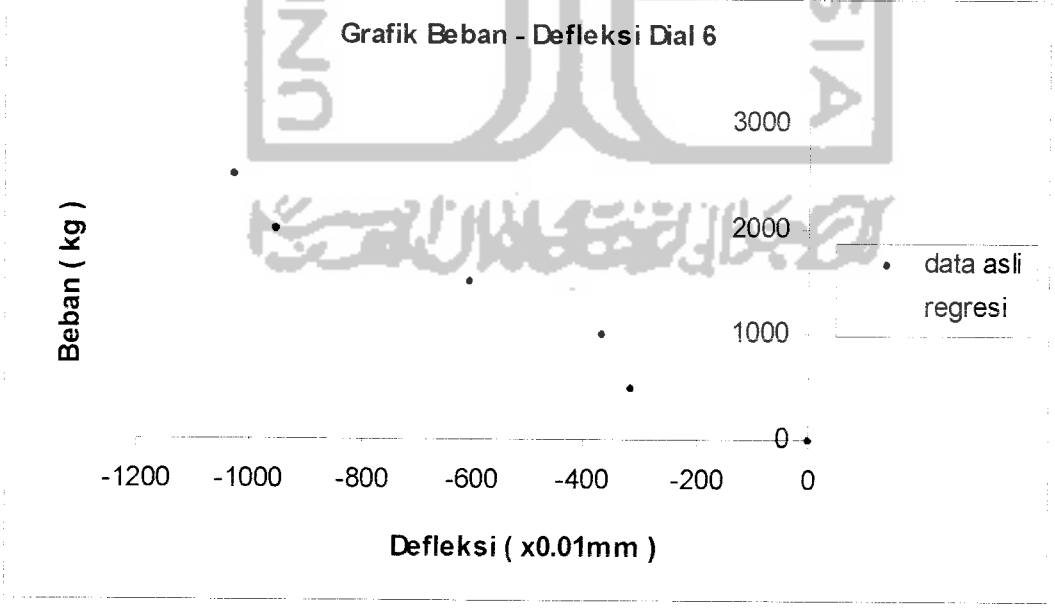
Gambar 5.85 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 2,2m / B / 5



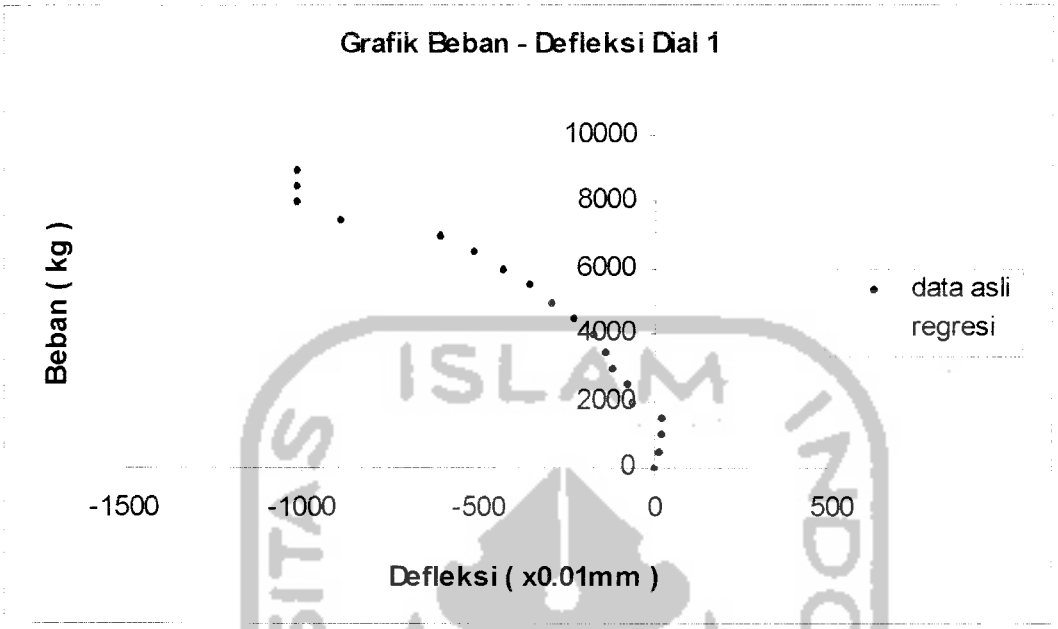
Gambar 5.86 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 2,2m / B / 5



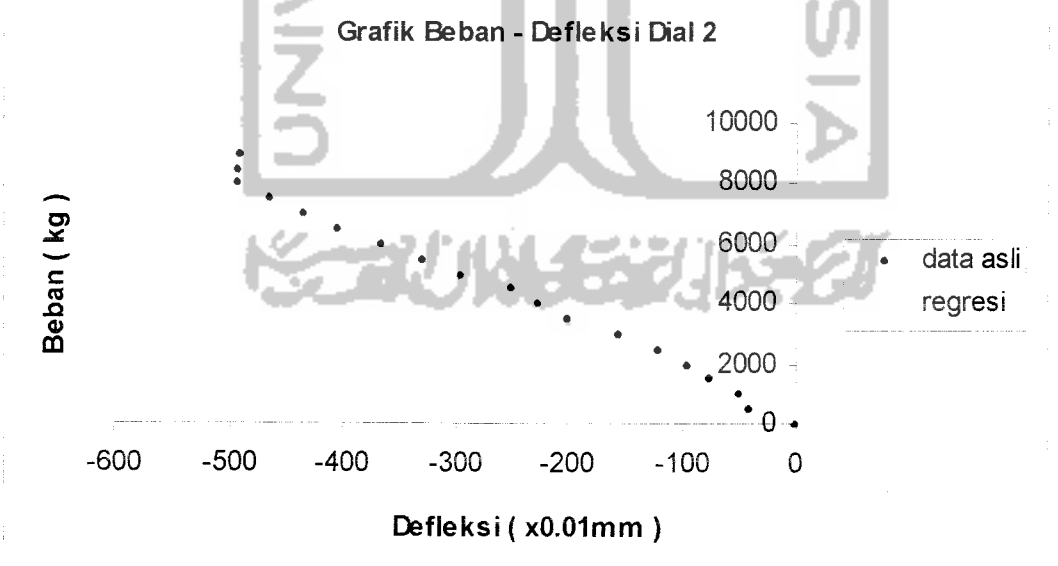
Gambar 5.87 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 2,2m / B / 5



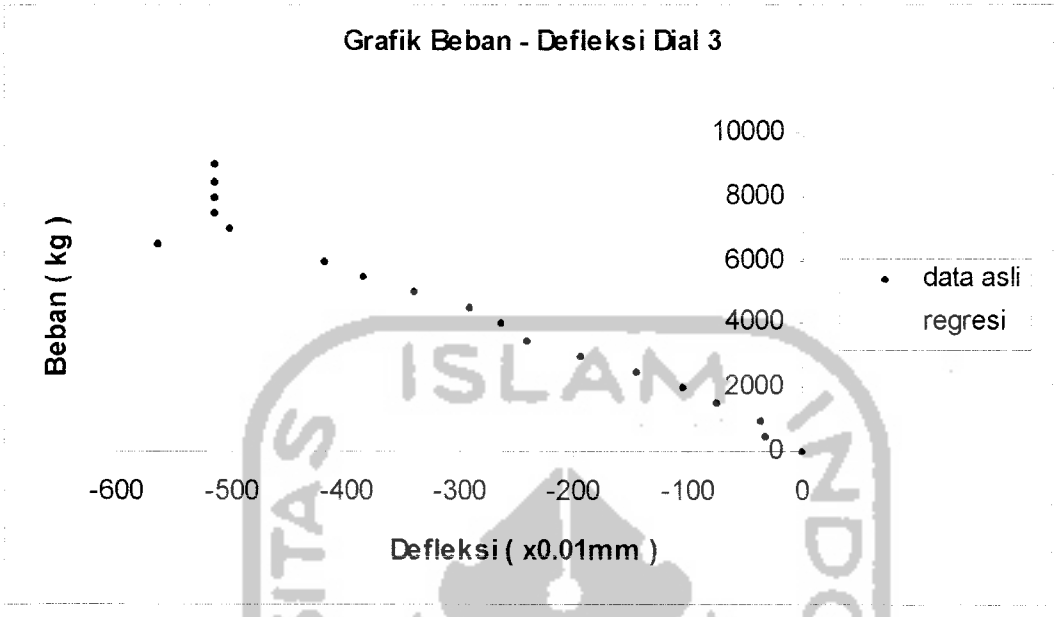
Gambar 5.88 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 2,2m / B / 5



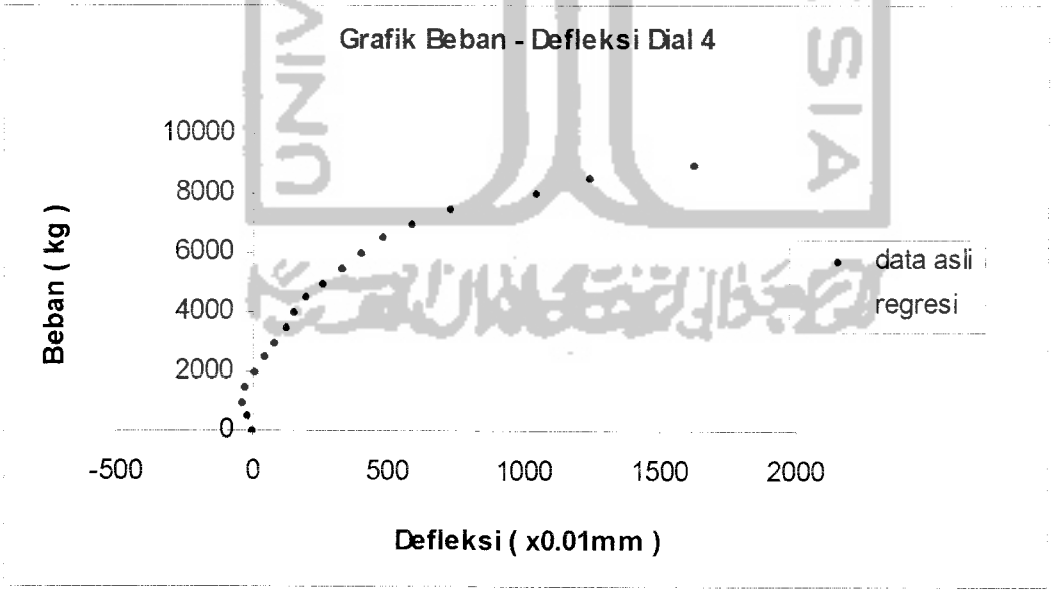
Gambar 5.89 Grafik Beban – Defleksi Dial 1 Benda Uji 2,2m / C / 5



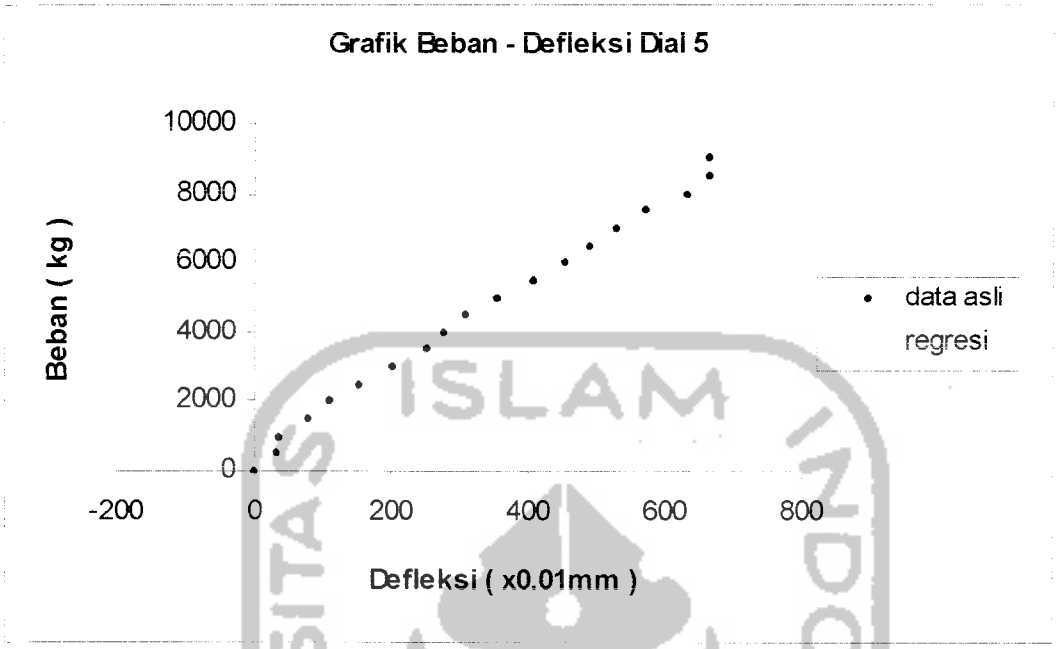
Gambar 5.90 Grafik Beban – Defleksi Dial 2 Benda Uji 2,2m / C / 5



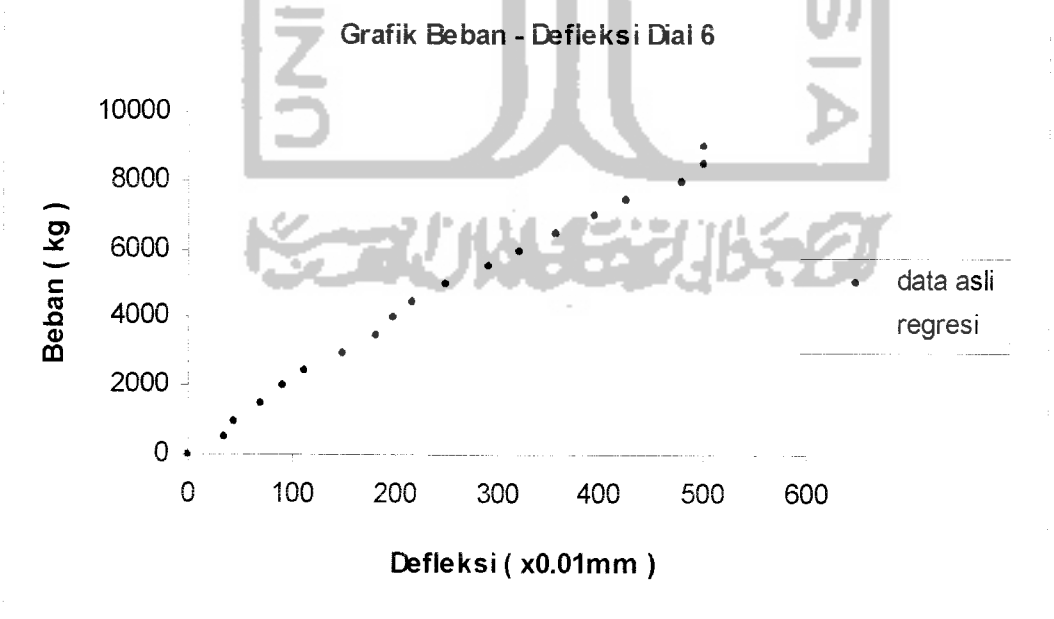
Gambar 5.91 Grafik Beban – Defleksi Dial 3 Benda Uji 2,2m / C / 5



Gambar 5.92 Grafik Beban – Defleksi Dial 4 Benda Uji 2,2m / C / 5



Gambar 5.93 Grafik Beban – Defleksi Dial 5 Benda Uji 2,2m / C / 5



Gambar 5.94 Grafik Beban – Defleksi Dial 6 Benda Uji 2,2m / C / 5

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Kekuatan Desak Maksimum Benda Uji

Setelah dilakukan penelitian terhadap kekuatan desak benda uji, yang dilakukan di laboratorium terhadap lima macam variasi benda uji dengan jarak klos yang berbeda-beda kemudian diperoleh hasil sebagai berikut :

a. Untuk panjang bentang (L)=100cm, jarak antar klos (L_1)=30cm, dimensi benda uji (b/h)=4/6cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk})=1. Dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan terhadap tiga sampel benda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max}, untuk P_{max1}=14,5ton, P_{max2}=16ton, dan P_{max3}=16ton.

b. Untuk panjang bentang (L)=130cm, jarak antar klos (L_1)=40cm, dimensi benda uji (b/h)=4/6cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk})=1. Dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan terhadap tiga sampel benda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max}, untuk P_{max1}=14,5ton, P_{max2}=13ton, dan P_{max3}=17,5 ton.

c. Untuk panjang bentang (L)=160cm, jarak antar klos (L_1)=50cm, dimensi benda uji (b/h)=4/6cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk})=1. Dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan terhadap tiga sampel benda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max}, untuk P_{max1}=11ton, P_{max2}=16ton, dan P_{max3}=12ton.

d. Untuk panjang bentang (L)=190cm, jarak antar klos (L_1)=60cm, dimensi benda uji (b/h)=4/6cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk})=1. Dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan terhadap tiga sampel benda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max}, untuk P_{max1}=11ton, P_{max2}=15ton, dan P_{max3}=8 ton.

e. Untuk panjang bentang (L)=220cm, jarak antar klos (L_1)=70cm, dimensi benda uji (b/h)=4/6cm, asumsi perletakan ujung-ujung batang adalah sendi-sendi sehingga panjang tekuknya (l_{tk})=1. Dari hasil penelitian laboratorium yang dilakukan terhadap tiga sampel benda uji dengan data seperti di atas diperoleh P_{max}, untuk P_{max1}=8ton, P_{max2}=8,5ton, dan P_{max3}=8,5 ton.

Dari data hasil penelitian laboratorium diperoleh kesimpulan bahwa semakin panjang jarak pengaku lateral atau klos maka kemampuan batang desak ganda dalam menahan beban aksial akan semakin kecil, hal ini dikarenakan kelangsingan batang semakin tinggi. Seperti halnya dengan batang desak maka rasio kekuatan batang tersebut adalah berbanding terbalik antara kenaikan panjang

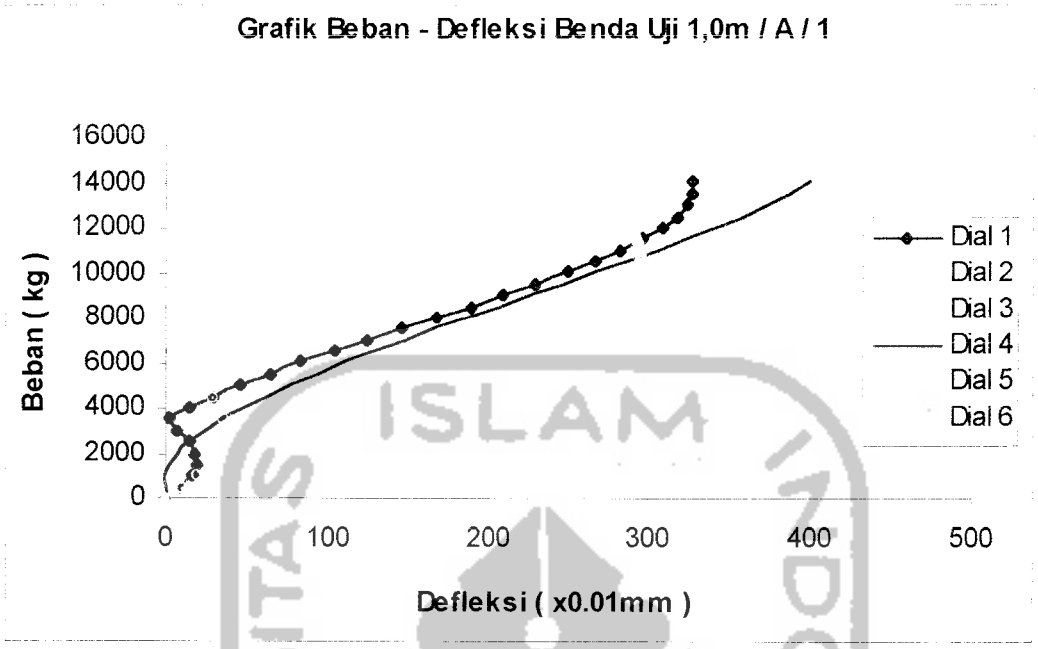
dengan kenaikan atau penambahan beban, artinya semakin panjang atau semakin langsing suatu batang, maka kekuatannya dalam mendukung beban aksial akan semakin kecil.

6.2 Perilaku Benda Uji Terhadap Beban Desak

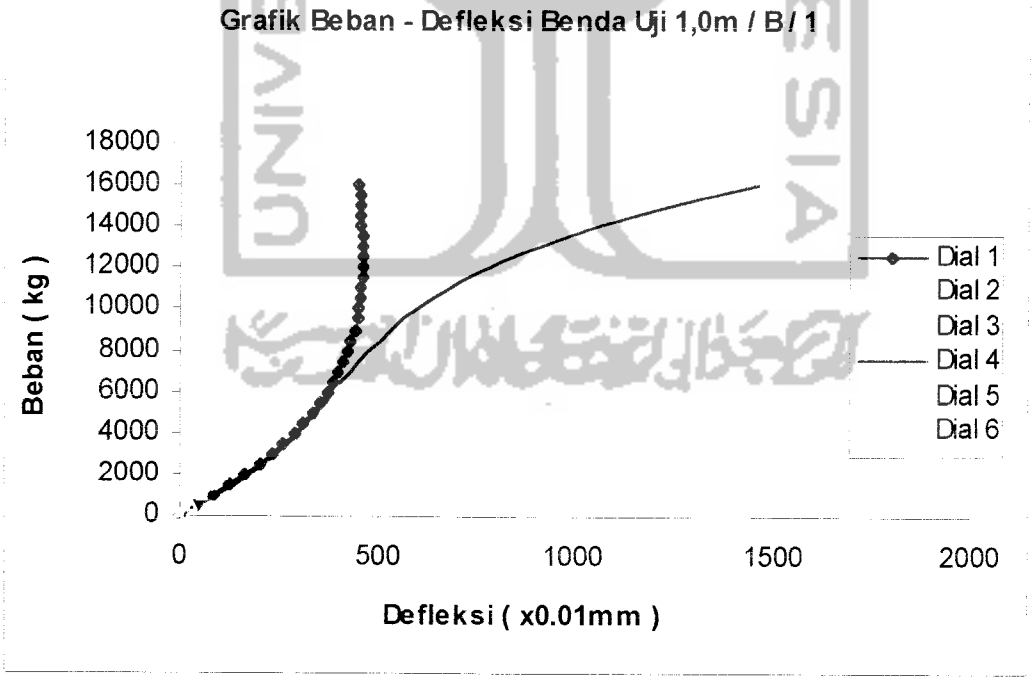
Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap lima macam variasi benda uji ketika menerima beban desak ternyata diperoleh suatu pola perilaku lentur yang unik. Dari teori mengenai batang ganda disebutkan bahwa pada batang ganda, batang akan tertekuk terlebih dahulu dalam arah tegangan lurus sumbu bebas bahan. Dari perhitungan secara teoritis dari lima macam variasi sampel benda uji, tertekuknya batang adalah dalam arah sumbu bebas bahan (sumbu Y). Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa tertekuknya bahan tidak selalu dalam arah sumbu bebas bahan, akan tetapi sering terjadi arah lendutannya ke arah sumbu bahan dan ke arah lain dari sisi batang desak tersebut.

6.2.1 Perilaku Benda Uji 1.0 m dengan Jarak Klos 30 cm

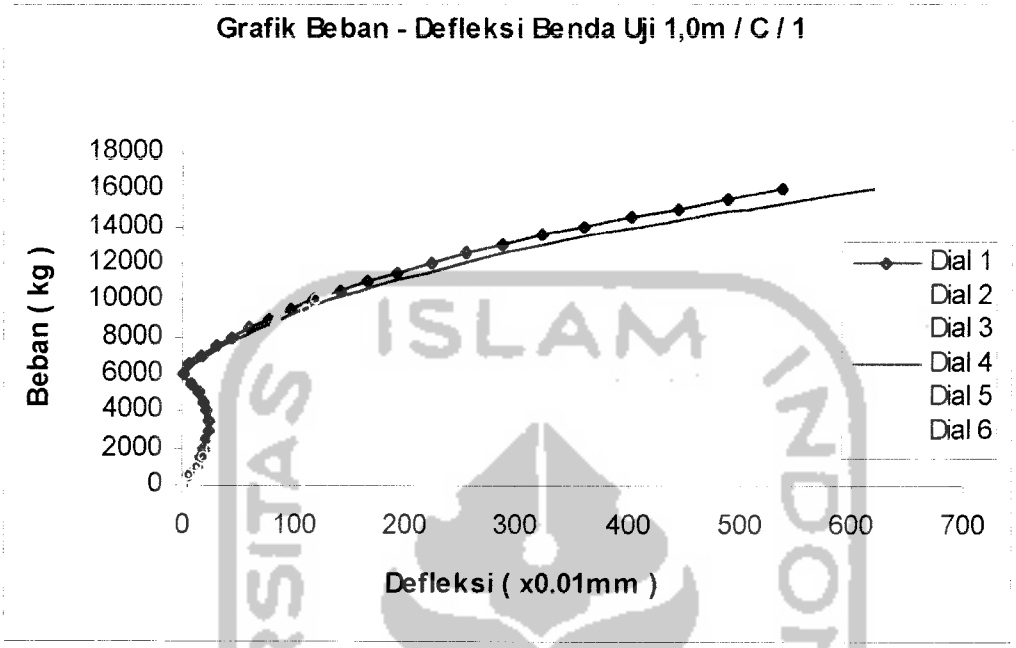
Pada tiga benda uji diperoleh hasil pengujian kekuatan desak maksimum sebesar rata-rata 15,5ton. Sesuai dengan penomoran penempatan *dial*, pada sumbu bebas bahan diberi nomor 2, 3, 5, dan 6. Sedangkan pada sumbu bahan nomor penempatan *dial*nya adalah 1 dan 4. Dari hasil pengujian, lendutan maksimum terjadi rata-rata pada *dial* 5 dan 6 (sumbu bebas bahan), akan tetapi terjadi lendutan juga pada *dial* 4. Patah yang terjadi rata-rata pada *dial* 5 dan 6. Kondisi defleksi yang tidak teratur ini kemungkinan terjadi karena permukaan batang desak ketika menerima beban desak kurang merata.



Gambar 6.1 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,0m / A / 1



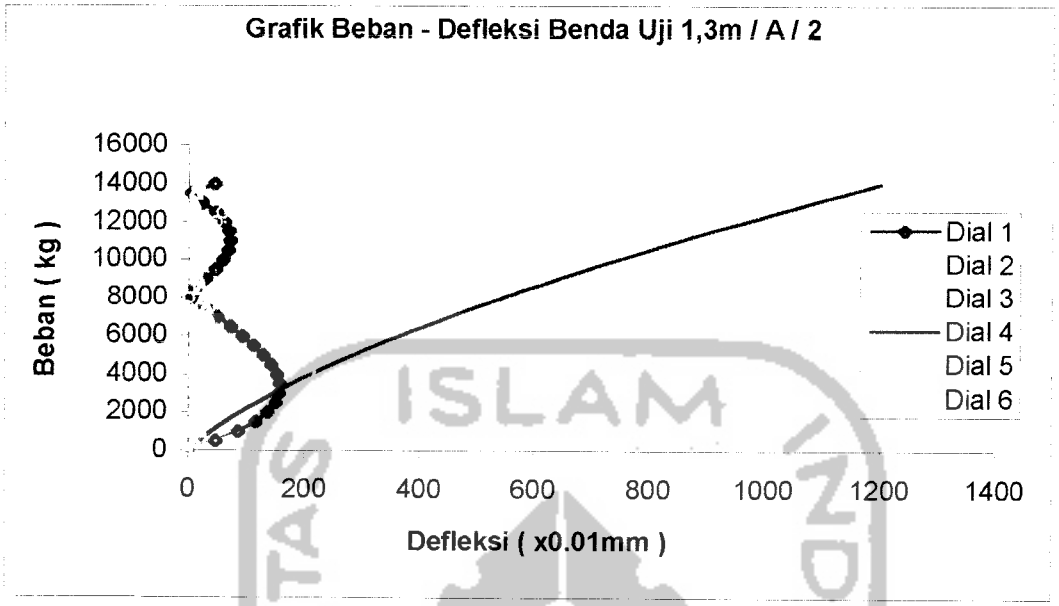
Gambar 6.2 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,0m / B / 1



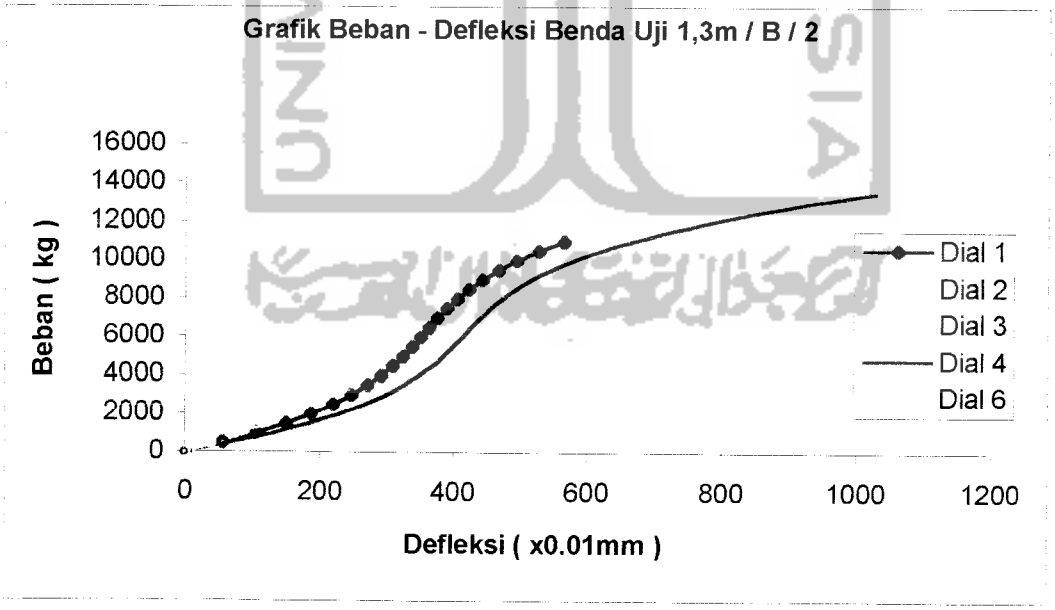
Gambar 6.3 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,0m / C / 1

6.2.2 Perilaku Benda Uji 1,3 m dengan Jarak Klos 40 cm

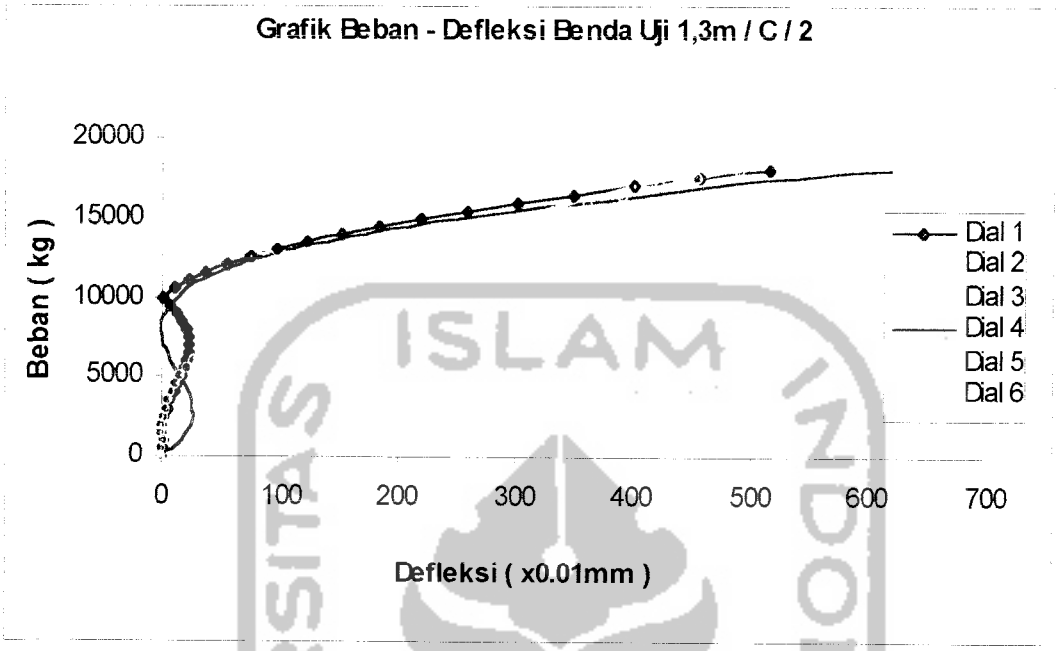
Pada tiga benda uji diperoleh hasil pengujian kekuatan desak maksimum sebesar rata-rata 15ton. Pada benda uji ini, penomoran *dial* sama seperti percobaan sebelumnya. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa lendutan terjadi pada *dial* 2 dan 3. Pada *dial* 4 terjadi lendutan yang cukup besar, akan tetapi tidak sampai menimbulkan kerusakan pada batang desak yang diuji. Pada *dial* 4 tersebut kemungkinan lendutan dikarenakan permukaan bidang tekan yang kurang merata.



Gambar 6.4 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,3m / A / 2



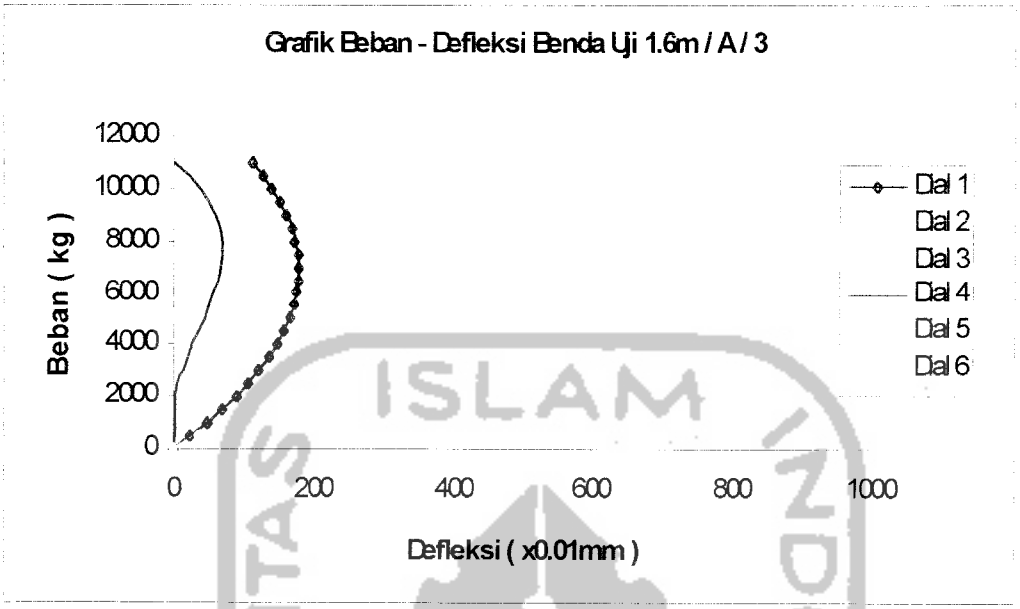
Gambar 6.5 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,3m / B / 2



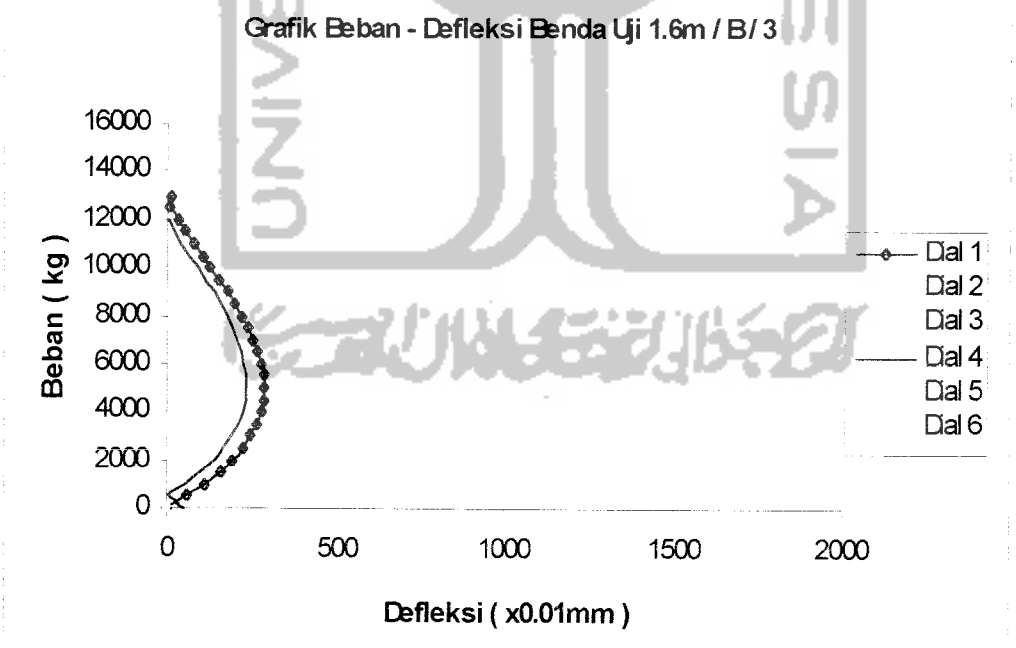
Gambar 6.6 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,3m / C / 2

6.2.3 Perilaku Benda Uji 1,6 m dengan Jarak Klos 50 cm

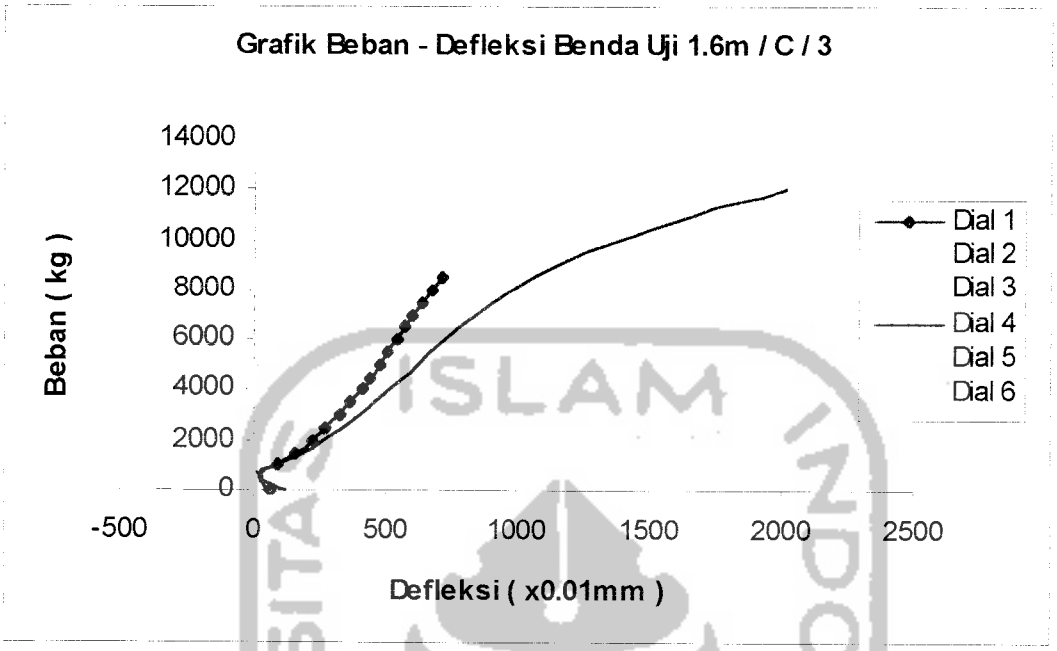
Dari tiga benda uji yang teliti pada jarak ini, diperoleh hasil pengujian kekuatan desak maksimum adalah rata-rata sebesar 13ton. Pada variasi jarak ini arah lendutan adalah ke arah *dial* 2 dan 3 (sumbu bebas bahan), tetapi pada salah satu benda uji terdapat arah lendutan yang berlainan. Satu sisi ke arah *dial* 2 dan sisi yang lain ke arah *dial* 5. Kemungkinan perilaku ini karena kekuatan batang individu dari batang-batang penyusun batang ganda memiliki kekuatan yang berbeda. Perbedaan kekuatan batang individu ini disebabkan oleh banyaknya cacat pada kayu maupun lubang kayu yang tidak seragam, yang masing-masing berpengaruh pada reduksi kekuatan batang tunggalnya.



Gambar 6.7 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,6m / A / 3



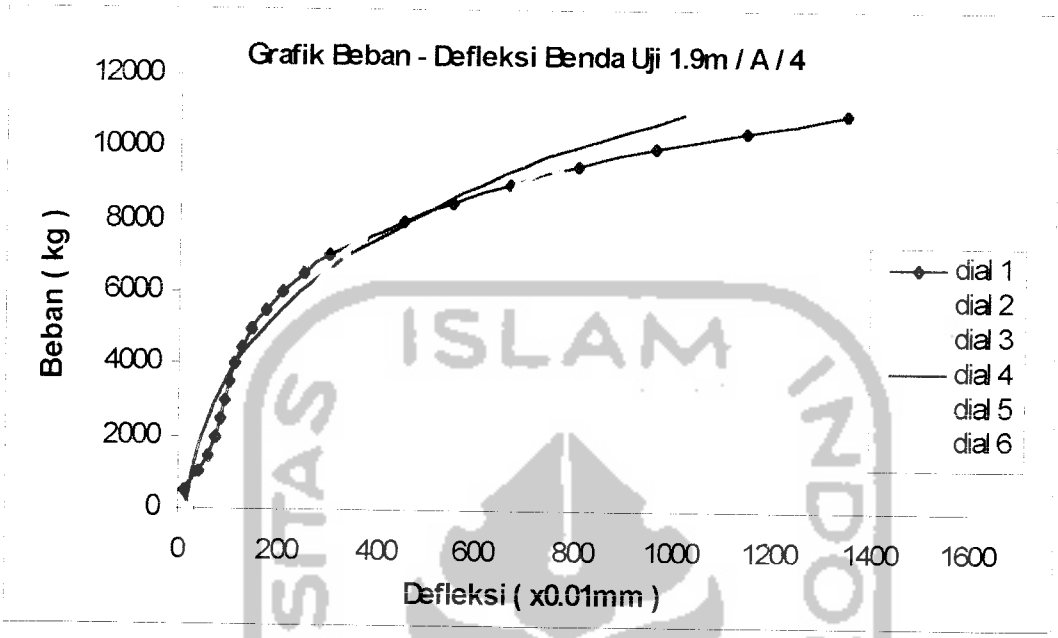
Gambar 6.8 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,6m / B / 3



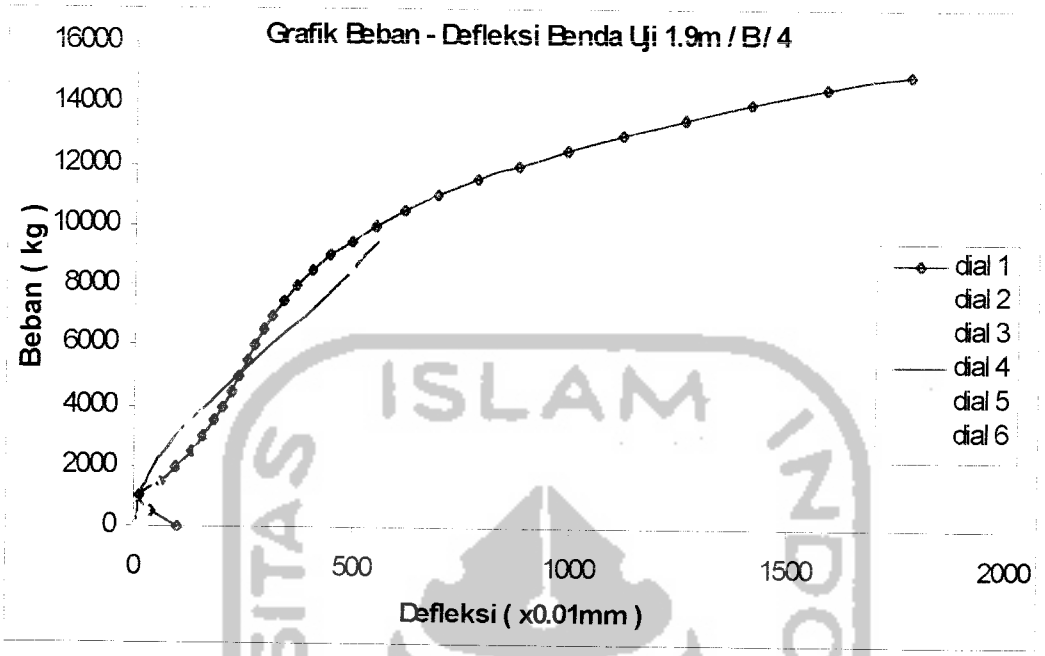
Gambar 6.9 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,6m / C / 3

6.2.4 Perilaku Benda Uji 1,9 m dengan Jarak Klos 60 cm

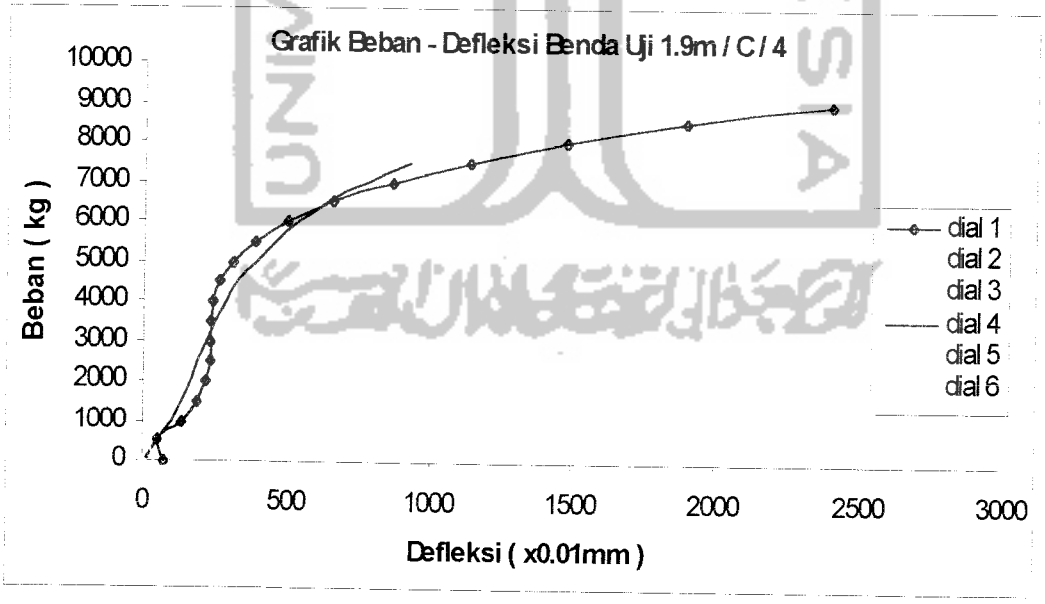
Pada variasi jarak ini, diperoleh kekuatan beban desak maksimum dari penelitian adalah rata-rata 11,6ton. Arah lendutan pada *dial* 5 dan 6 (sumbu bebas bahan). Pada salah satu benda uji tercatat arah lendutan maksimal pada *dial* 1 (sumbu bahan) sehingga batang rusak dalam arah tersebut. Kerusakan benda uji yang tidak sesuai dengan perkiraan yang didasarkan teori dikarenakan kondisi perletakan yang kurang sempurna serta banyaknya cacat kayu pada bagian yang rusak tersebut.



Gambar 6.10 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,9m / A / 4



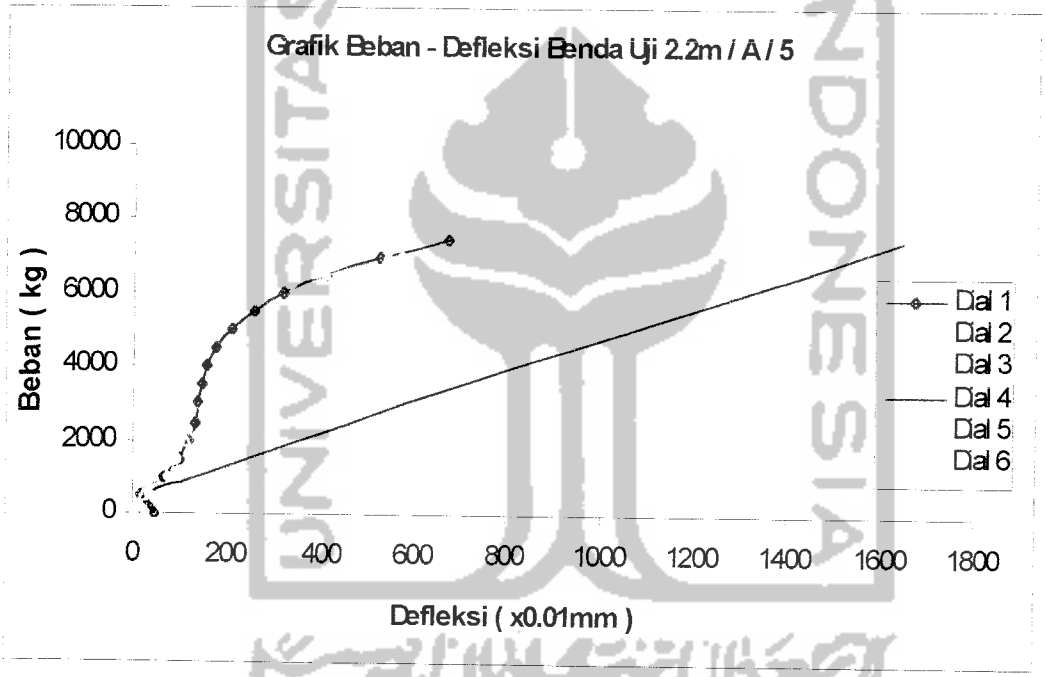
Gambar 6.11 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,9m / B / 4



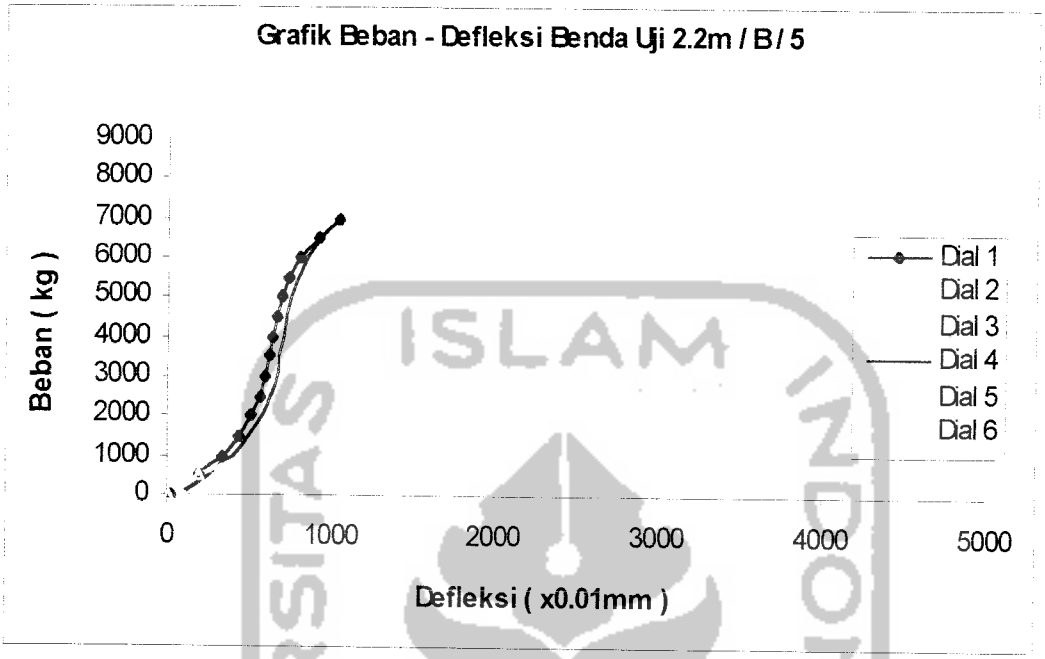
Gambar 6.12 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,9m / C / 4

6.2.5 Perilaku Benda Uji 2,2 m dengan Jarak Klos 70 cm

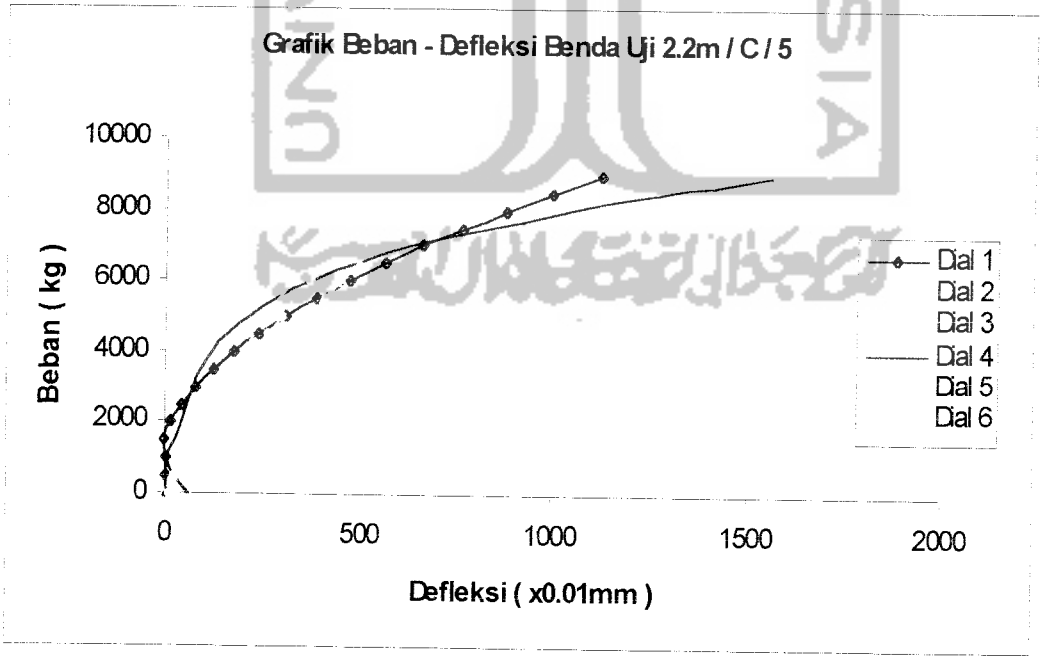
Pada benda uji dengan variasi jarak ini beban desak maksimum dari penelitian adalah rata-rata 8,1ton. Arah lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan (*dial* 2, 5, dan 6). Lendutan yang terjadi juga cukup besar karena kelangsingan batang yang tinggi. Lendutan yang terjadi dapat mencapai hingga kurang lebih 4,5 cm pada arah sumbu bebas bahan.



Gambar 6.13 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 2,2m / A / 5



Gambar 6.14 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 2,2m / B / 5



Gambar 6.15 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 2,2m / C / 5

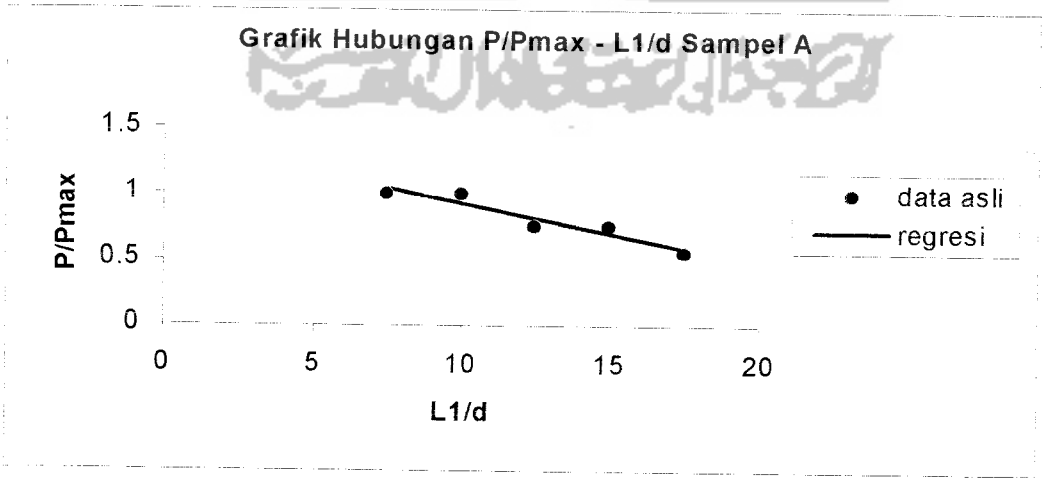
6.3 Hubungan Jarak Klos Dengan Kekuatan Desak Maksimum Batang

Hasil penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa semakin tinggi kelangsingan suatu batang ganda maka kekuatan desak maksimum yang mampu ditahan akan semakin kecil. Dari kelima benda uji dengan berbagai variasi jarak klos diperoleh suatu hubungan yang dapat dilihat pada Tabel 6.1.

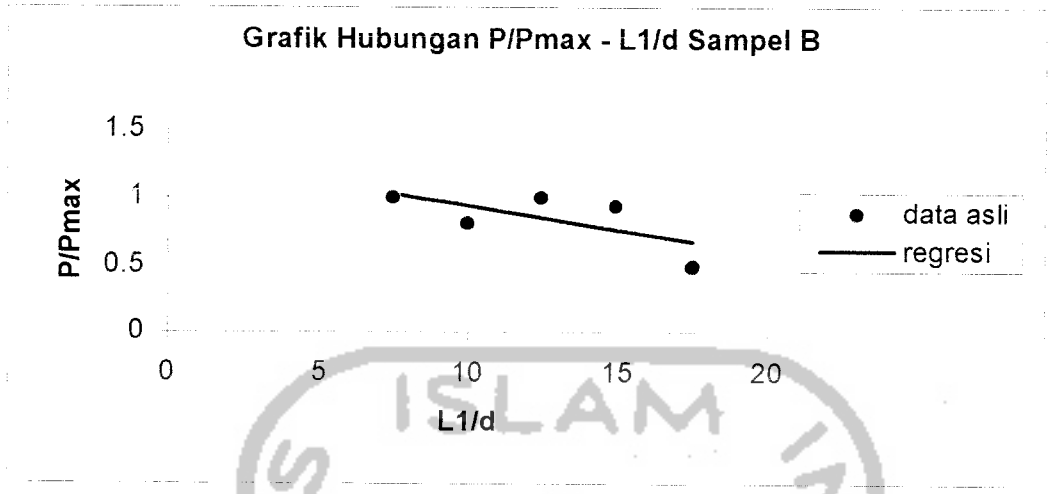
Tabel 6.1 Hubungan Beban Maksimum - (L_1/d)

Jarak Klos / Lebar (L_1/d)	P_{max} (ton)		
	A	B	C
7,5	14,5	16	16
10	14,5	13	17,5
12,5	11	16	12
15	11	15	9
17,5	8	8	8,5

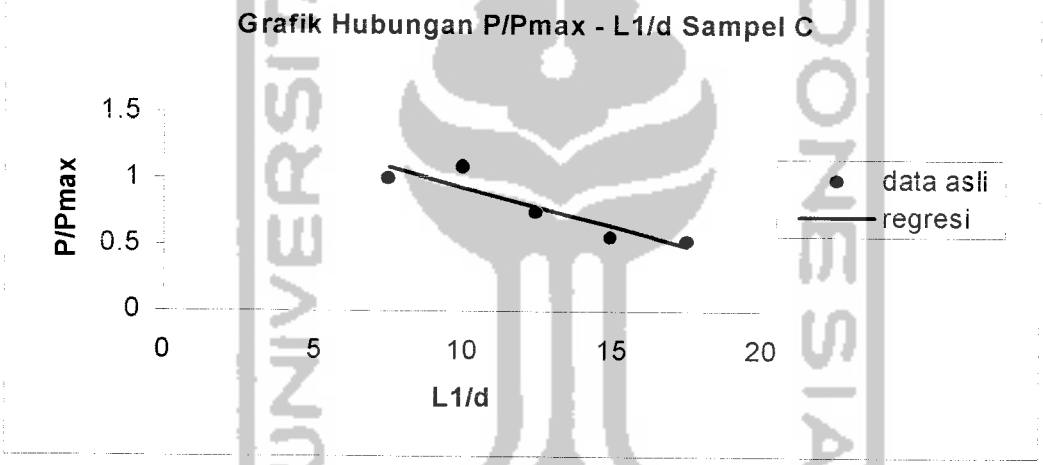
Dari Tabel 6.1 dapat dibuat grafik hubungan antara (P/P_{max}) dengan (L_1/d). Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.16 berikut :



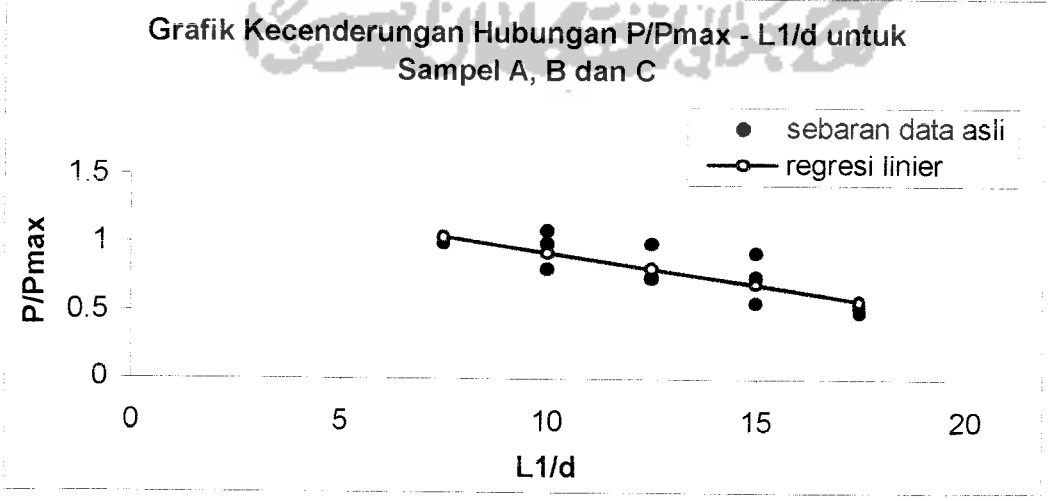
Gambar 6.16 Grafik Hubungan P/P_{max} – L_1/d Sampel A



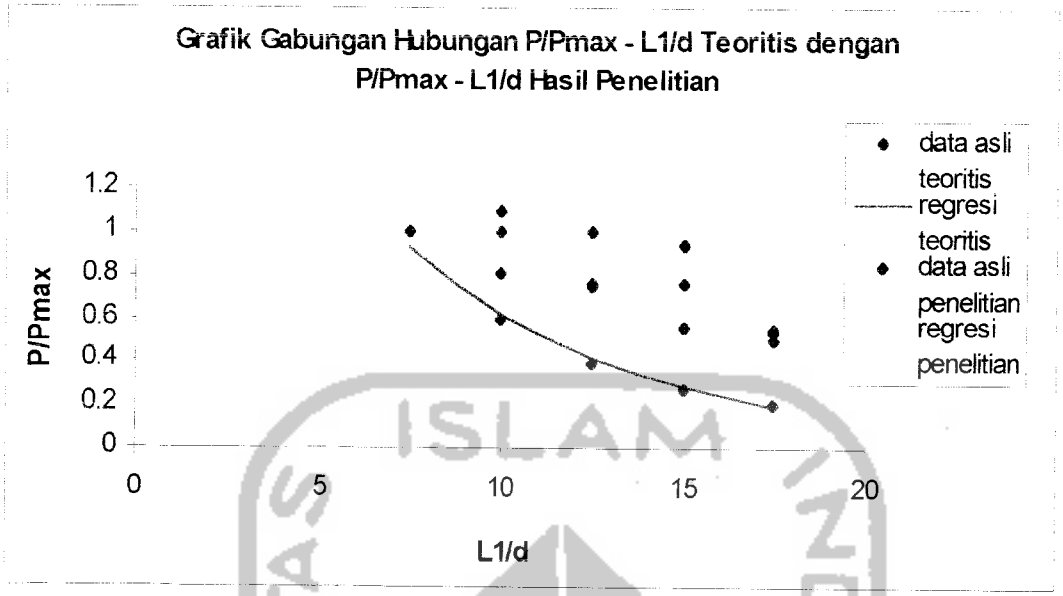
Gambar 6.17 Grafik Hubungan $P/P_{max} - (L_1/d)$ Sampel B



Gambar 6.18 Grafik Hubungan $P/P_{max} - (L_1/d)$ Sampel C



Gambar 6.19 Grafik Kecenderungan $P/P_{max} - L_1/d$ untuk Tiga Sampel Penelitian



Gambar 6.20 Grafik Gabungan Hubungan P/P_{max}-L_1/d Teoritis dengan P/P_{max}-L_1/d Hasil Penelitian

Dari tiga sampel A, B, dan C dibuat hubungan antara beban per beban maksimum terhadap jarak klos per dimensi terkecil batang (P/P_{max}– L_1/d), dimana hasilnya ditunjukkan pada gambar grafik 6.19 tentang hubungan kecenderungan P/P_{max}–L_1/d dengan asumsi linier. Hubungan tersebut ternyata memenuhi persamaan linier sebagai berikut :

Y = 1,3973833 - 0,046427 X, dimana Y adalah P/P_{max} dan X adalah L_1/d

atau $P/P_{max} = 1,3973833 - 0,046427\ (L_1/d)$ (6.1)

Hasil dari uraian di atas berlaku untuk kondisi kelangsingan batang $7,5 \leq L_1/d \leq 17,5$ sehingga untuk batang dengan bentang sesuai dengan persyaratan di atas dapat berlaku persamaan (6.1). Hasil penelitian di atas bertujuan untuk memperoleh kekuatan efektif batang ganda dimana kekuatan efektif tersebut diperoleh dari hasil membandingkan antara data pada Tabel 6.1 tentang batang ganda dengan kekuatan maksimum batang tunggal hasil penelitian. Asumsi awal yang hendak dicapai adalah bahwa kekuatan batang ganda yang kita

peroleh haruslah minimal dua kali dari kekuatan batang tunggalnya. Berikut ini disajikan tabel tentang kekuatan batang tunggal :

Tabel 6.2 Hasil Uji Kuat Desak Batang Tunggal

Panjang Batang (L) cm	P_{max} (ton)
100	9,0
130	8,5
160	4,5
190	4,5
220	2,5

Tabel 6.3 Pcr berdasarkan Modulus Elastisitas Hasil Penelitian

Modulus Elastisitas (E)	Pcr (kg)				
	L = 100 cm	L = 130 cm	L = 160cm	L = 190 cm	L = 220 cm
E1=186845,954	11784.843	6977.472	4607.586	3267.977	2437.732
E2=300096,859	18927.862	11206.652	7400.332	5248.76	3915.287
E3=251216,665	15844.865	9381.297	6194.956	4393.834	3277.559
E4=73940,886	4663.637	2761.208	1823.368	1293.242	964.688
E5=119927,088	7564.159	4478.524	2957.401	2097.567	1564.669
Er=186405,670	11757.073	6961.03	4596.729	3260.276	2431.987

6.4 Pola Rusak Benda Uji

Pada pengujian terhadap lima variasi benda uji, kerusakan yang terjadi umumnya adalah kerusakan desak. Pada sampel batang ganda dengan jarak klos 30cm, kerusakan yang terjadi adalah retak pada daerah *dial* 5 dan 6 (sumbu bebas bahan). Pada daerah dengan nomor *dial* 4 terjadi lendutan yang cukup besar, yang

sebenarnya mampu menimbulkan kerusakan pada arah sumbu bahan. Tetapi akibat pengaruh kekuatan sambungan paku pada sambungan klos, maka kerusakan dalam arah tersebut tidak sempat terjadi. Hal itu ditunjukkan dengan adanya kerusakan pada alat sambung paku dimana paku mengalami pergeseran dari titik semula, selain itu klos juga mengalami peregangan akibat menahan lendutan dalam arah sumbu bahan.

Pada sampel dengan jarak klos 40cm, terjadi kerusakan desak berupa retak-retak di sepanjang sisi daerah *dial* 2 dan 3 (sumbu bebas bahan). Selain kerusakan akibat desak juga terlihat adanya kerusakan yang diakibatkan adanya cacat mata kayu dan perubahan arah serat. Terutama perubahan arah serat di daerah sambungan paku, hal ini menimbulkan retak pada klos dan pergeseran paku. Akan tetapi secara keseluruhan fungsi alat sambung paku dalam menahan lendutan dalam arah sumbu bahan dapat bekerja dengan baik.

Pada sampel dengan jarak klos 50cm, pola kerusakan yang terlihat adalah retak dalam arah sejajar serat akibat beban desak. Retak searah serat juga terlihat pada sisi dalam untuk batang individu penyusun batang ganda, serta pada klosnya. Untuk alat sambung paku masih dalam kondisi yang baik dan cukup efektif dalam menahan lendutan dalam arah sumbu bahan maupun sumbu bebas bahan.

Pada sampel dengan jarak klos 60cm dan 70cm terjadi kerusakan yang hampir sama yaitu kerusakan sejajar arah serat dalam arah sumbu bebas bahan. Pada sampel ini terdapat kerusakan pada ujung perletakan akibat permukaan bidang tekan yang kurang merata, sehingga beban desak mengakibatkan kayu pecah pada ujungnya.

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 6.20.

7.1 Kesimpulan

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

1. Batang ganda dengan klos mampu menerima gaya aksial lebih besar daripada beban yang mampu dipikul oleh batang tunggal.
2. Kekuatan maksimal dari batang ganda dengan klos, dengan jarak antar klos (L_1/d) sebesar 12,5 lebih efektif dalam mendukung beban aksial yang terjadi yaitu hingga 16 ton.
3. Defleksi karena gaya aksial yang bekerja cenderung ke arah sumbu bebas bahan (sumbu Y).
4. Kerusakan dalam arah sumbu bahan selain diakibatkan kurang meratanya permukaan bidang desak akibat kurang sempurnanya pengerjaan benda uji, juga karena adanya cacat kayu serta lubang-lubang kayu pada batang penyusun batang ganda. Perubahan arah serat juga memiliki pengaruh yang

cukup besar. Defleksi dalam arah sumbu bahan ini cukup mampu ditahan oleh alat sambung paku.

7.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian tentang kuat desak batang ganda dengan variasi jarak klos menggunakan alat sambung lain seperti : baut, pasak kubler dan cincin belah.
2. Perlu diperhatikan tentang masalah pemilihan alat sambung sehingga benar-benar mampu menjamin terhadap kestabilan dan kesatuan batang-batang tunggalnya.
3. Perlu dilakukan pengujian kekuatan batang ganda dengan kelas kuat kayu yang lain, dengan dimensi yang lebih besar seperti 5/7 atau 8/14 (kayu yang ada di pasaran).
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk batang dengan $L_1/d > 17,5$ sehingga bisa mendapatkan hasil yang lebih baik dan lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

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

Fatkhurrahman N, SALAH SATU CARA ALTERNATIP UNTUK MEMPREDIKSI KUAT TEKAN BATANG TERSUSUN YANG DIHUBUNGKAN DENGAN BATANG-BATANG DIAGONAL, Makalah Seminar, PAU UGM, Yogyakarta, 1991.

Judith J. Stalnaker, STRUCTURAL DESIGN IN WOOD, Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.

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

Morisco dkk, LAPORAN PENELITIAN KUAT BATAS BATANG KAYU DESAK, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1989.

Salmon, C.G. dan Johnson, J.E., Wira, 1994, STRUKTUR BAJA, Erlangga, Jakarta, 1994.

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

Timber Designers Manual, TIMBER DESIGN AND CONSTRUCTION HANDBOOK, Mc Graw-Hill, New York, 1956.

LAMPIRAN 1

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/A/1 Dial I dan Dial IV

BEBAN	Sampel 1,0m / A / 1			
(Kg)	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	35.75667	0	-45.42589
500	74	46.54553	-67	-47.04505
1000	66	53.11661	-64	-46.19191
1500	66	55.76467	-41	-43.01582
2000	55	54.78446	-51	-37.66611
2500	48	50.47071	-41	-30.29213
3000	40	43.11818	-29	-21.04322
3500	28	33.02161	-15	-10.06874
4000	18	20.47575	-4	2.48199
4500	2	5.77533	17	16.45961
5000	-11	-10.78488	32	31.71479
5500	-30	-28.91015	54	48.09818
6000	-51	-48.30573	70	65.46043
6500	-69	-68.67687	94	83.65221
7000	-89	-89.72883	115	102.52416
7500	-108	-111.16687	135	121.92696
8000	-119	-132.69623	145	141.71124
8500	-145	-154.02217	171	161.72768
9000	-162	-174.84995	188	181.82692
9500	-179	-194.88482	206	201.85963
10000	-197	-213.83203	225	221.67646
10500	-207	-231.39684	237	241.12806
11000	-224	-247.2845	255	260.0651
11500	-231	-261.20027	264	278.33823
12000	-242	-272.8494	283	295.79811
12500	-249	-281.93714	295	312.29539
13000	-254	-288.16875	301	327.68073
13500	-278	-291.24948	328	341.80478
14000	-346	-290.88459	409	354.51821

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/A/1 Dial II dan Dial III

BEBAN	Sampel 1,0m / A / 1			
(Kg)	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	-30.18368	0	-20.0527
500	-56	-41.51796	-48	-34.67623
1000	-42	-50.66873	-56	-50.20536
1500	-79	-57.71357	-78	-66.48695
2000	-79	-62.73005	-88	-83.36781
2500	-75	-65.79575	-101	-100.69479
3000	-72	-66.98824	-115	-118.31473
3500	-64	-66.3851	-133	-136.07446
4000	-61	-64.06391	-145	-153.82082
4500	-56	-60.10223	-174	-171.40065
5000	-49	-54.57765	-179	-188.66078
5500	-42	-47.56775	-201	-205.44806
6000	-32	-39.15008	-214	-221.60931
6500	-22	-29.40225	-239	-236.99138
7000	-10	-18.4018	-259	-251.44111
7500	0	-6.22634	-276	-264.80532
8000	10	7.04658	-278	-276.93086
8500	25	21.33938	-288	-287.66457
9000	35	36.57448	-296	-296.85328
9500	45	52.6743	-304	-304.34383
10000	65	69.56127	-313	-309.98305
10500	79	87.15781	-313	-313.61779
11000	97	105.38635	-316	-315.09488
11500	117	124.16932	-312	-314.26116
12000	145	143.42913	-309	-310.96346
12500	166	163.08822	-302	-305.04862
13000	181	183.069	-294	-296.36349
13500	201	203.2939	-287	-284.75489
14000	235	223.68534	-272	-270.06966

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/A/1 Dial V dan Dial VI

BEBAN	Sampel 1,0m / A / 1			
(Kg)	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	20.21161	0	33.10393
500	48	33.89952	53	44.14973
1000	53	48.65701	61	53.36338
1500	75	64.31927	79	60.79665
2000	86	80.72145	79.5	66.50131
2500	99	97.69873	78	70.52913
3000	114	115.08629	78	72.93187
3500	131	132.7193	74	73.76132
4000	143	150.43292	71	73.06922
4500	163	168.06233	67	70.90737
5000	178	185.44271	61	67.32751
5500	200	202.40922	56	62.38143
6000	212	218.79704	50	56.12088
6500	234	234.44134	42	48.59765
7000	254	249.17729	32	39.86349
7500	270	262.84006	23	29.97018
8000	274	275.26484	15	18.96948
8500	291	286.28678	4	6.91317
9000	299	295.74106	-5	-6.14699
9500	308	303.46285	-14	-20.15923
10000	312	309.28733	-30	-35.07178
10500	313	313.04967	-42	-50.83288
11000	315	314.58504	-59	-67.39074
11500	310	313.72861	-79	-84.69361
12000	309	310.31556	-105	-102.68972
12500	300	304.18105	-122	-121.32729
13000	290	295.16027	-137	-140.55456
13500	285	283.08837	-155	-160.31976
14000	265	267.80054	-196	-180.57112
14500	255	249.13194		

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/B/1 Dial I dan Dial IV

BEBAN (Kg)	Sampel 1,0m / B / 1			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	0	0	0
500	-20	-46.51391	25	26.18444
1000	-77	-89.89864	84	52.36887
1500	-122	-130.25863	130	78.55331
2000	-162	-167.69829	170	104.73775
2500	-202	-202.32206	210	130.92219
3000	-234	-234.23437	245	157.10663
3500	-254	-263.53963	264	183.29106
4000	-277	-290.34227	285	209.4755
4500	-304	-314.74673	314	235.65994
5000	-319	-336.85742	329	261.84438
5500	-339	-356.77878	350	288.02881
6000	-353	-374.61523	365	324.68703
6500	-373	-390.47119	389	340.39769
7000	-391	-404.4511	409	366.58213
7500	-403	-416.65939	422	392.76657
8000	-418	-427.20047	438	418.951
8500	-447	-436.17877	470	445.13544
9000	-449	-443.69873	520	529.44302
9500	-449	-449.86476	582	546.56052
10000	-449	-454.7813	625	569.02619
10500	-449	-458.55277	670	597.29375
11000	-449	-461.28359	710	631.81694
11500	-449	-463.0782	765	673.04949
12000	-449	-464.04102	800	721.44515
12500	-449	-464.27648	855	777.45763
13000	-449	-463.889	910	841.54069
13500	-449	-462.98301	958	914.14804
14000	-449	-461.66294	1002	995.73343
14500	-449	-460.03321	1050	1086.7506
15000	-449	-458.19826	1195	1187.65327
15500	-449	-456.2625	1285	1298.89518
16000	-449	-454.33036	1600	1420.93006

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/B/1 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 1,0m / B / 1			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	0	0	-3.61183
500	-18	-18.5603	-22	-31.4835
1000	-33	-36.4087	-58	-57.7617
1500	-51	-53.5552	-86	-82.509
2000	-65	-70.0099	-110	-105.788
2500	-80	-85.7829	-132	-127.66
3000	-96	-100.884	-157	-148.189
3500	-106	-115.324	-171	-167.437
4000	-120	-129.112	-186	-185.467
4500	-140	-142.258	-208	-202.34
5000	-148	-154.773	-218	-218.12
5500	-160	-166.667	-233	-232.868
6200	-170	-177.949	-243	-246.648
6500	-182	-188.63	-258	-259.521
7000	-192	-198.719	-267	-271.551
7500	-198	-208.227	-275	-282.799
8000	-202	-217.164	-284	-293.329
8500	-211	-225.54	-296	-303.202
9000	-275	-233.365	-309	-312.482
9500	-269	-240.649	-324	-321.23
10000	-262	-247.401	-331	-329.509
10500	-248	-253.633	-339	-337.382
11000	-250	-259.354	-348	-344.911
11500	-252	-264.574	-357	-352.158
12000	-256	-269.303	-361	-359.187
12500	-262	-273.552	-371	-366.059
13000	-264	-277.33	-377	-372.837
13500	-268	-280.647	-382	-379.583
14000	-271	-283.513	-387	-386.36
14500	-275	-285.94	-391	-393.231
15000	-283	-287.935	-401	-400.258
15500	-290	-289.51	-405	-407.503
16000	-304	-290.675	-411	-415.028

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/B/1 Dial V dan Dial VI

BEBAN (Kg)	Sampel 1,0m / B / 1			
	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	0	0	0
500	24	22.78182	15	13.467
1000	60	45.56364	34	26.934
1500	87	68.34545	52	40.40101
2000	111	91.12727	68	53.86801
2500	136	113.9091	89	67.33501
3000	161	136.6909	102	80.80201
3500	176	159.4727	112	94.26901
4000	194	182.2545	125	107.736
4500	213	205.0364	143	121.203
5000	224	227.8182	154	134.67
5500	240	223.2044	169	148.137
6200	249	241.9098	177	166.9908
6500	265	249.5866	190	175.071
7000	273	261.945	199	188.538
7500	280	273.7764	205	202.005
8000	300	285.1017	212	215.472
8500	303	295.942	221	216.5798
9000	315	306.3183	231	222.6691
9500	332	316.2517	241	228.4712
10000	340	325.7632	266	233.9861
10500	352	334.8738	251	239.214
11000	357	343.6047	256	244.1548
11500	365	351.9767	261	248.8084
12000	372	360.011	266	253.1749
12500	382	367.7286	269	257.2544
13000	390	375.1505	271	261.0467
13500	392	382.2978	274	264.5518
14000	398	389.1914	278	267.7699
14500	400	395.8525	281	270.7009
15000	415	402.3021	287	273.3447
15500	420	408.5612	273	275.7014
16000	432	414.6508	306	277.771

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/C/1 Dial I dan Dial IV

BEBAN (Kg)	Sampel 1,0m / C / 1			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	14.89364	0	0
500	15	21.63272	-15	-6.3869
1000	31	27.32708	-30	-11.83426
1500	44	31.92915	-43	-16.26996
2000	46	35.3914	-44	-19.62193
2500	45	37.66628	-43	-21.81807
3000	55	38.70623	-43	-22.78627
3500	42	38.46372	-40	-22.45446
4000	37	36.89118	-35	-20.75053
4500	30	33.94107	-29	-17.60238
5000	22	29.56585	-20	-12.93793
5500	14	23.71796	-10	-6.68509
6000	6	16.34986	0	1.22826
6500	-5	7.414	10	10.87419
7000	-16	-3.13718	21	22.3248
7500	-24	-15.35122	30	35.65219
8000	-34	-29.27566	42	50.92845
8500	-45	-44.95806	54	68.22568
9000	-58	-62.44597	68	87.61596
9500	-70	-81.78693	81	109.1714
10000	-91	-103.02849	104	132.96409
10500	-115	-126.2182	130	159.06612
11000	-138	-151.40361	155	187.54958
11500	-166	-178.63227	190	218.48658
12000	-195	-207.95173	226	251.9492
12500	-248	-239.40953	290	288.00955
13000	-282	-273.05322	330	326.7397
13500	-327	-308.93036	378	368.21177
14000	-360	-347.08849	414	412.49783
14500	-386	-387.57516	440	459.66999
15000	-425	-430.43791	490	509.80035
15500	-499	-475.7243	575	562.96099
16000	-499	-523.48188	575	619.22401

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/C/1 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 1,0m / C / 1			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	0	0	0
500	-22	-5.23507	-29	-2.92693
1000	-32	-10.47013	-36	-5.85385
1500	-37	-15.70519	-43	-8.78077
2000	-44	-20.94026	-53	-11.7077
2500	-50	-26.17532	-61	-14.63462
3000	-56	-31.41039	-70	-17.56154
3500	-61	-36.64545	-76	-20.48846
4000	-65	-41.88052	-81	-23.41539
4500	-69	-47.11558	-85	-26.34231
5000	-73	-52.35065	-88	-29.26923
5500	-78	-57.58571	-90	-32.19616
6000	-83	-62.82078	-91	-35.12308
6500	-89	-68.05584	-92	-38.05
7000	-92	-73.29091	-92	-40.97693
7500	-95	-78.52597	-91	-43.90385
8000	-100	-83.76104	-90	-46.83077
8500	-105	-88.9961	-89	-49.7577
9000	-110	-94.23117	-88	-52.68462
9500	-115	-99.46623	-88	-55.61154
10000	-126	-104.7013	-89	-58.53846
10500	-141	-119.41764	-93	-61.46539
11000	-152	-132.97106	-96	-64.39231
11500	-167	-146.36112	-100	-67.31923
12000	-174	-159.58039	-105	-70.24616
12500	-195	-172.62145	-119	-77.04705
13000	-192	-185.47687	-130	-88.84897
13500	-222	-198.13922	-144	-101.0177
14000	-235	-210.60108	-154	-113.54601
14500	-243	-222.85503	-164	-126.42664
15000	-255	-234.89363	-182	-139.65235
15500	-270	-246.70947	-201	-153.21589
16000	-272	-258.29511	-205	-167.11002

Tabel Kuat Desak Sampel 1,0m/C/1 Dial V dan Dial VI

BEBAN (Kg)	Sampel 1,0m / C / 1			
	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	0	0	0
500	25	3.01608	20	5.52706
1000	35	6.03217	30	11.05413
1500	43	9.04826	35	16.5812
2000	52	12.06434	42	22.10827
2500	60	15.08043	47	27.63534
3000	69	18.09652	54	33.1624
3500	77	21.11261	59	38.68947
4000	81	24.12869	63	44.21654
4500	85	27.14478	67	49.74361
5000	88	30.16087	71	55.27067
5500	89	33.17695	76	60.79774
6000	89	36.19304	82	66.32481
6500	89	39.20913	88	71.85188
7000	88	42.22521	95	77.37894
7500	86	45.2413	98	82.90601
8000	84	48.25739	104	88.43308
8500	83	51.27347	109	93.96015
9000	82	54.28956	112	99.48722
9500	82	57.30565	119	105.01428
10000	89	60.32174	130	112.38244
10500	96	63.33782	142	126.03764
11000	100	66.35391	155	139.56587
11500	105	69.37	168	152.96109
12000	115	75.74636	180	166.21726
12500	129	88.81909	195	179.32833
13000	141	102.05199	210	192.28825
13500	155	115.44506	222	205.09098
14000	168	128.99831	235	217.73048
14500	180	142.71173	246	230.20069
15000	194	156.58532	256	242.49556
15500	218	170.61909	275	254.60907
16000	220	184.81303	280	266.53515

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/A/2 Dial I dan Dial IV

Beban (kg)	Sampel 1,3m / A / 2			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-22.6776	0	0
500	-54	-70.8116	55	32.3701
1000	-83	-109.196	85	64.7402
1500	-114	-138.558	118	97.11029
2000	-146	-159.626	147	129.4804
2500	-170	-173.128	178	161.8505
3000	-210	-179.791	209	194.2206
3500	-248	-180.343	247	226.5907
4000	-377	-175.512	274	258.9608
4500	-458	-166.026	329	291.3309
5000	0	-152.612	356	323.701
5500	0	-135.999	387	356.0711
6000	0	-116.913	405	388.4412
6500	0	-96.0839	433	420.8113
7000	0	-74.238	466	453.1814
7500	0	-52.1036	496	485.5515
8000	0	-30.4084	528	508.5973
8500	0	-9.88015	580	517.9216
9000	0	8.75329	630	610.6532
9500	0	24.76418	688	705.1288
10000	0	37.42471	762	791.6027
10500	0	46.0071	856	869.654
11000	0	49.78358	939	938.8615
11500	0	48.02634	1032	998.804
12000	0	40.00762	1138	1049.06
12500	0	24.99961	1139	1089.21
13000	0	2.27455	1139	1118.83
13500	0	-28.8954	1139	1137.502
14000	0	-69.2379	1140	1144.802

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/A/2 Dial II dan Dial III

Beban (kg)	Sampel 1,3m / A / 2			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	0	0	-12.608
500	0	0.29447	-18	-21.1053
1000	0	0.58893	-33	-28.607
1500	0	0.8834	-50	-35.1414
2000	0	1.17787	-50	-40.7366
2500	0	1.47233	-50	-45.4207
3000	0	1.7668	-50	-49.2218
3500	0	2.06127	-50	-52.168
4000	0	2.35573	-50	-54.2875
4500	0	2.6502	-50	-55.6084
5000	0	2.94466	-50	-56.1588
5500	0	3.23913	-50	-55.9668
6000	0	3.5336	-50	-55.0606
6500	0	3.82806	-50	-53.4682
7000	0	4.12253	-50	-51.2179
7500	0	4.417	-50	-48.3377
8000	0	4.71146	-50	-44.8558
8500	0	5.00593	-50	-40.8002
9000	0	5.3004	-46	-36.1991
9500	0	5.59486	-34	-31.0807
10000	0	5.88933	-20	-25.473
10500	10	6.1838	-12	-19.4041
11000	18	22.35095	-9	-12.9023
11500	27	28.2905	-3	-5.99556
12000	38	37.59378	1	1.28792
12500	53	50.52462	6	8.92003
13000	63	67.34688	11	16.87266
13500	78	88.32441	15	25.11767
14000	117	113.7211	46	33.62695

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/A/2 Dial V dan Dial VI

Beban (kg)	Sampel 1,3m / A / 2			
	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	-11.2867	0	32.47511
500	0	0.99936	34	86.16788
1000	0	11.21688	165	131.2774
1500	9	19.50511	191	168.3069
2000	22	26.00331	212	197.7597
2500	31	30.85075	223	220.1392
3000	36	34.18669	287	235.9486
3500	40	36.1504	326	245.6914
4000	40	36.88113	326	249.8708
4500	64	36.51817	218	248.9901
5000	32	35.20077	189	243.5526
5500	29	33.06819	198	234.0618
6000	28	30.2597	102	221.0208
6500	25	26.91456	109	204.9331
7000	23	23.17204	182	186.3018
7500	19	19.17141	175	165.6304
8000	12	15.05192	165	143.4222
8500	0	10.95284	151	120.1805
9000	0	7.01344	141	96.40858
9500	0	3.37298	124	72.60979
10000	0	0.17072	108	49.28745
10500	0	-2.45407	-5	26.94487
11000	0	-4.36212	-10	6.08537
11500	0	-5.41418	-22	-12.7877
12000	0	-5.47097	-29	-29.1711
12500	0	-4.39324	-45	-42.5614
13000	0	-2.04171	-53	-52.4554
13500	0	1.72287	-61	-58.3497
14000	0	7.03977	-69	-59.741

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/B/2 Dial I dan Dial IV

Beban (kg)	Sampel 1,3m / B / 2			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-51.6765	0	64.64286
500	-31	-75.4529	29	89.54887
1000	-54	-99.2294	54	114.4549
1500	-118	-123.006	121	139.3609
2000	-168	-146.782	176	164.2669
2500	-231	-170.559	244	189.1729
3000	-262	-194.335	282	214.079
3500	-273	-218.112	302	238.985
4000	-273	-241.888	314	263.891
4500	-276	-265.665	322	288.797
5000	-291	-289.441	338	313.703
5500	-308	-313.218	355	338.609
6000	-324	-336.994	371	363.515
6500	-342	-360.771	389	388.4211
7000	-354	-384.547	402	413.3271
7500	-375	-385.219	435	438.2331
8000	-389	-408.324	438	463.1391
8500	-411	-410.972	460	488.0451
9000	-429	-436.258	482	512.9511
9500	-456	-461.047	511	537.8571
10000	-489	-485.313	544	555.1536
10500	-523	-509.028	578	577.8816
11000	-523	-532.164	623	613.1127
11500			675	661.9072
12000			740	725.3251
12500			798	804.4267
13000			844	900.272
13500			1050	1013.921

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/B/2 Dial II, Dial III, dan Dial VI

Beban	Sampel 1,3m / B / 2					
(kg)	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	0	0	59.05833	0	-69.0196
500	17	30.11905	67	79.55476	-48	-89.2304
1000	37	60.2381	92	100.0512	-73	-109.441
1500	82	90.35715	130	120.5476	-125	-129.652
2000	105	120.4762	160	141.0441	-162	-149.863
2500	144	150.5952	193	161.5405	-205	-170.074
3000	177	180.7143	215	182.0369	-244	-190.284
3500	198	210.7722	231	202.5333	-268	-210.495
4000	203	210.8333	234	223.0298	-277	-230.706
4500	210	220.1836	248	243.5262	-287	-250.917
5000	218	228.7153	265	264.0226	-298	-271.127
5500	225	236.5136	282	284.5191	-303	-291.338
6000	232	243.7252	295	305.0155	-310	-311.549
6500	239	250.4964	308	325.5119	-319	-331.76
7000	244	256.9737	318	332.033	-326	-347.943
7500	252	263.3036	335	346.0083	-335	-351.971
8000	257	269.6326	345	347.011	-342	-361.997
8500	263	276.1071	360	361.969	-353	-372.181
9000	271	282.8736	372	376.9071	-361	-375.149
9500	285	290.0786	392	391.8252	-371	-387.349
10000	296	297.8685	410	406.7233	-383	-392.392
10500	302	306.3898	425	421.6014	-398	-398.547
11000	312	315.7889	440	436.4595	-409	-408.693
11500	318	326.2125	455	451.2977	-419	-417.737
12000	324	337.8068	468	466.1159	-431	-425.628
12500	325	350.7184	473	480.9141	-435	-432.317
13000	326	365.0938	479	495.6923	-435	-437.753
13500	400	381.0794	525	510.4506	-440	-441.887

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/C/2 Dial I dan Dial IV

Beban (kg)	Sampel 1,3m / C / 2			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-2.22295	0	-16.5326
500	1	-3.60612	-2	-6.65966
1000	-1	-3.85908	-3	0.68657
1500	-4	-3.14689	1	5.7659
2000	-6	-1.63463	33	8.83813
2500	-5	0.51262	2	10.16307
3000	-4	3.1298	1	10.00053
3500	-3	6.05182	-1	8.6103
4000	-1	9.11361	-4	6.2522
4500	6	12.15009	-10	3.18602
5000	22	14.9962	-15	-0.32842
5500	28	17.48685	-15	-4.03132
6000	22	19.45698	-15	-7.66287
6500	35	20.7415	-15	-10.9633
7000	35	21.17535	-15	-13.6727
7500	34	20.59344	-15	-15.5314
8000	28	18.83071	-15	-16.2795
8500	20	15.72208	-15	-15.6573
9000	11	11.10247	-15	-13.4048
9500	1	4.8068	-1	-9.26239
10000	-10	-3.32998	9	-2.97017
10500	-24	-13.473	25	5.73164
11000	-38	-25.7872	39	17.10285
11500	-54	-40.4378	55	31.40327
12000	-70	-57.5899	78	48.8927
12500	-93	-77.4084	90	69.83095
13000	-110	-100.059	110	94.47783
13500	-132	-125.705	132	123.0931
14000	-152	-154.514	150	155.9367
14500	-175	-186.649	175	193.2682
15000	-207	-222.276	210	235.3477
15500	-243	-261.56	248	282.4347
16000	-288	-304.666	295	334.7893
16500	-318	-351.76	328	392.6711
17000	-405	-403.005	415	456.3399
17500	-512	-458.568	550	526.0557
18000	-512	-518.613	700	602.0781

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/C/2 Dial II dan Dial III

Beban	Sampel 1,3m / C / 2			
(kg)	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	-20.4387	0	-18.3411
500	-5	-21.1731	-12	-31.423
1000	-16	-21.4589	-41	-44.427
1500	-22	-21.2635	-60	-57.2539
2000	-33	-20.5541	-91	-69.804
2500	-33	-19.2981	-98	-81.9781
3000	-33	-17.4629	-103	-93.6767
3500	-33	-15.0157	-111	-104.8
4000	-29	-11.9239	-117	-115.25
4500	-22	-8.15484	-126	-124.925
5000	-9	-3.6758	-147	-133.727
5500	0	1.54588	-152	-141.557
6000	10	7.54286	-155	-148.314
6500	15	14.34782	-157	-153.9
7000	23	21.99344	-159	-158.216
7500	40	30.51238	-158	-161.16
8000	50	39.93731	-159	-162.635
8500	65	50.30092	-159	-162.541
9000	76	61.63588	-153	-160.778
9500	88	73.97485	-145	-157.248
10000	99	87.35051	-134	-151.849
10500	115	101.7955	-122	-144.484
11000	128	117.3426	-113	-135.053
11500	146	134.0244	-102	-123.455
12000	161	151.8735	-99	-109.593
12500	166	170.9227	-88	-93.3659
13000	188	191.2047	-74	-74.6749
13500	206	212.752	-58	-53.4204
14000	224	235.5974	-40	-29.5031
14500	244	259.7736	-18	-2.82343
15000	267	285.3131	2	26.71793
15500	295	312.2488	29	59.22044
16000	326	340.6132	69	94.78352
16500	340	370.4391	87	133.5066
17000	393	401.7591	145	175.4891
17500	453	434.6059	299	220.8304
18000	515	469.0121	300	269.6301

Tabel Kuat Desak Sampel 1,3m/C/2 Dial V dan Dial VI

Beban (kg)	Sampel 1,3m / C / 2			
	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	9.66572	0	21.17666
500	16	29.48426	8	21.57581
1000	50	48.38756	17	21.56266
1500	70	66.32437	23	21.10647
2000	103	83.24342	31	20.17652
2500	110	99.09345	31	18.74206
3000	116	113.8232	31	16.77237
3500	125	127.3814	31	14.23671
4000	133	139.7169	27	11.10435
4500	143	150.7783	20	7.34455
5000	167	160.5143	8	2.92658
5500	177	168.8738	-1	-2.18028
6000	182	175.8055	-8	-8.00679
6500	184	181.2581	-15	-14.5837
7000	186	185.1804	-22	-21.9416
7500	187	187.521	-38	-30.1115
8000	188	188.2288	-49	-39.1238
8500	183	187.2525	-63	-49.0095
9000	178	184.5408	-74	-59.7992
9500	172	180.0425	-85	-71.5237
10000	166	173.7063	-97	-84.2137
10500	156	165.4809	-113	-97.8999
11000	147	155.3152	-124	-112.613
11500	133	143.1577	-140	-128.384
12000	125	128.9573	-146	-145.243
12500	115	112.6628	-161	-163.222
13000	97	94.22278	-180	-182.35
13500	77	73.58608	-198	-202.659
14000	58	50.70142	-213	-224.18
14500	38	25.51754	-233	-246.942
15000	10	-2.01682	-253	-270.978
15500	-20	-31.9529	-280	-296.317
16000	-55	-64.342	-308	-322.99
16500	-77	-99.2353	-322	-351.028
17000	-150	-136.684	-370	-380.462
17500	-230	-176.74	-428	-411.323
18000	-200	-219.453	-490	-443.64

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/A/3 Dial I dan Dial IV

BEBAN (Kg)	Sampel 1,6m / A / 3			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-115.41739	0	0
500	-50	-90.34506	10	2.94509
1000	-112	-67.176	20	3.35995
1500	-170	-45.91022	39	1.57962
2000	-80	-26.54771	28	-2.06082
2500	-10	-9.08848	15	-7.22634
3000	9	6.46748	0	-13.58186
3500	20	20.12016	-10	-20.79234
4000	30	31.86957	-20	-28.52271
4500	42	41.7157	-30	-36.43793
5000	52	49.65855	-38	-44.20293
5500	64	55.69814	-47	-51.48265
6000	70	59.83444	-50	-57.94206
6500	75	62.06748	-50	-63.24607
7000	77	62.39723	-52	-67.05965
7500	73	60.82372	-55	-69.04773
8000	72	57.34692	-55	-68.87526
8500	69	51.96685	-45	-66.20718
9000	63	44.68351	-38	-60.70844
9500	52	35.49689	-28	-52.04397
10000	37	24.407	-15	-39.87873
10500	-20	11.41383	-8	-23.87765
11000	-45	-3.48261	-8	-3.70568

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/A/3 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 1,6m / A / 3			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	0	0	21.79121
500	15	34.84901	20	38.00549
1000	30	64.24094	38	54.21978
1500	73	89.05285	81	70.43407
2000	105	110.16183	117	86.64835
2500	123	128.44495	135	102.86264
3000	133	144.77928	136	119.07692
3500	145	160.0419	142	135.29121
4000	156	175.10988	148	151.50549
4500	175	190.86031	158	167.71978
5000	195	208.17024	172	183.93407
5500	214	227.91677	191	200.14835
6000	237	250.97696	210	216.36264
6500	268	278.22789	239	243.1472
7000	302	310.54664	269	269.482
7500	346	348.81028	305	301.25904
8000	384	393.89588	338	339.34875
8500	425	446.68052	375	384.62154
9000	472	508.04128	419	437.94784
9500	543	578.85522	489	500.19804
10000	650	659.99944	589	572.24258
10500	796	752.35099	630	654.95187
11000	813	856.78696	745	749.19632

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/A/3 Dial V dan Dial VI

BEBAN	Sampel 1,6m / A / 3			
(Kg)	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	10.77273	0	-3.66667
500	84	-9.30909	-16	-24
1000	-34	-29.39091	-31	-44.33333
1500	-75	-49.47273	-71	-64.66667
2000	-112	-69.55455	-105	-85
2500	-130	-89.63636	-122	-105.33333
3000	-132	-109.71818	-131	-125.66667
3500	-135	-129.8	-139	-146
4000	-137	-149.88182	-150	-166.33333
4500	-151	-169.96364	-169	-181.59073
5000	-164	-190.04545	-187	-198.88601
5500	-190	-233.81028	-210	-218.20183
6000	-200	-250.54661	-230	-240.24644
6500	-225	-269.87608	-242	-265.72808
7000	-259	-292.57092	-295	-295.35496
7500	-283	-319.40336	-333	-329.83532
8000	-315	-351.14563	-370	-369.8774
8500	-352	-388.56997	-410	-416.18942
9000	-403	-432.44859	-439	-469.47962
9500	-470	-483.55373	-530	-530.45624
10000	-470	-542.65763		

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/B/3 Dial I dan Dial IV

BEBAN	Sampel 1,6m / B / 3			
(Kg)	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	0	0	-52.41162
500	-15	-59.76334	9	5.69521
1000	-18	-111.52411	18	56.2825
1500	-57	-155.68008	58	99.70963
2000	-100	-192.62902	98	136.33598
2500	-163	-222.7687	163	166.52093
3000	-191	-246.49689	192	190.62386
3500	-240	-264.21137	239	209.00417
4000	-248	-276.3099	246	222.02123
4500	-250	-283.19024	250	230.03442
5000	-246	-285.25018	246	233.40313
5500	-240	-282.88748	240	232.48674
6000	-230	-276.49991	234	227.64464
6500	-214	-266.48524	218	219.2362
7000	-200	-253.24124	203	207.62082
7500	-176	-237.16569	187	193.15787
8000	-153	-218.65634	164	176.20673
8500	-133	-198.11097	145	157.1268
9000	-116	-175.92736	129	136.27745
9500	-95	-152.50326	112	114.01807
10000	-70	-128.23646	89	90.70803
10500	-50	-103.52471	68	66.70673
11000	-22	-78.7658	43	42.37355
11500	-1	-54.35748	21	18.06786
12000	20	-30.69753	1	-5.85094
12500	25	-8.18373		
13000	75	12.78617		

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/B/3 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 1,6m / B / 3			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	0	0	86.5052
500	197	81.41666	188	179.08513
1000	287	162.83333	271	260.95353
1500	411	244.25	379	332.92414
2000	499	325.66666	453	395.81068
2500	563	407.08333	500	450.42689
3000	594	488.5	516	497.5865
3500	646	569.91666	545	538.10325
4000	693	651.33333	568	572.79088
4500	722	674.74552	580	602.46311
5000	755	706.31893	598	627.93369
5500	783	733.40026	616	650.01634
6000	812	757.13156	635	669.52479
6500	846	778.65492	652	687.2728
7000	880	799.11239	678	704.07408
7500	909	819.64604	699	720.74237
8000	959	841.39795	739	738.09141
8500	997	865.51017	770	756.93492
9000	1006	893.12478	802	778.08666
9500	1061	925.38383	824	802.36034
10000	1102	963.42941	857	830.5697
10500	1146	1008.40357	890	863.52848
11000	1185	1061.44839	925	902.05041
11500	1227	1123.70592	959	946.94923
12000	1278	1196.31824	1001	999.03867
12500	1327	1280.42742	1045	1059.13246
13000	1381	1377.17551	1091	1128.04433

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/B/3 Dial V dan Dial VI

BEBAN	Sampel 1,6m / B / 3			
(Kg)	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	-102.82642	0	-78.56559
500	-200	-191.96147	-196	-140.2491
1000	-285	-271.63555	-286	-209.69247
1500	-390	-342.53179	-411	-285.82969
2000	-465	-405.33332	-418	-367.59471
2500	-512	-460.72327	-418	-453.92152
3000	-540	-509.38476	-438	-543.74408
3500	-568	-552.00093	-490	-635.99637
4000	-590	-589.2549	-539	-729.61236
4500	-610	-621.8298	-669	-823.52601
5000	-627	-650.40876	-869	-916.67131
5500	-641	-675.67491	-1230	-1007.98223
6000	-661	-698.31137	-1260	-1096.39272
6500	-682	-719.00128	-1292	-1180.83678
7000	-705	-738.42776	-1393	-1260.24837
7500	-725	-757.27394	-1355	-1333.56146
8000	-764	-776.22295	-1403	-1399.71002
8500	-793	-795.95792	-1440	-1457.62803
9000	-825	-817.16197	-1483	-1506.24945
9500	-860	-840.51823	-1503	-1544.50827
10000	-882	-866.70984	-1524	-1571.33844
10500	-918	-896.41992	-1524	-1585.67395
11000	-955	-930.3316	-1524	-1586.44876
11500	-990	-969.128	-1524	-1572.59685
12000	-1035	-1013.49226	-1524	-1543.05219
12500	-1078	-1064.1075	-1524	-1496.74875
13000	-1125	-1121.65686	-1524	-1432.62051
13500	-1191	-1186.82345		
14000	-1237	-1260.29042		
14500	-1314	-1342.74088		
15000	-1435	-1434.85797		

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/C/3 Dial I dan Dial IV

BEBAN	Sampel 1,6m / C / 3			
(Kg)	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	41.21429	0	-57.5
500	-10	-17	12.5	10.125
1000	-60	-75.21429	61	77.75
1500	-104	-133.42857	106	145.375
2000	-160	-191.64286	166	213
2500	-250	-249.85714	258	280.625
3000	-350	-308.07143	359	348.25
3500	-450	-472.03497	471	415.875
4000	-450	-466.95944	546	518.23856
4500	-490	-468.94918	596	570.51482
5000	-550	-478.0042	662	621.44527
5500	-510	-494.12448	719	672.50871
6000	-465	-517.31002	776	725.18396
6500	-515	-547.56084	832	780.94983
7000	-578	-584.87692	894	841.28512
7500	-631	-629.25828	944	907.66865
8000	-695	-680.7049	1014	981.57923
8500	-745	-739.21678	1061	1064.49567
9000			1124	1157.89676
9500			1214	1263.26134
10000			1331	1382.0682
10500			1434	1515.79616
11000			1533	1665.92402
11500			1787	1833.9306
12000			2238	2021.2947

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/C/3 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 1,6m / C / 3			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	-13.16342	0	-6.39795
500	-12	-1.14376	-15	-3.15607
1000	2	7.01209	-10	-5.24247
1500	10	11.79236	-11	-12.02391
2000	5	13.68525	-28	-22.86716
2500	8	13.17899	-37	-37.13899
3000	21	10.76178	-33	-54.20615
3500	18	6.92186	-60	-73.43542
4000	6	2.14743	-95	-94.19355
4500	-2	-3.07329	-116	-115.84732
5000	-6	-8.25208	-140	-137.76348
5500	-14	-12.90073	-163	-159.3088
6000	-18	-16.53101	-186	-179.85005
6500	-20	-18.65472	-205	-198.75399
7000	-20	-18.78364	-225	-215.38738
7500	-20	-16.42954	-236	-229.117
8000	-12	-11.10422	-247	-239.30959
8500	-5	-2.31945	-247	-245.33194
9000	-10	10.41298	-240	-246.5508
9500	33	27.58128	-235	-242.33294
10000	61	49.67368	-220	-232.04512
10500	88	77.17839	-205	-215.05411
11000	114	110.58363	-186	-190.72667
11500	150	150.37761	-162	-158.42957
12000	189	197.04855	-130	-117.52957

Tabel Kuat Desak Sampel 1,6m/C/3 Dial V dan Dial VI

BEBAN	Sampel 1,6m / C / 3			
(Kg)	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	-3.61675	0	-5.18182
500	12	-3.24154	10	-5.61818
1000	4	0.12948	-5	-6.05455
1500	1	6.16313	-15	-6.49091
2000	15	14.52626	-10	-6.92727
2500	18	24.88571	-11	-7.36364
3000	10	36.90832	-23	-7.8
3500	32	50.26092	-29	-8.23636
4000	57	64.61036	-4	-8.67273
4500	75	79.62347	0	-9.10909
5000	98	94.9671	6	-9.54545
5500	117	110.30807	12	8.85129
6000	138	125.31324	18	11.88329
6500	155	139.64943	20	13.68592
7000	174	152.98349	22	13.86697
7500	184	164.98226	22	12.0342
8000	191	175.31258	12	7.79536
8500	191	183.64128	5	0.75824
9000	191	189.63521	-8	-9.46941
9500	189	192.9612	-29	-23.27981
10000	171	193.28609	-53	-41.06521
10500	160	190.27672	-75	-63.21783
11000	146	183.59993	-101	-90.12991
11500	124	172.92256	-132	-122.19368
12000	245	157.91145	-134	-159.80137

Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/A/4 Dial I dan Dial IV

BEBAN (Kg)	Sampel 1,9m / A / 4			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-7.83516	0	0.96154
500	8	9.21429	-11	-14.48601
1000	45	26.26374	-48	-29.93357
1500	60	43.31319	-48	-45.38112
2000	60	60.36264	-66	-60.82867
2500	63	77.41209	-69	-76.27622
3000	79	94.46154	-81	-91.72378
3500	90	111.51099	-92	-107.17133
4000	111	128.56044	-112	-122.61888
4500	130	145.60989	-132	-138.06643
5000	160	162.65934	-160	-153.51399
5500	188	179.70879	-189	-168.96154
6000	234	196.75824	-232	-242.13811
6500	275	229.54286	-270	-287.2646
7000	324	302.65932	-324	-338.44831
7500	386	370.09316	-390	-396.11584
8000	467	452.35052	-470	-460.69379
8500	524	551.10601	-530	-532.60877
9000	642	668.03425	-665	-612.28739
9500	740	804.80984	-750	-700.15624
10000	940	963.10741	-800	-796.64192
10500	1149	1144.60155	-810	-902.17106
11000	1405	1350.96689	-1045	-1017.17023

Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/A/4 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 1,9m / A / 4			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	-22.54929	0	12.38095
500	-23	-57.44995	-18	-30.30476
1000	-98	-87.30502	-90	-72.99048
1500	-155	-112.88971	-63	-115.67619
2000	-189	-134.97923	-200	-158.3619
2500	-185	-154.34878	-195	-201.04762
3000	-173	-171.77355	-205	-202.61635
3500	-168	-188.02875	-206	-215.18544
4000	-176	-203.88957	-250	-231.65411
4500	-188	-220.13123	-242	-252.5475
5000	-209	-237.52892	-275	-278.39073
5500	-230	-256.85784	-306	-309.70894
6000	-268	-278.8932	-350	-347.02725
6500	-300	-304.41018	-393	-390.8708
7000	-345	-334.18401	-448	-441.76473
7500	-394	-368.98987	-495	-500.23415
8000	-455	-409.60297		
8500	-500	-456.79851		
9000	-515	-511.3517		
9500	-515	-574.03772		

Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/A/4 Dial V dan Dial VI

BEBAN (Kg)	Sampel 1,9m / A / 4			
	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	30.825	0	52.2
500	13	57.10714	20	68.19121
1000	93	83.38929	94	84.18242
1500	158	109.67143	152	100.17363
2000	193	135.95357	179	116.16484
2500	193	162.23571	172	132.15604
3000	201	188.51786	164	148.14725
3500	202	214.8	156	164.13846
4000	218	241.08214	160	180.12967
4500	235	267.36429	168	196.12088
5000	266	293.64643	189	212.11209
5500	292	319.92857	211	228.1033
6000	338	346.21071	245	244.09451
6500	384	372.49286	276	260.08571
7000	436	398.775	318	320.71253
7500	498	489.73779	365	358.38151
8000	571	546.82883	428	402.30272
8500	626	611.4266	471	453.22711
9000	718	684.2878	544	511.90564
9500	772	766.16914	588	579.08926
10000	870	857.82731	672	655.52893
10500	955	960.01903	735	741.97562
11000	1042	1073.501	804	839.18027

Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/B/4 Dial I dan Dial IV

BEBAN (Kg)	Sampel 1,9m / B / 4			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-65.92857	0	-0.57143
500	11	-34.88346	-15	-11.74286
1000	23	-3.83835	-23	-22.91429
1500	25	27.20677	-31	-34.08571
2000	36	58.25188	-41	-45.25714
2500	56	89.29699	-61	-56.42857
3000	87	120.34211	-96	-97.77538
3500	127	151.38722	-135	-127.90433
4000	154	182.43233	-165	-160.84698
4500	183	213.47744	-192	-196.06813
5000	216	244.52256	-232	-233.03262
5500	262	275.56767	-278	-271.20524
6000	298	306.61278	-315	-310.05083
6500	331	337.65789	-345	-349.03419
7000	374	368.70301	-391	-387.62014
7500	397	399.74812	-413	-425.2735
8000	440	430.79323	-460	-461.45909
8500	481	461.83835	-495	-495.64172
9000	521	492.88346	-540	-527.28621
9500	558	523.92857	-550	-555.85737
10000	602	553.57884		
10500	648	619.53226		
11000	704	695.51627		
11500	751	782.4685		
12000	817	881.32659		
12500	896	993.02816		
13000	978	1118.51086		
13500	1109	1258.71231		
14000	1290	1414.57014		
14500	1572	1587.02199		
15000	2100	1777.0055		

Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/B/4 Dial II dan Dial III

BEBAN	Sampel 1,9m / B / 4			
(Kg)	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	-10.01005	0	-4.31114
500	-40	-32.11731	-28	-22.03506
1000	-52	-57.22245	-34	-40.06224
1500	-86	-84.8885	-55	-58.3705
2000	-120	-114.67848	-76	-76.93764
2500	-151	-146.15541	-101	-95.74146
3000	-195	-178.8823	-125	-114.75976
3500	-220	-212.42218	-142	-133.97034
4000	-242	-246.33806	-154	-153.35099
4500	-270	-280.19296	-170	-172.87953
5000	-296	-313.5499	-185	-192.53376
5500	-336	-345.9719	-210	-212.29146
6000	-368	-377.02198	-230	-232.13045
6500	-400	-406.26315	-247	-252.02852
7000	-443	-433.25844	-275	-271.96348
7500	-464	-457.57087	-282	-291.91313
8000	-503	-478.76345	-315	-311.85526
8500	-505	-496.3992	-335	-331.76769
9000	-505	-510.04114	-350	-351.6282
9500	-505	-519.25229	-368	-371.4146
10000			-395	-391.10469
10500			-415	-410.67628
11000			-438	-430.10715
11500			-454	-449.37512
12000			-464	-468.45798
12500			-481	-487.33354

Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/B/4 Dial V dan Dial VI

BEBAN	Sampel 1,9m / B / 4			
(Kg)	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	6.8608	0	2.62502
500	26	22.24013	40	32.29151
1000	31	38.32997	54	62.55703
1500	55	55.07835	91	93.35292
2000	75	72.4333	123	124.61049
2500	100	90.34286	160	156.26105
3000	123	108.75503	198	188.23595
3500	136	127.61786	229	220.46649
4000	146	146.87937	251	252.88399
4500	162	166.48758	278	285.41979
5000	176	186.39054	307	318.00519
5500	201	206.53625	349	350.57153
6000	220	226.87276	382	383.05012
6500	238	247.34809	414	415.37229
7000	268	267.91026	456	447.46935
7500	282	288.50731	478	479.27263
8000	310	309.08726	519	510.71344
8500	328	329.59814	545	541.72312
9000	378	349.98797	574	572.23298
9500	365	370.2048	597	602.17435
10000	388	390.19663	629	631.47854
10500	410	409.91151	655	660.07687
11000	435	429.29745	688	687.90068
11500	450	448.3025	710	714.88127
12000	464	466.87466	739	740.94998
12500	482	484.96198	765	766.03812
13000	500	502.51247	788	790.07701
13500	520	519.47418	820	812.99798
14000			849	834.73234
14500			860	855.21142
15000			860	874.36655

Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/C/4 Dial I dan Dial IV

BEBAN (Kg)	Sampel 1,9m / C / 4			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-6.23077	0	-5.49174
500	-55	-43.96154	55	52.05753
1000	-95	-81.69231	92	97.64909
1500	-132	-119.42308	130	134.19351
2000	-158	-157.15385	158	164.60139
2500	-186	-194.88462	185	191.78333
3000	-222	-232.61538	221	218.64992
3500	-246	-270.34615	247	248.11175
4000	-299	-308.07692	300	283.07942
4500	-321	-345.80769	323	326.46353
5000	-396	-383.53846	400	381.17465
5500	-455	-421.26923	458	450.1234
6000	-561	-496.20499	530	536.22036
6500	-639	-653.60639	610	642.37612
7000	-779	-864.37745	760	771.50129
7500	-960	-1136.34188	950	926.50645
8000	-1230	-1477.32336		
8500	-2255	-1895.14559		
9000	-2356	-2397.63226		

Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/C/4 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 1,9m / C / 4			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	-1.11971	0	-2.88304
500	19	24.15506	10	16.12831
1000	43	44.30908	30	31.1167
1500	62	59.91538	43	42.56347
2000	82	71.54696	59	50.94995
2500	82	79.77683	59	56.75748
3000	82	85.17802	59	60.46741
3500	85	88.32353	60	62.56106
4000	85	89.78638	60	63.51978
4500	85	90.13958	60	63.82491
5000	90	89.95614	64	63.95777
5500	92	89.80908	66	64.39972
6000	94	90.27141	70	65.63209
6500	95	91.91615	70	68.13622
7000	97	95.31631	72	72.39345
7500	99	101.04489	75	78.8851
8000	108	109.67492	90	88.09254
8500			100	100.49708

Tabel Kuat Desak Sampel 1,9m/C/4 Dial V dan Dial VI

BEBAN (Kg)	Sampel 1,9m / C / 4			
	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	3.39835	0	38.03509
500	-12	-18.10888	-21	-22.80908
1000	-32	-34.70304	-45	-64.39525
1500	-48	-46.992	-63	-89.63519
2000	-64	-55.58359	-82	-101.44066
2500	-64	-61.08566	-84	-102.72343
3000	-62	-64.10604	-85	-96.39525
3500	-62	-65.25258	-87	-85.36791
4000	-62	-65.13313	-87	-72.55315
4500	-62	-64.35552	-87	-60.86275
5000	-63	-63.52761	-89	-53.20846
5500	-65	-63.25722	-90	-52.50206
6000	-68	-64.15222	-95	-61.65531
6500	-68	-66.82043	-95	-83.57998
7000	-70	-71.86971	-95	-121.18782
7500	-80	-79.90789	-98	-177.39061
8000	-91	-91.54283	-98	-255.1001
8500			-519	-357.22807

Tabel Kuat Desak Sampel 2.2m/A/5 Dial I dan Dial IV

BEBAN (Kg)	Sampel 2,2m / A / 5			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-45.47678	0	-58.77812
500	23	21.10268	16	33.96001
1000	27	68.13696	61	132.88132
1500	39	99.51088	195	237.24097
2000	75	119.10929	380	346.29412
2500	169	130.81701	478	459.29592
3000	176	138.51888	562	575.50155
3500	180	146.09973	730	694.16615
4000	188	157.44439	830	814.54489
4500	195	176.43771	945	935.89293
5000	210	206.9645	1075	1057.46543
5500	234	252.90962	1200	1178.51754
6000	267	318.15788	1290	1298.30444
6500	387	406.59413	1310	1416.08127
7000	497	522.1032	1530	1531.1032
7500	720	668.56992	1683	1642.62539
8000			1760	1749.90299

Tabel Kuat Desak Sampel 2.2m/A/5 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 2,2m / A / 5			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	26.04545	0	0.10909
500	19	37.29091	65	12.28485
1000	58	48.53636	12	24.46061
1500	79	59.78182	19	36.63636
2000	99	71.02727	19	48.81212
2500	99	82.27273	60	60.98788
3000	100	93.51818	63	73.16364
3500	100	104.76364	72	85.33939
4000	100	116.00909	80	97.51515
4500	111	127.25455	159	109.69091
5000	140	138.5	250	131.85794
5500	155	190.46387	334	190.46387
6000	250	279.4977	342	279.4977
6500	410	404.63538	382	404.63538
7000	583	571.55289	422	571.55289
7500	792	785.92621	490	785.92621
8000			664	0

Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/A/5 Dial V dan Dial VI

BEBAN (Kg)	Sampel 2,2m / A / 5			
	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	-1.47573	0	9.55639
500	31	21.7913	35	26.21303
1000	35	49.21464	44	45.28468
1500	76	80.33968	70	66.57733
2000	110	114.71181	90	89.89695
2500	151	151.8764	113	115.04954
3000	203	191.37883	149	141.84107
3500	252	232.76451	182	170.07755
4000	277	275.5788	199	199.56494
4500	308	319.36709	217	230.10924
5000	356	363.67478	249	261.51644
5500	407	408.04723	292	293.59251
6000	454	452.02983	322	326.14345
6500	490	495.16798	358	358.97523
7000	530	537.00705	394	391.89385
7500	572	577.09243	426	424.70529
8000	632	614.9695	478	457.21554
8500	666	650.18364	500	489.23058
9000	666	682.28025	500	520.55639

Tabel Kuat Desak Sampel 2.2m/B/5 Dial I dan Dial IV

BEBAN (Kg)	Sampel 2,2m / B / 5			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	-26.7902	0	72.25131
500	-237	-202.895	361	253.6561
1000	-365	-337.605	395	393.4318
1500	-452	-437.289	491	497.6965
2000	-459	-508.316	571	572.5679
2500	-525	-557.056	594	624.164
3000	-572	-589.877	655	658.6027
3500	-615	-613.148	660	682.0018
4000	-659	-633.24	688	700.4794
4500	-700	-656.52	740	720.1532
5000	-722	-689.359	770	747.1412
5500	-748	-738.125	800	787.5612
6000	-758	-809.187	848	847.5312
6500	-832	-908.915	920	933.1691
7000	-1108	-1043.68	1048	1050.593

Tabel Kuat Desak Sampel 2.2m/B/5 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 2,2m / B / 5			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	-101.035	0	-19.7719
500	428	329.9783	358	274.8081
1000	564	663.8037	387	501.3478
1500	652	916.1651	522	672.9747
2000	1080	1102.787	863	802.8163
2500	1182	1239.393	961	904
3000	1405	1341.708	1118	989.6533
3500	1542	1425.456	1119	1072.904
4000	1620	1506.361	1119	1166.878
4500	1650	1600.148	1243	1284.705
5000	1670	1722.539	1372	1439.511
5500	1957	1889.261	1580	1644.424
6000	2175	2116.037	1927	1912.571
6500	2530	2418.59	2319	2257.079
7000	2610	2812.646	2797	2691.077
7500	3119	3313.929	3153	3227.692
8000	3768	3938.162	3838	3880.051
8500	4985	4701.07	4688	4661.281

Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/B/5 Dial V dan Dial VI

BEBAN (Kg)	Sampel 2,2m / B / 5			
	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	-15.4714	0	-30.5397
500	-258	-196.114	-315	-222.016
1000	-388	-480.829	-369	-435.54
1500	-825	-763.114	-603	-655.889
2000	-921	-936.471	-954	-867.841
2500			-1027	-1056.17

Tabel Kuat Desak Sampel 2.2m/C/5 Dial I dan Dial IV

BEBAN (Kg)	Sampel 2,2m / C / 5			
	Dial I	Regresi	Dial IV	Regresi
0	0	80.21978	0	-107.28571
500	15	43.78571	-19	-69.10989
1000	20	7.35165	-36	-30.93407
1500	22	-29.08242	-26	7.24176
2000	-63	-65.51648	5	45.41758
2500	-76	-101.95055	40	83.59341
3000	-116	-138.38462	82	121.76923
3500	-138	-174.81868	125	159.94505
4000	-174	-211.25275	150	198.12088
4500	-227	-247.68681	190	236.2967
5000	-289	-284.12088	254	274.47253
5500	-349	-320.55495	330	312.64835
6000	-424	-356.98901	396	350.82418
6500	-512	-563.78549	481	389
7000	-605	-662.68287	583	641.86321
7500	-892	-768.39243	730	817.42445
8000	-1016	-880.67898	1050	1027.05085
8500	-1016	-999.30736	1240	1273.99681
9000	-1016	-1124.04238	1630	1561.51675

Tabel Kuat Desak Sampel 2.2m/C/5 Dial II dan Dial III

BEBAN (Kg)	Sampel 2,2m / C / 5			
	Dial II	Regresi	Dial III	Regresi
0	0	-16.11415	0	-11.79836
500	-40	-27.8576	-31	-21.64707
1000	-50	-45.19338	-36	-40.63508
1500	-75	-67.41117	-74	-67.44213
2000	-95	-93.80061	-105	-100.74798
2500	-120	-123.65137	-144	-139.23239
3000	-155	-156.25312	-193	-181.5751
3500	-200	-190.89551	-240	-226.45588
4000	-225	-226.8682	-264	-272.55447
4500	-250	-263.46086	-292	-318.55064
5000	-295	-299.96314	-340	-363.12413
5500	-330	-335.66472	-386	-404.95471
6000	-365	-369.85524	-420	-442.72211
6500	-405	-401.82437	-564	-475.10611
7000	-435	-430.86178	-502	-500.78644
7500	-465	-456.25712	-514	-518.44288
8000	-492	-477.30005	-514	-526.75516
8500	-492	-493.28025	-514	-524.40305
9000	-491	-503.48735	-514	-510.0663

Tabel Kuat Desak Sampel 2,2m/C/5 Dial V dan Dial VI

BEBAN (Kg)	Sampel 2,2m / C / 5			
	Dial V	Regresi	Dial VI	Regresi
0	0	-1.47573	0	9.55639
500	31	21.7913	35	26.21303
1000	35	49.21464	44	45.28468
1500	76	80.33968	70	66.57733
2000	110	114.71181	90	89.89695
2500	151	151.8764	113	115.04954
3000	203	191.37883	149	141.84107
3500	252	232.76451	182	170.07755
4000	277	275.5788	199	199.56494
4500	308	319.36709	217	230.10924
5000	356	363.67478	249	261.51644
5500	407	408.04723	292	293.59251
6000	454	452.02983	322	326.14345
6500	490	495.16798	358	358.97523
7000	530	537.00705	394	391.89385
7500	572	577.09243	426	424.70529
8000	632	614.9695	478	457.21554
8500	666	650.18364	500	489.23058
9000	666	682.28025	500	520.55639

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 100 cm

Beban (Kg)	Defleksi			
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
500	-20	-85	19	85
1000	-43	-160	43	161
1500	-75	-265	77	255
2000	-99	-340	104	347
2500	-117	-402	126	412
3000	-139	-564	155	475
3500	-168	-630	189	539
4000	-207	-707	232	609
4500	-247	-740	278	659
5000	-304	-803	340	720
5500	-379	-889	420	806
6000	-411	-832	455	851
6500	-452	-905	500	925
7000	-490	-970	538	994
7500				1022
8000				1236
8500				1481
9000				1710

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 130 cm

Beban (Kg)	Defleksi			
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
500	14	-100	-6	90
1000	33	-182	-19	182
1500	52	-392	-30	405
2000	25		-24	570
2500	38		-4	732
3000	15		17	872
3500	82		40	972
4000	-86		73	1050
4500	-62		88	1110
5000	-92		115	1209
5500	-100		141	1300
6000	-107		154	1350
6500	-120		185	1510
7000	-148		208	1600
7500	-180			1790
8000	-190			1880
8500	-207			1890
9000	-245			

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 160 cm

Beban (Kg)	Defleksi			
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
500	-308	138	314	-130
1000	-308	247	362	-240
1500		359	462	-345
2000		416	559	-400
2500		483	632	-469
3000		583	670	-510
3500		649	839	-600
4000		715		
4500		720		

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 190 cm

Beban (Kg)	Defleksi			
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
500	-25	-123	30	120
1000	-74	-232	83	231
1500	-110	-300	130	335
2000	-160	-437	172	480
2500	-210	-520	239	490
3000	-375	-740	305	675
3500	-400	-890	381	840
4000	-435	-1300	400	1410
4500	-470	-1400	430	1710

Tabel Kuat Desak Batang Tunggal L = 220 cm

Beban (Kg)	Defleksi			
	Dial I	Dial II	Dial III	Dial IV
0	0	0	0	0
500	296	277	-285	-296
1000	367	379	-303	-494
1500	465	835	-475	-1045
2000	443	1454	-477	-1045
2500	420	1500	-500	-1090

A. Panjang batang (L) : 100 cm, Jarak klos (L_1) : 30 cm, b : 4 cm, h : 6 cm, Kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

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

$$i_x = \sqrt{\frac{Ix}{F}} = 0{,}289.\ h = 0{,}289.6 = 1{,}734$$

$$i_y = \sqrt{\frac{Ir}{F}}$$

dimana $Ir = \frac{1}{4}(It + 3.Ig)$

$It = (1/12.\ 4^3.6) \times 2 + (4^2.\ 4.\ 6) \times 2 = 832$

$Ig = \frac{1}{12}.\ 8^3\ .\ 6 = 256$

maka $Ir = \frac{1}{4}\ (832 + 3.\ 256) = 400 \longrightarrow$ $i_y = 2{,}887$ dan $i_x = 1{,}734$

- Kelangsingan batang : $\lambda = \frac{lk}{i\,\min} \leq 150 \longrightarrow 17{,}3 \leq 150$

dari tabel (PKKI daftar. 8) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{desak} = 130$ kg/cm^2, maka $\omega = 1{,}135$.

$\sigma_{ds} = \frac{P\omega}{F} \leq 130$ kg/cm^2 $\longrightarrow$ $130 = \frac{P.1{,}133}{2.4.6}$ $\longrightarrow$ $P_{max} = \pm 6{,}0$ ton

B. Panjang batang (L) : 130 cm, Jarak klos (L_1) : 40 cm, b : 4 cm, h : 6 cm, Kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

- Menentukan i_{min} $\longrightarrow$ $I_x = \frac{1}{12} b.h^3 . n$

$$i_x = \sqrt{\frac{Ix}{F}} = 0{,}289 . h = 0{,}289.6 = 1{,}734$$

$$i_y = \sqrt{\frac{Ir}{F}}$$

dimana $Ir = \frac{1}{4}(It + 3.Ig)$

$It = (1/12 . 4^3 . 6) \times 2 + (4^2 . 4 . 6) \times 2 = 832$

$Ig = \frac{1}{12} . 8^3 . 6 = 256$

maka $Ir = \frac{1}{4}(832 + 3 . 256) = 400$ $\longrightarrow$ $i_y = 2{,}887$ dan $i_x = 1.734$

- Kelangsingan batang : $\lambda = \frac{lk}{i\,min} \leq 150$ $\longrightarrow$ $23{,}1 \leq 150$

dari tabel (PKKI daftar. 8) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{desak} = 130$ kg/cm^2, maka $\omega = 1.181$

$\sigma_{ds} = \frac{P\omega}{F} \leq 130$ kg/cm^2 $\longrightarrow$ $130 = \frac{P.1{,}181}{2.4.6}$ $\longrightarrow$ $P_{max} = \pm 5{,}8$ ton

C. Panjang batang (L) : 160 cm, Jarak klos (L_1) : 50 cm, b : 4 cm, h : 6 cm, Kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

- Menentukan i_{min} $\longrightarrow$ $I_x = \frac{1}{12} b.h^3 . n$

$$i_x = \sqrt{\frac{Ix}{F}} = 0{,}289 . h = 0{,}289.6 = 1{,}734$$

$$i_y = \sqrt{\frac{Ir}{F}}$$

dimana $Ir = \frac{1}{4}(It + 3.Ig)$

$It = (1/12 . 4^3 . 6) \times 2 + (4^2 . 4 . 6) \times 2 = 832$

$Ig = \frac{1}{12} . 8^3 . 6 = 256$

maka $Ir = \frac{1}{4}(832 + 3 . 256) = 400$ $\longrightarrow$ $i_y = 2{,}887$ dan $i_x = 1{,}734$

- Kelangsingan batang : $\lambda = \frac{lk}{i\,min} \leq 150$ $\longrightarrow$ $28{,}835 \leq 150$

dari tabel (PKKI daftar. 8) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{desak} = 130$ kg/cm^2, maka $\omega = 1{,}23835$

$\sigma_{ds} = \frac{P\omega}{F} \leq 130$ kg/cm^2 $\longrightarrow$ $130 = \frac{P.1{,}23835}{2.4.6}$ $\longrightarrow$ $P_{max} = \pm 5$ ton

D. Panjang batang (L) : 190 cm, Jarak klos (L_1) : 60 cm, b : 4 cm, h : 6 cm, Kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

- Menentukan i_{min} $\longrightarrow$ $I_x = \frac{1}{12} b.h^3 . n$

$$i_x = \sqrt{\frac{Ix}{F}} = 0{,}289 . h = 0{,}289.6 = 1{,}734$$

$$i_y = \sqrt{\frac{Ir}{F}}$$

dimana $Ir = \frac{1}{4}(It + 3.Ig)$

$It = (1/12 . 4^3 . 6) \times 2 + (4^2 . 4 . 6) \times 2 = 832$

$Ig = \frac{1}{12} . 8^3 . 6 = 256$

maka $Ir = \frac{1}{4}(832 + 3 . 256) = 400$ $\longrightarrow$ $i_y = 2{,}887$ dan $i_x = 1{,}734$

- Kelangsingan batang : $\lambda = \frac{lk}{i\,min} \leq 150$ $\longrightarrow$ $34{,}6 \leq 150$

dari tabel (PKKI daftar. 8) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{desak} = 130$ kg/cm^2, maka $\omega = 1{,}296$

$\sigma_{ds} = \frac{P\omega}{F} \leq 130$ kg/cm^2 $\longrightarrow$ $130 = \frac{P.1{,}296}{2.4.6}$ $\longrightarrow$ $P_{max} = \pm 4{,}8$ ton

E. Panjang batang (L) : 220 cm, Jarak klos (L_I) : 70 cm, b : 4 cm, h : 6 cm, Kondisi perletakan diasumsikan sebagai sendi-sendi (l_k) : 1.

- Menentukan i_{min} $\longrightarrow$ $I_x = \frac{1}{12} b.h^3$. n

$$i_x = \sqrt{\frac{Ix}{F}} = 0{,}289.\ h = 0{,}289.6 = 1{,}734$$

$$i_y = \sqrt{\frac{Ir}{F}}$$

dimana $Ir = \frac{1}{4}(It + 3.Ig)$

$It = (1/12.\ 4^3.6) \times 2 + (4^2.\ 4.\ 6) \times 2 = 832$

$Ig = \frac{1}{12}.\ 8^3\ .\ 6 = 256$

maka $Ir = \frac{1}{4}\ (832 + 3.\ 256) = 400$ $\longrightarrow$ $i_y = 2{,}887$ dan $i_x = 1{,}734$

- Kelangsingan batang : $\lambda = \frac{lk}{i\,min} \leq 150$ $\longrightarrow$ $40{,}369 \leq 150$

dari tabel (PKKI daftar. 8) kayu dengan kelas kuat I, $\bar{\sigma}_{desak} = 130$ kg/cm^2, maka $\omega = 1{,}36738$

$\sigma_{ds} = \frac{P\omega}{F} \leq 130$ kg/cm^2 $\longrightarrow$ $130 = \frac{P.1{,}36738}{2.4.6}$ $\longrightarrow$ $P_{max} = \pm 4{,}5$ ton

Sampel 1

Diketahui : E = 186845,954082 kg/cm^2

L = 100 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{186845,954082}{2\,(0,7)} = 133461,396$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.186.845,954082.\,64}{100^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\,133461,396} \cdot \frac{\pi^2.186845,954082.\,64}{100^2}}$$

= 11784,843 kg = 11,784843 ton

Sampel 2

Diketahui : E = 300096,8585 kg/cm^2

L = 100 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{300.096,8585}{2\,(0,7)} = 214354,8989$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.300.096,8585.\,64}{100^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\,214354,8989} \cdot \frac{\pi^2.\,300096,8585.\,64}{100^2}}$$

= 18927,862 kg = 18,927862 ton

Sampel 3

Diketahui : E = 251216,665 kg/cm^2

L = 100 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{251216,665}{2\,(0,7)} = 179440,475$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.251216,665.64}{100^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.179440,475} \cdot \frac{\pi^2.251216,665.64}{100^2}}$$

= 15844,865 kg = 15,844865 ton

Sampel 4

Diketahui : E = 73940,886 kg/cm^2

L = 100 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{73940,886}{2\,(0,7)} = 52814,919$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.73940,886.\,64}{100^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\,52814,919} \cdot \frac{\pi^2.73940,886.\,64}{100^2}}$$

= 4663,637 kg = 4,663637 ton

Sampel 5

Diketahui : E = 119927,988 kg/cm^2

L = 100 cm

π = 3,14

β = 1,2

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

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{119927,988}{2\,(0,7)} = 85662,849$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2 .\ 119927,988 .\ 64}{100^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72 .\ 85662,849} \cdot \frac{\pi^2 .119927,988 .\ 64}{100^2}}$$

= 7564,159 kg = 7,564159 ton

Sampel 1

Diketahui : E = 186845,954082 kg/cm^2

L = 130 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{186845,954082}{2\,(0,7)} = 133461,396$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.186.845,954082.\,64}{130^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\,133461,396} \cdot \frac{\pi^2.186845,954082.\,64}{130^2}}$$

= 6977,472 kg = 6,977472 ton

Sampel 2

Diketahui : E = 300096,8585 kg/cm^2

L = 130 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{300.096,8585}{2\ (0,7)} = 214354,8989$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.300.096,8585.\ 64}{130^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 214354,8989} \cdot \frac{\pi^2.\ 300096,8585.\ 64}{130^2}}$$

= 11206,652 kg = 11,206652 ton

Sampel 3

Diketahui : E = 251216,665 kg/cm^2

L = 130 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{251216,665}{2\,(0,7)} = 179440,475$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.251216,665.64}{130^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.179440,475} \cdot \frac{\pi^2.251216,665.64}{130^2}}$$

= 9381,297 kg = 9,381297 ton

Sampel 4

Diketahui : E = 73940,886 kg/cm^2

L = 130 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{73940,886}{2\ (0,7)} = 52814,919$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.73940,886.\ 64}{130^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 52814,919} \cdot \frac{\pi^2.73940,886.\ 64}{130^2}}$$

= 2761,208 kg = 2,761208 ton

Sampel 5

Diketahui : E = 119927,988 kg/cm^2

L = 130 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{119927,988}{2\ (0,7)} = 85662,849$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.\ 119927,988.\ 64}{130^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 85662,849} \cdot \frac{\pi^2.119927,988.\ 64}{130^2}}$$

= 4478,524 kg = 4,478524 ton

Sampel 1

Diketahui : E = 186845,954082 kg/cm^2

L = 160 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{186845,954082}{2\ (0,7)} = 133461,396$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.186.845,954082.\ 64}{160^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 133461,396} \cdot \frac{\pi^2.186845,954082.\ 64}{160^2}}$$

= 4607,586 kg = 4,6075586ton

Sampel 2

Diketahui : E = 300096,8585 kg/cm^2

L = 160 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{300.096,8585}{2\ (0,7)} = 214354,8989$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.300.096,8585.\ 64}{160^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 214354,8989} \cdot \frac{\pi^2.\ 300096,8585.\ 64}{160^2}}$$

= 7400,332 kg = 7,400332 ton

Sampel 3

Diketahui : E = 251216,665 kg/cm^2

L = 160 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{251216,665}{2\ (0,7)} = 179440,475$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.251216,665.\ 64}{160^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 179440,475} \cdot \frac{\pi^2.\ 251216,665.\ 64}{160^2}}$$

= 6194,956 kg = 6,194956 ton

Sampel 4

Diketahui : E = 73940,886 kg/cm^2

L = 160 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{73940,886}{2\ (0,7)} = 52814,919$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.73940,886.\ 64}{160^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 52814,919} \cdot \frac{\pi^2.73940,886.\ 64}{160^2}}$$

= 1823,368 kg = 1,823368 ton

Sampel 5

Diketahui : E = 119927,988 kg/cm^2

L = 160 cm

π = 3,14

β = 1,2

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

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{119927,988}{2\,(0,7)} = 85662,849$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2 .\ 119927,988.\ 64}{160^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 85662,849} \cdot \frac{\pi^2 .119927,988.\ 64}{160^2}}$$

= 2957,401 kg = 2,957401 ton

Sampel 1

Diketahui : E = 186845,954082 kg/cm^2

L = 190 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{186845,954082}{2\,(0,7)} = 133461,396$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG}\,\frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.186.845,954082.\,64}{190^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\,133461,396}\,\frac{\pi^2.186845,954082.\,64}{190^2}}$$

= 3267,977 kg = 3,267977 ton

Sampel 2

Diketahui : E = 300096,8585 kg/cm^2

L = 190 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{300.096,8585}{2\ (0,7)} = 214354,8989$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.300.096,8585.\ 64}{190^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 214354,8989} \cdot \frac{\pi^2.\ 300096,8585.\ 64}{190^2}}$$

= 5248,76 kg = 5,24876 ton

Sampel 3

Diketahui : E = 251216,665 kg/cm^2

L = 190 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{251216,665}{2\,(0,7)} = 179440,475$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.251216,665.64}{190^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.179440,475} \cdot \frac{\pi^2.251216,665.64}{190^2}}$$

= 4393,834 kg = 4,393834 ton

Sampel 4

Diketahui : $E = 73940{,}886\ kg/cm^2$

$L = 190\ cm$

$\pi = 3{,}14$

$\beta = 1{,}2$

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

$A = 72\ cm^2$

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{73940{,}886}{2\,(0{,}7)} = 52814{,}919$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.73940{,}886.64}{190^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1{,}2}{72.52814{,}919} \cdot \frac{\pi^2.73940{,}886.64}{190^2}}$$

$$= 1293{,}242\ kg = 1{,}293242\ ton$$

Sampel 5

Diketahui : E = 119927,988 kg/cm^2

L = 190 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{119927,988}{2\,(0,7)} = 85662,849$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2 .\ 119927,988.\ 64}{190^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 85662,849} \cdot \frac{\pi^2 .119927,988.\ 64}{190^2}}$$

= 2097,567 kg = 2,097567 ton

Sampel 1

Diketahui : E = 186845,954082 kg/cm^2

L = 220 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{186845,954082}{2\,(0,7)} = 133461,396$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.186.845,954082.\,64}{220^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\,133461,396} \cdot \frac{\pi^2.186845,954082.\,64}{220^2}}$$

= 2437,732 kg = 2,437732 ton

Sampel 2

Diketahui : E = 300096,8585 kg/cm^2

L = 220 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{300.096,8585}{2\,(0,7)} = 214354,8989$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.300.096,8585.\,64}{220^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\,214354,8989} \cdot \frac{\pi^2.\,300096,8585.\,64}{220^2}}$$

= 3915,287 kg = 3,915287 ton

Sampel 3

Diketahui : E = 251216,665 kg/cm^2

L = 220 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{251216,665}{2\,(0,7)} = 179440,475$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.251216,665.\,64}{220^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\,179440,475} \cdot \frac{\pi^2.\,251216,665.\,64}{220^2}}$$

= 3277,559 kg = 3,277559 ton

Sampel 4

Diketahui : $E = 73940{,}886\ kg/cm^2$

$L = 220\ cm$

$\pi = 3{,}14$

$\beta = 1{,}2$

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

$A = 72\ cm^2$

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{73940{,}886}{2\,(0{,}7)} = 52814{,}919$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.73940{,}886.\,64}{220^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1{,}2}{72.\,52814{,}919} \cdot \frac{\pi^2.73940{,}886.\,64}{220^2}}$$

$$= 964{,}688\ kg = 0{,}964688\ ton$$

Sampel 5

Diketahui : E = 119927,988 kg/cm^2

L = 220 cm

π = 3,14

β = 1,2

(1-μ) = 0,7

A = 72 cm^2

Maka :

Modulus Geser (G) = $\frac{E}{2.(1-\mu)}$

$= \frac{119927,988}{2\,(0,7)} = 85662,849$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2 .\ 119927,988.\ 64}{220^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 85662,849} \cdot \frac{\pi^2 .119927,988.\ 64}{220^2}}$$

= 1564,669 kg = 1,564669 ton

Hasil Hitungan untuk E rata-rata

Diketahui : $E_r = 186405,6703\ kg/cm^2$

$L = 100\ cm$

$\pi = 3,14$

$\beta = 1,2$

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

$A = 72\ cm^2$

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{186405,6703}{2\ (0,7)} = 133146,907$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.186405,6703.\ 64}{100^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1,2}{72.\ 133146,907} \cdot \frac{\pi^2.186405,6703.\ 64}{100^2}}$$

$$= 11757,073\ kg = 11,757073\ ton$$

Diketahui : $E_r = 186405{,}6703$ kg/cm^2

$L = 130$ cm

$\pi = 3{,}14$

$\beta = 1{,}2$

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

$A = 72$ cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{186405{,}6703}{2\,(0{,}7)} = 133146{,}907$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.186405{,}6703.\,64}{130^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1{,}2}{72.\,133146{,}907} \cdot \frac{\pi^2.186405{,}6703.\,64}{130^2}}$$

$= 6961{,}03$ kg $= 6{,}96103$ ton

Diketahui : $E_r = 186405{,}6703$ kg/cm^2

$L = 160$ cm

$\pi = 3{,}14$

$\beta = 1{,}2$

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

$A = 72$ cm^2

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{186405{,}6703}{2\,(0{,}7)} = 133146{,}907$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\,EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\,EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.186405{,}6703.\,64}{160^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1{,}2}{72.\,133146{,}907} \cdot \frac{\pi^2.186405{,}6703.\,64}{160^2}}$$

$$= 4596{,}729 \text{ kg} = 4{,}596729 \text{ ton}$$

Diketahui : $E_r = 186405{,}6703\ kg/cm^2$

$L = 190\ cm$

$\pi = 3{,}14$

$\beta = 1{,}2$

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

$A = 72\ cm^2$

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{186405{,}6703}{2\ (0{,}7)} = 133146{,}907$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2 . 186405{,}6703 . 64}{190^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1{,}2}{72 . 133146{,}907} \cdot \frac{\pi^2 . 186405{,}6703 . 64}{190^2}}$$

$$= 3260{,}276\ kg = 3{,}260276\ ton$$

Diketahui : $E_r = 186405{,}6703\ kg/cm^2$

$L = 220\ cm$

$\pi = 3{,}14$

$\beta = 1{,}2$

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

$A = 72\ cm^2$

Maka :

$$\text{Modulus Geser (G)} = \frac{E}{2.(1-\mu)}$$

$$= \frac{186405{,}6703}{2\ (0{,}7)} = 133146{,}907$$

$$P_{kr} = \frac{\pi^2\ EI}{L^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\beta}{AG} \cdot \frac{\pi^2\ EI}{L^2}}$$

$$= \frac{\pi^2.186405{,}6703.\ 64}{220^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1{,}2}{72.\ 133146{,}907} \cdot \frac{\pi^2.186405{,}6703.\ 64}{220^2}}$$

$$= 2431{,}987\ kg = 2{,}431987\ ton$$

Proyek Akhir
TA 3 sks

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	MAHARYO WIDANTO	94 310 019		TSS
2.	KUNCARA EDY SANTOSA	94 310 099		TSS

JUDUL TUGAS AKHIR : KUAT TEKAN BATANG GANDA DENGAN PENGHUBUNG KLOS VARIASI JARAK KLOOS.

Dosen Pembimbing I : IR. H.SUSASTRAWAN, MS
Dosen Pembimbing II : IR. FATKHURROHMAN N, MT

1



2



Yogyakarta, 18 Nop. 1999
An. Dekan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil ,

IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi

JUDUL TUGAS AKHIR : .....

.....

.....

Dosen Pembimbing I :
Dosen Pembimbing II :

1

3 x 4

2

3 x 4

Yogyakarta,
D e k a n,

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
	12 – 12 – 99	Tes pendahuluan	tes pendahuluan kayu (40×60) mm L_1 = 30 dan L_1 = makalah.	
			Konsultasi Selasa & Kamis 6°°	
	4 – 01 – 00		Perbaiki: Tulis Euler. Gmax → Qbase → reduksi. $P_{cr} = P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{E}(\ )(\ )$	
			faktor < 1	
	25 – 01 – 00		Perbaiki.	
	28 – 01 – 2000		*) Sdh Seminar: Acc ① buat grafik hasil pembebanan	
			grafik Euler untuk	
			Dilanjutkan ke Dosen pembimbing	

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
	19-4-2000		- Tinjauan Pustaka nya diperbaiki. Buat hub. nondimensional. $\frac{P}{\rho u} = f\left(\frac{L}{d}\right)$. ~~Plastis - P~~ Perbaiki sistematika penyajian.	
	1-5-2000		Acc siap pendadaran Perbaiki Tabel 5/5-2000	