

## 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

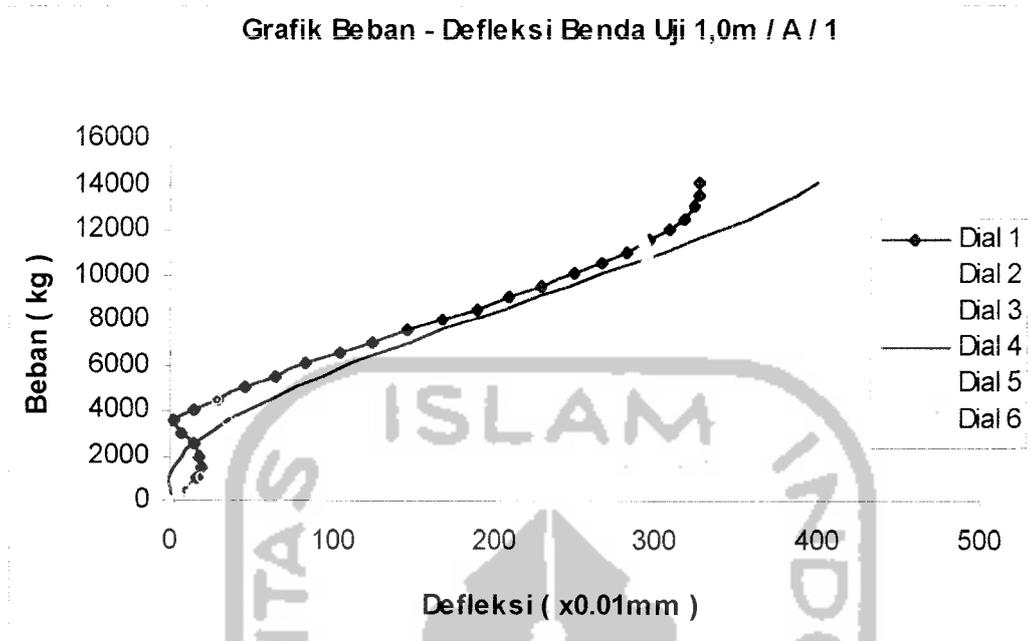
dengan kenaikan atau penambahan beban, artinya semakin panjang atau semakin langsing suatu batang, maka kekuatannya dalam mendukung beban aksial akan semakin kecil.

## 6.2 Perilaku Benda Uji Terhadap Beban Desak

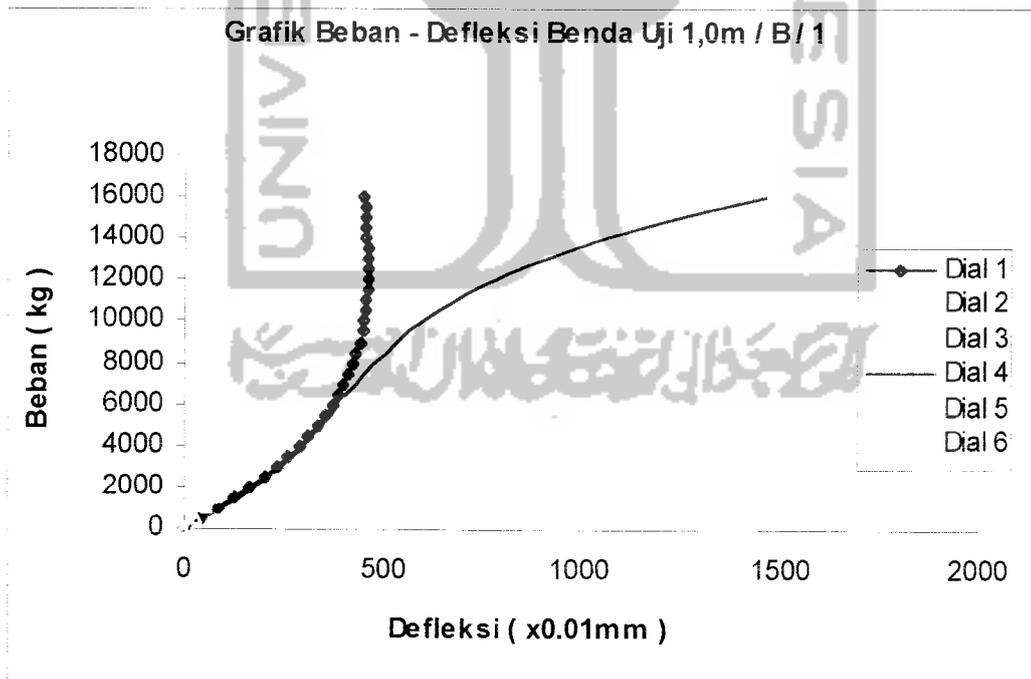
Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap lima macam variasi benda uji ketika menerima beban desak ternyata diperoleh suatu pola perilaku lentur yang unik. Dari teori mengenai batang ganda disebutkan bahwa pada batang ganda, batang akan tertekuk terlebih dahulu dalam arah tegangan lurus sumbu bebas 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

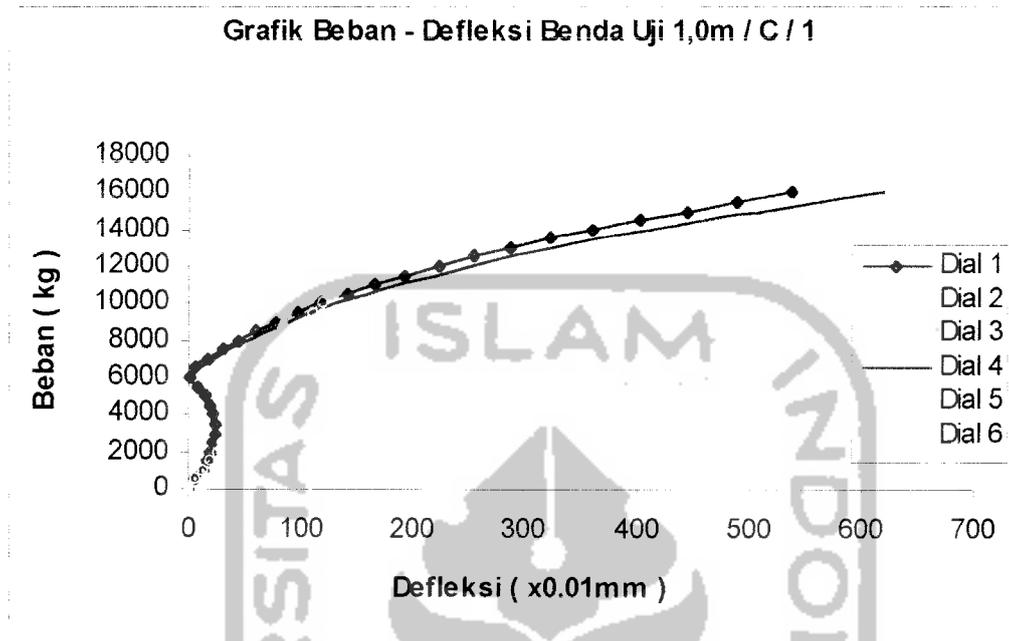
Pada tiga benda uji diperoleh hasil pengujian kekuatan desak maksimum sebesar rata-rata 15,5ton. Sesuai dengan penomoran penempatan *dial*, pada sumbu bebas bahan diberi nomor 2, 3, 5, dan 6. Sedangkan pada sumbu bahan nomor penempatan *dial*nya adalah 1 dan 4. Dari hasil pengujian, lendutan maksimum 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



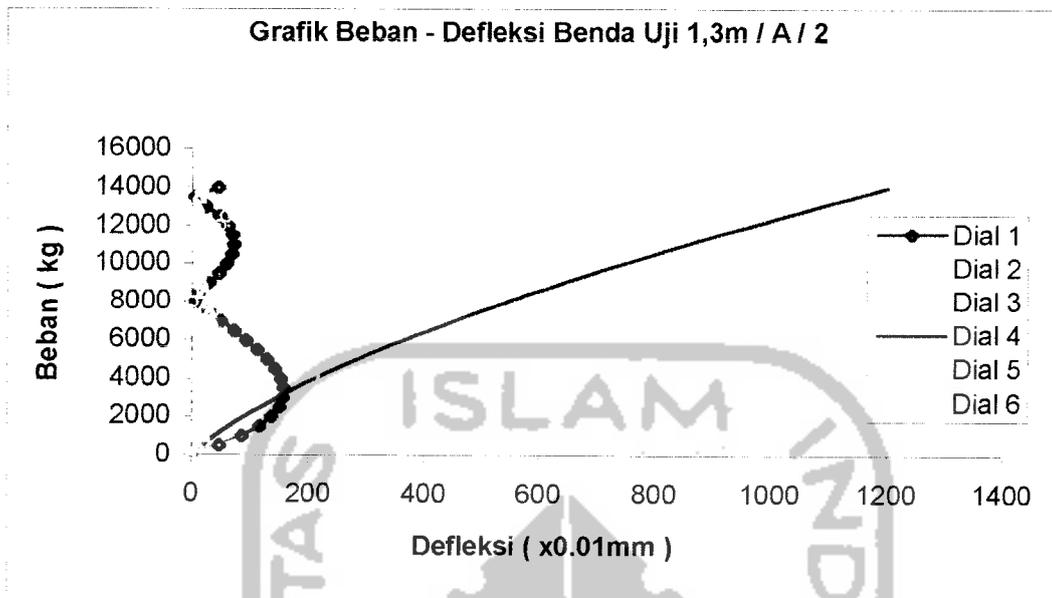
Gambar 6.2 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,0m / B / 1



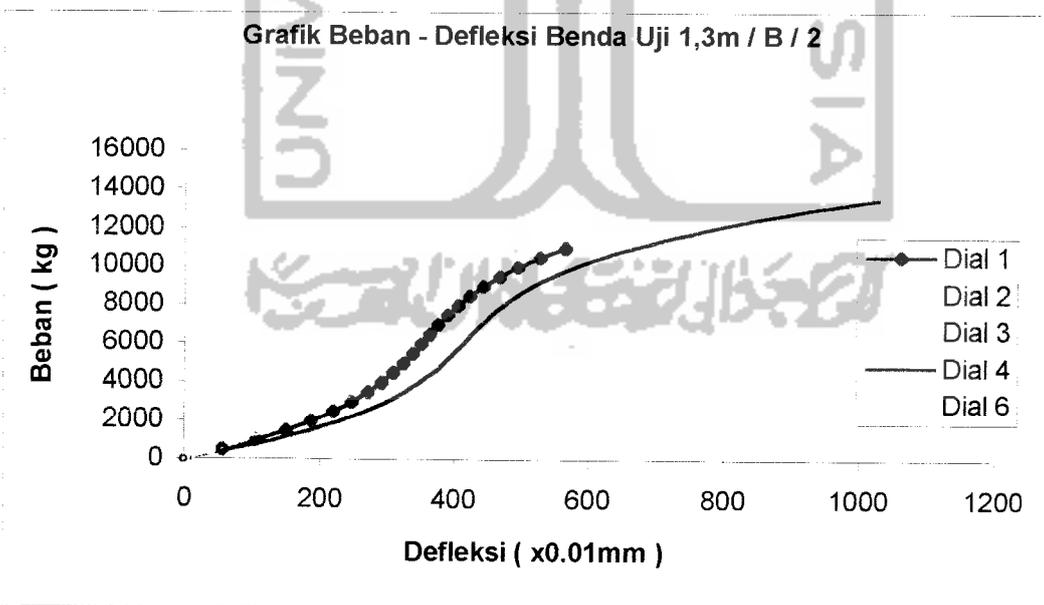
Gambar 6.3 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,0m / C / 1

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

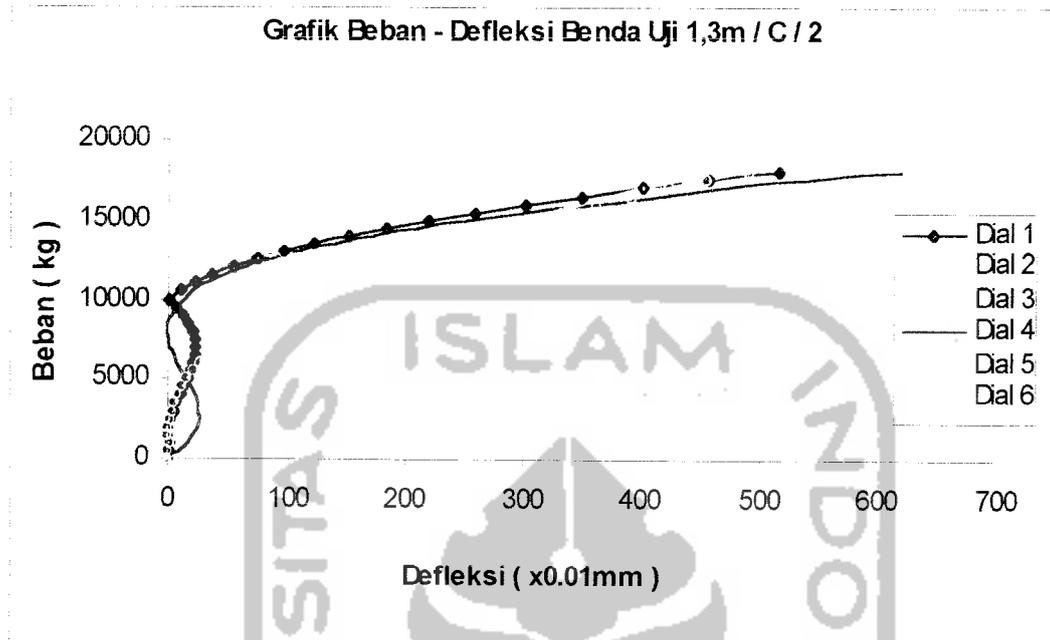
Pada tiga benda uji diperoleh hasil pengujian kekuatan desak maksimum sebesar rata-rata 15ton. Pada benda uji ini, penomoran *dial* sama seperti percobaan sebelumnya. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa lendutan terjadi pada *dial* 2 dan 3. Pada *dial* 4 terjadi lendutan yang cukup besar, akan tetapi 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



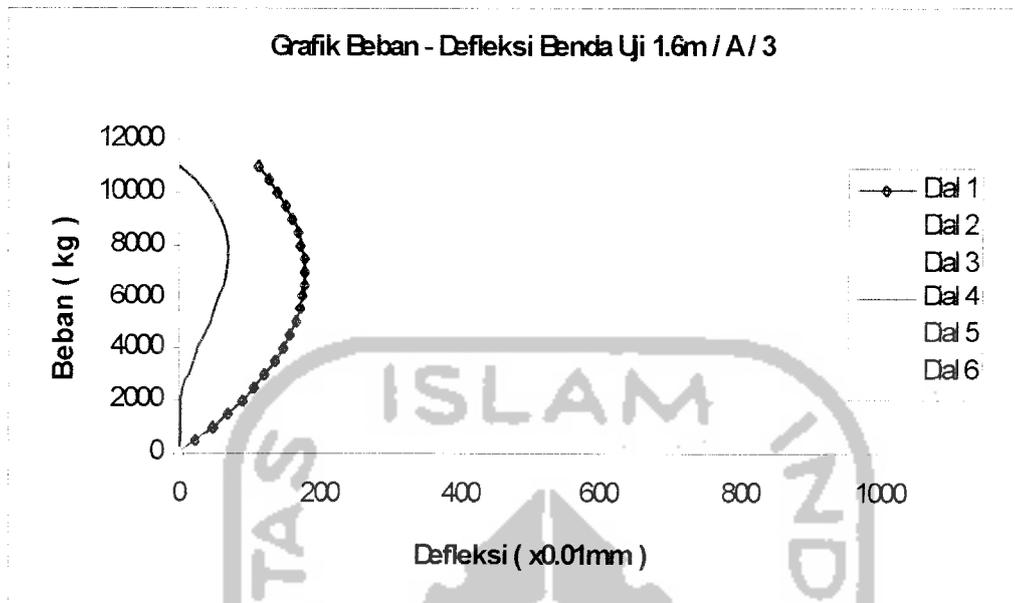
Gambar 6.5 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,3m / B / 2



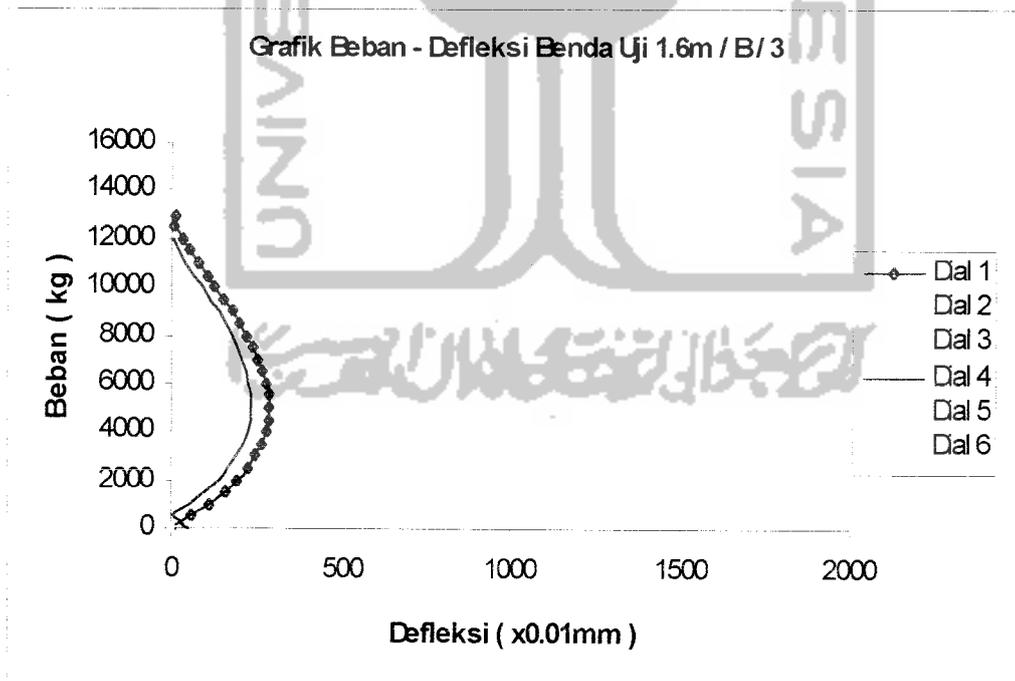
Gambar 6.6 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,3m / C / 2

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

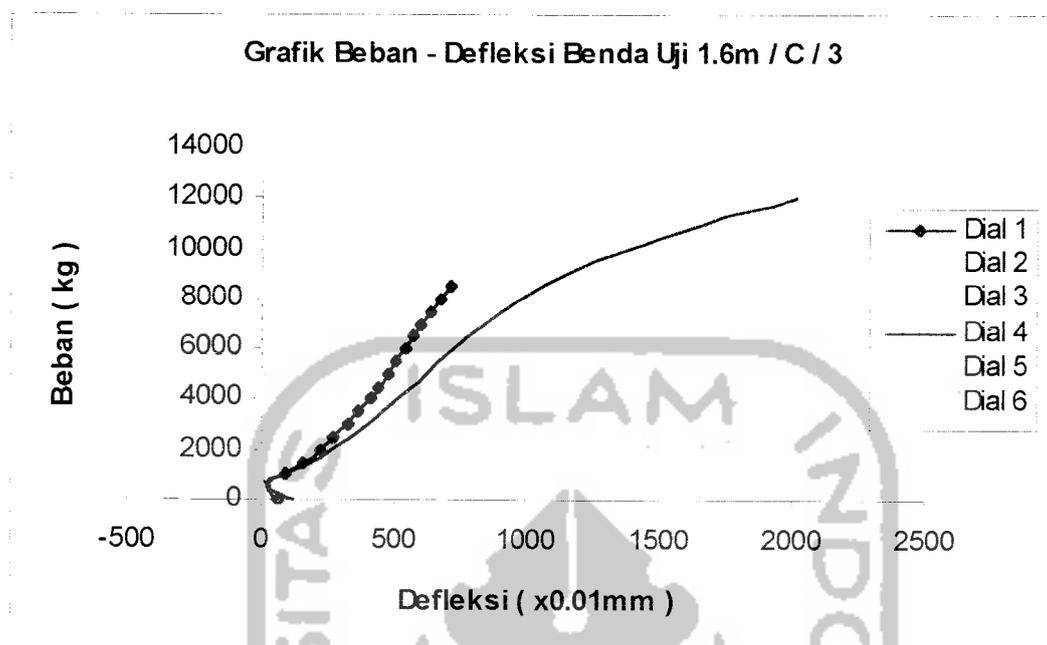
Dari tiga benda uji yang teliti pada jarak ini, diperoleh hasil pengujian kekuatan desak maksimum adalah rata-rata sebesar 13ton. Pada variasi jarak ini arah lendutan adalah ke arah *dial* 2 dan 3 (sumbu bebas bahan), tetapi pada salah satu benda uji terdapat arah lendutan yang berlainan. Satu sisi ke 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



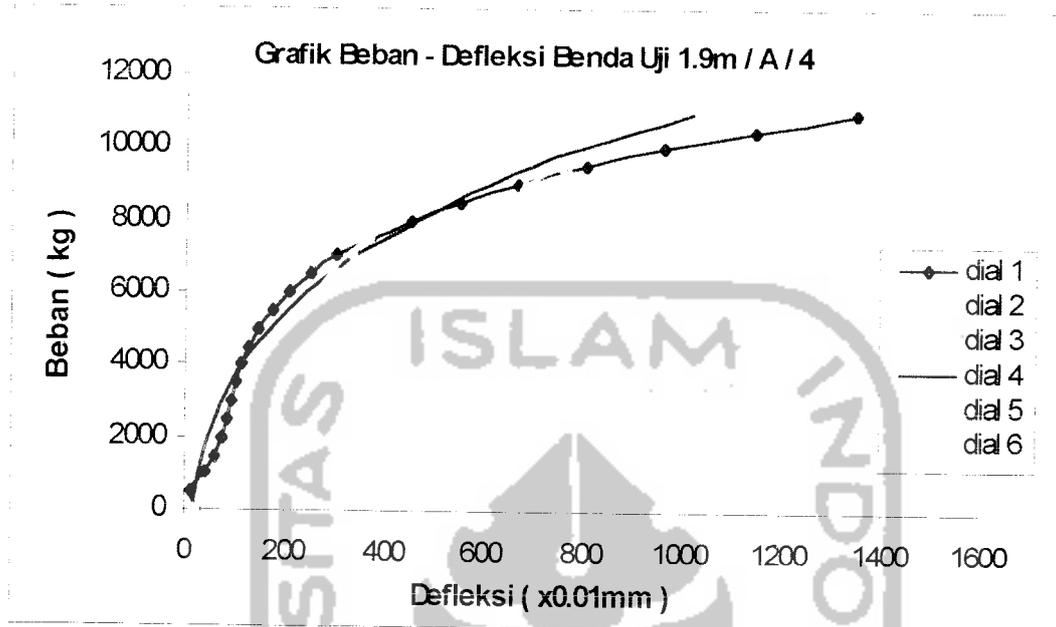
Gambar 6.8 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,6m / B / 3



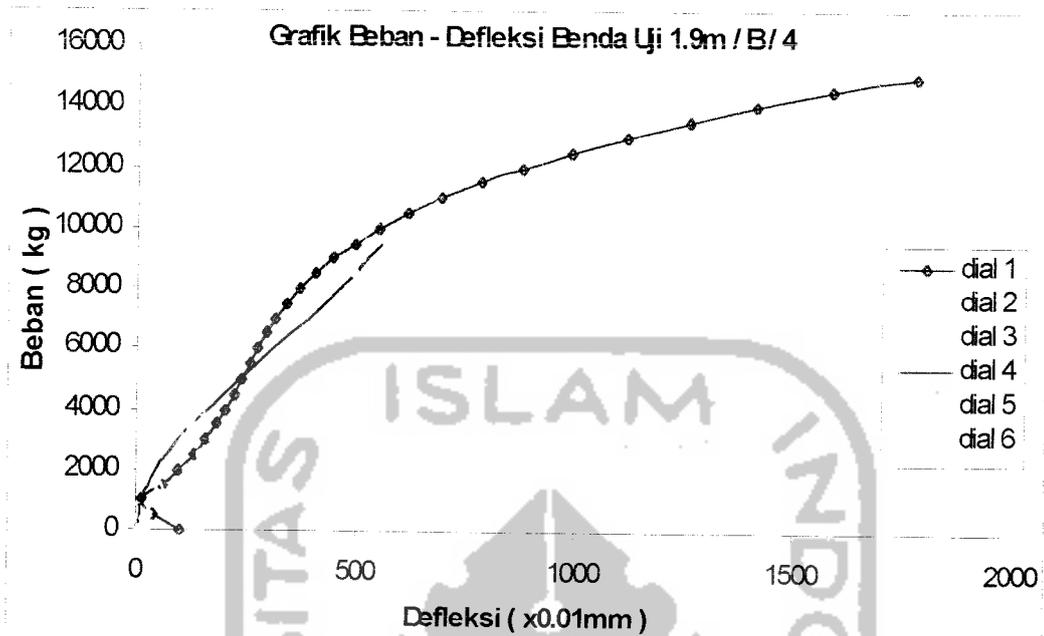
Gambar 6.9 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,6m / C / 3

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

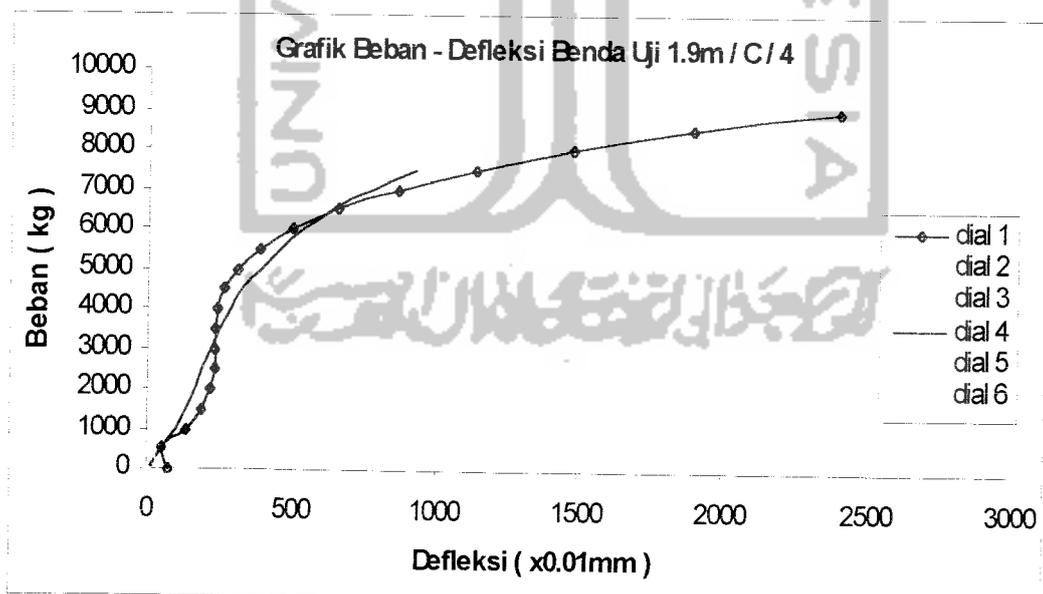
Pada variasi jarak ini, diperoleh kekuatan beban desak maksimum dari penelitian adalah rata-rata 11,6ton. Arah lendutan pada *dial* 5 dan 6 (sumbu bebas bahan). Pada salah satu benda uji tercatat arah lendutan maksimal pada *dial* 1 (sumbu bahan) sehingga batang rusak dalam arah tersebut. Kerusakan benda 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



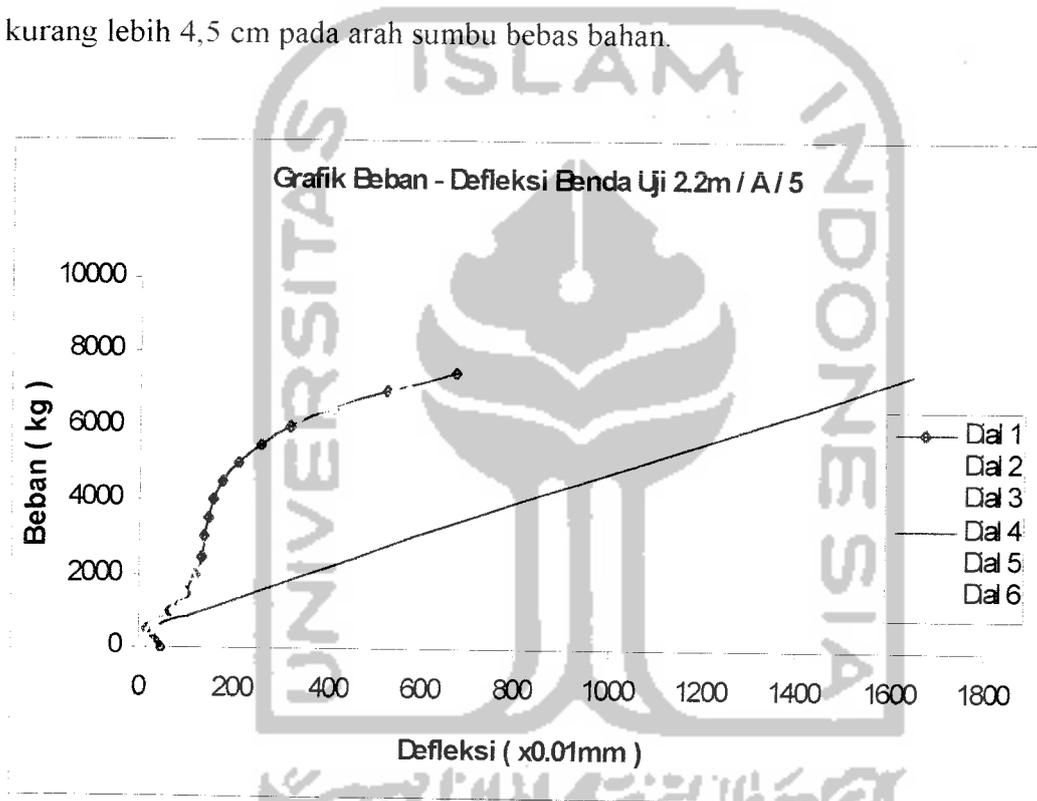
Gambar 6.11 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,9m / B / 4



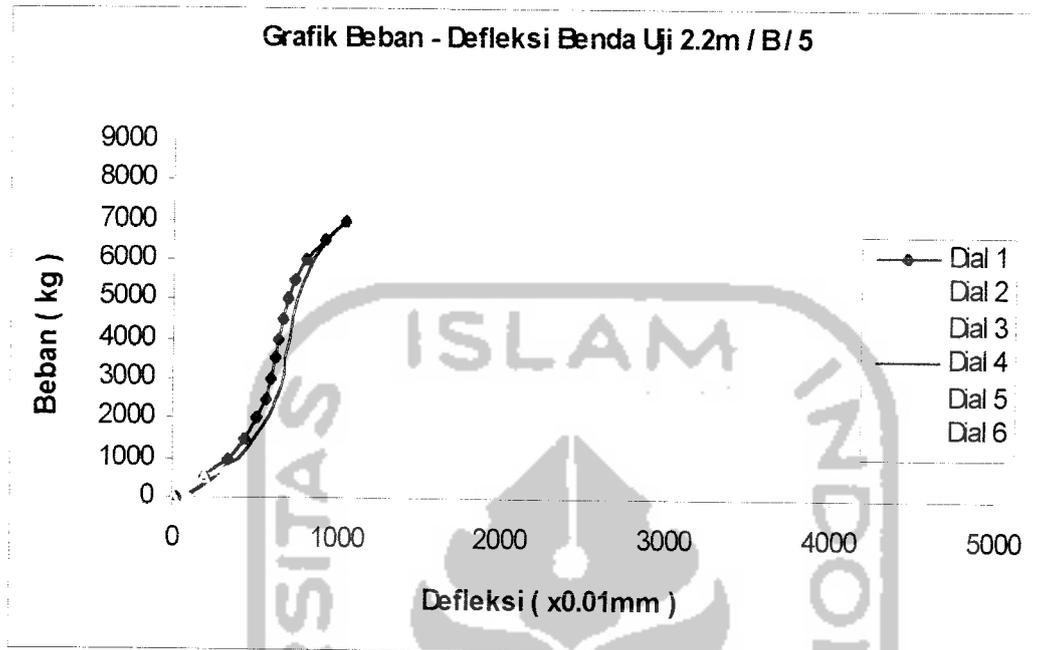
Gambar 6.12 Grafik Gabungan Beban – Defleksi Benda Uji 1,9m / C / 4

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

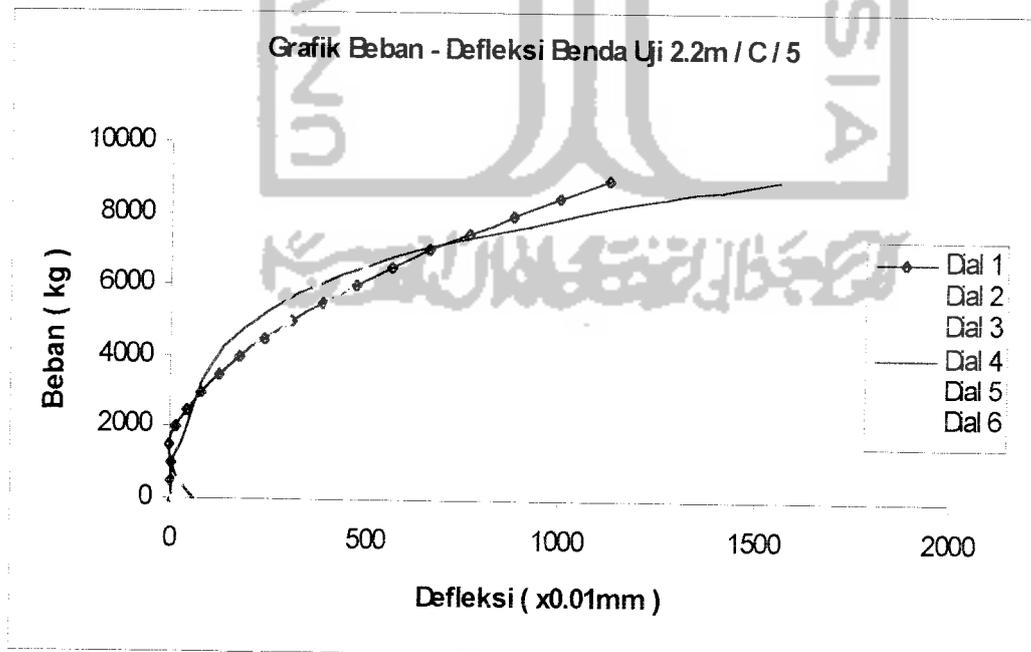
Pada benda uji dengan variasi jarak ini beban desak maksimum dari penelitian adalah rata-rata 8,1ton. Arah lendutan maksimum pada arah sumbu bebas bahan (*dial* 2, 5, dan 6). Lendutan yang terjadi juga cukup besar karena kelangsingan batang yang tinggi. Lendutan yang terjadi dapat mencapai hingga kurang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

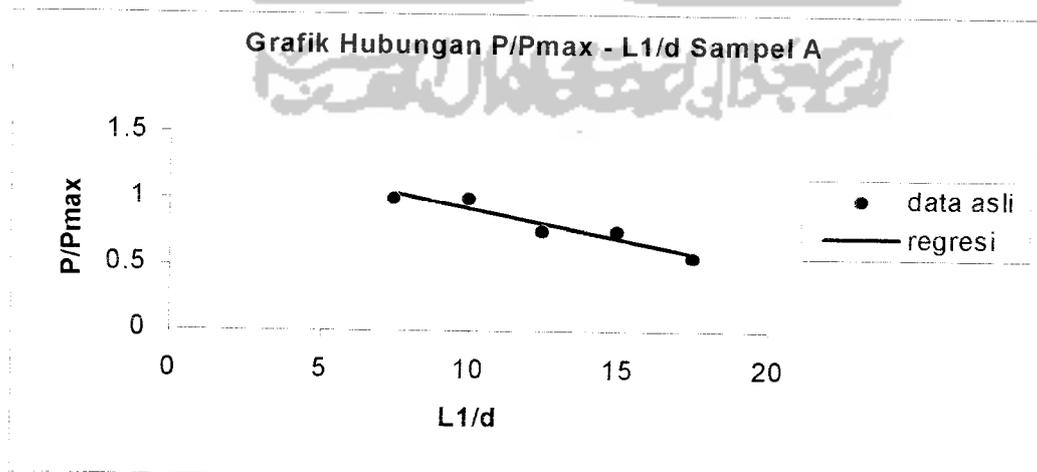
Hasil penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa semakin tinggi kelangsingan suatu batang ganda maka kekuatan desak maksimum yang mampu ditahan akan semakin kecil. Dari kelima benda uji dengan berbagai variasi jarak klos diperoleh suatu hubungan yang dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Hubungan Beban Maksimum - ( $L_1/d$ )

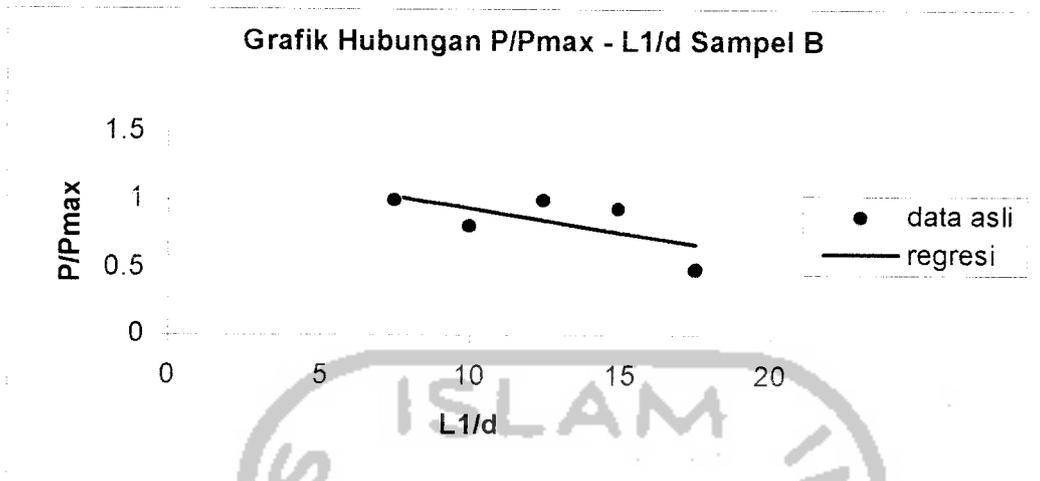
Jarak Klos / Lebar ( $L_1/d$ )	$P_{max}$ (ton)		
	A	B	C
7,5	14,5	16	16
10	14,5	13	17,5
12,5	11	16	12
15	11	15	9
17,5	8	8	8,5

Dari Tabel 6.1 dapat dibuat grafik hubungan antara ( $P/P_{max}$ ) dengan ( $L_1/d$ ).

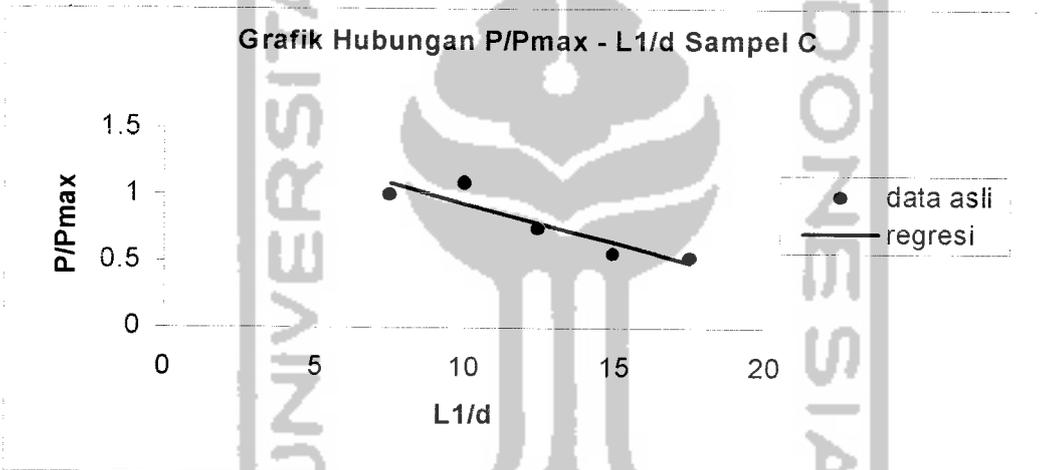
Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.16 berikut :



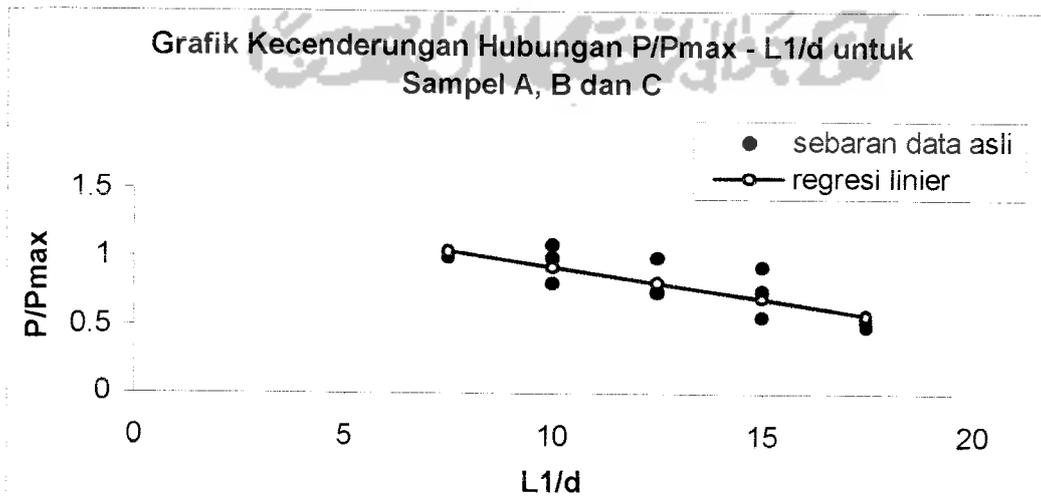
Gambar 6.16 Grafik Hubungan  $P/P_{max}$  -  $L_1/d$  Sampel A



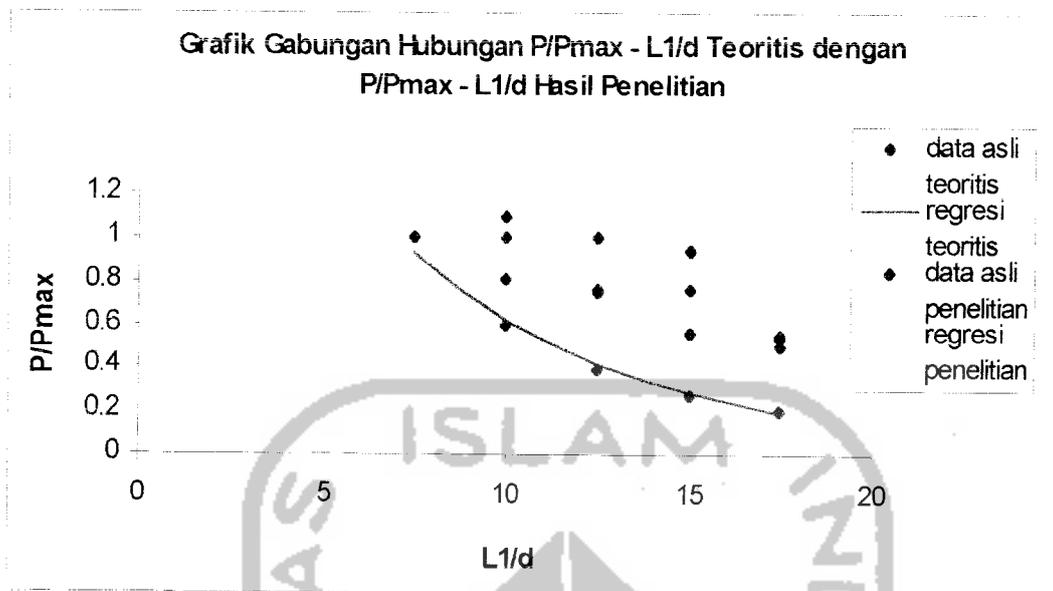
Gambar 6.17 Grafik Hubungan  $P/P_{max} - (L_1/d)$  Sampel B



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 :

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

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

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 <sub>max</sub> (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.