

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian didapatkan data primer berupa kuat desak beton silinder, kuat tarik baja tulangan dan beban lendutan balok. Data tersebut dianalisa untuk memperoleh pengaruh variasi lebar efektif terhadap hubungan antara beban, lendutan, tegangan serta regangan yang terjadi. Dari grafik beban lendutan didapatkan kuat beban balok T dengan berbagai variasi dari lebar efektif bentang dan panjang bentang.

5.1. Uji Kuat Desak Beton

Kekuatan desak beton rencana tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat serta kualitas perawatannya. Kuat desak beton diketahui dari uji desak dua puluh silinder beton ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm. Perawatan keras (*curing*) silinder beton dilakukan dengan cara merendam dalam bak air dan pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Hasil uji tekan 20 silinder beton bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton pada model yang dapat dilihat pada tabel 5.1 sebagai berikut di bawah ini:

Tabel 5.1. Hasil Uji Kuat Desak Beton

No	ϕ silinder (cm)	Luas (A) (cm ²)	P max (kN)	Kuat desak (P/A) (Kg/cm ²)	Kuat desak (Mpa)
1	15.05	177.894	680	389,66	38.96
2	15.02	177.186	655	376.8	37.68

No	φ silinder (cm)	Luas (A) (cm ²)	P max (kN)	Kuat desak (P/A) (Kg/cm ²)	Kuat desak (Mpa)
3	15.05	177.894	420	240.7	24.07
4	15.07	178.367	450	257.2	25.72
5	15.06	178.131	650	372.0	37.20
6	15.07	178.367	680	388.6	38.86
7	15.04	177.658	685	393.0	39.30
8	14.91	174.600	610	356.1	35.61
9	14.96	175.773	685	397.3	39.73
10	15.02	177.186	425	244.5	24.45
11	15	176.714	590	340.3	34.03
12	14.98	176.343	660	381.7	38.17
13	15.05	177.894	500	286.5	28.65
14	14.95	175.538	525	304.9	30.49
15	14.94	175.304	400	232.6	23.26
16	14.92	174.834	605	352.7	35.27
17	15	176.714	565	325.9	32.59
18	15.16	180.505	670	378.4	37.84
19	15.06	178.131	680	389.1	38.91
20	15.15	180.267	490	277.1	27.71

$$\text{Kuat desak} = \left(\frac{680 \times 101.936}{1/4 \times \pi \times 15.05^2} \right) = 389,6 \text{ kg/cm}^2 = 38,96 \text{ MPa}$$

$$\text{Kuat tekan rata-rata (} f_{cr} \text{)} = 33,245 \text{ Mpa}$$

$$\text{Standart deviasi (s)} = 5,813 \text{ Mpa}$$

Jika penyimpangan maksimum 5 % kuat desak karakteristik silinder beton

dihitung dengan persamaan :

$$f_c = f_{cr} - 1,64 \text{ sd} \dots \dots \dots 5.1$$

$$\begin{aligned} \text{didapat} \quad f_c &= 33,245 - 1,64 \times 5,813 \\ &= 23,89 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil uji ini, kuat desak beton pada model adalah 23.89 Mpa.

Hal ini sesuai dengan mutu beton yang direncanakan sebesar 20 Mpa dan termasuk beton dengan mutu sedang.

5.2. Uji Kuat Tarik Baja Tulangan

Untuk mengetahui kualitas baja tulangan yang terpasang dalam model balok, dilakukan uji tarik baja tulangan, hasilnya ditunjukkan pada lampiran 5.

Rangkuman hasil uji tarik baja tulangan ditunjukkan pada tabel 5.2 :

Tabel 5.2. Hasil Uji Tarik Baja Tulangan

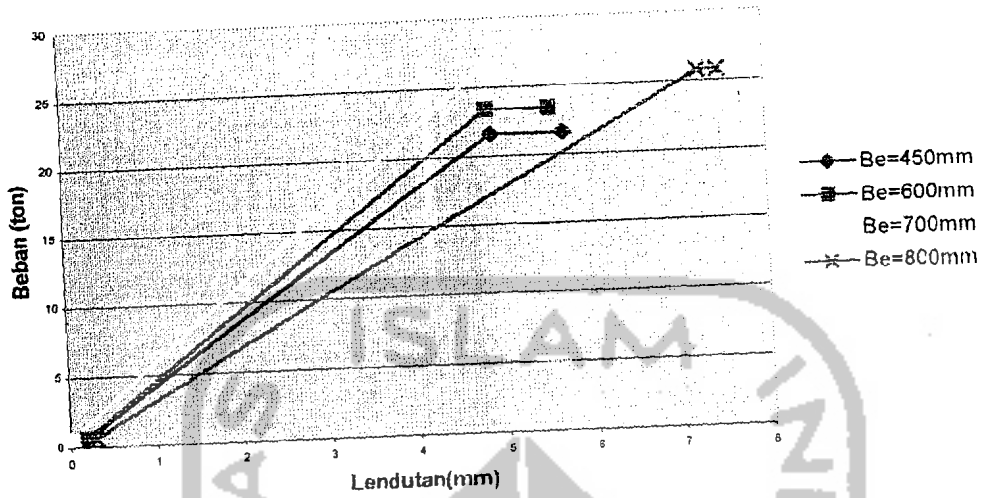
Diameter (mm)	Kuat leleh (Mpa)	Kuat tarik (Mpa)
12	330.5993113	490.5327
8	306.6485753	404.3419
6	260.4381976	372.0546

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa baja tulangan yang dipakai termasuk baja sedang dan memenuhi mutu baja yang direncanakan sebesar 240 Mpa.

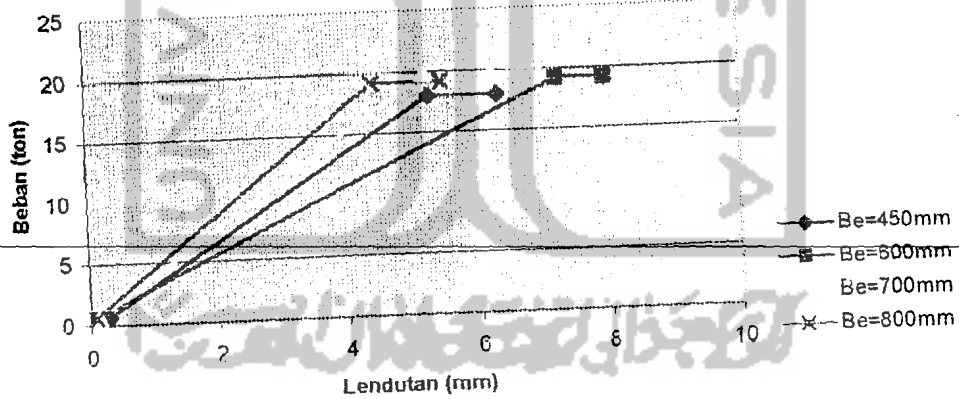
5.3. Uji Lentur Balok

5.3.1. Hubungan beban dengan lendutan

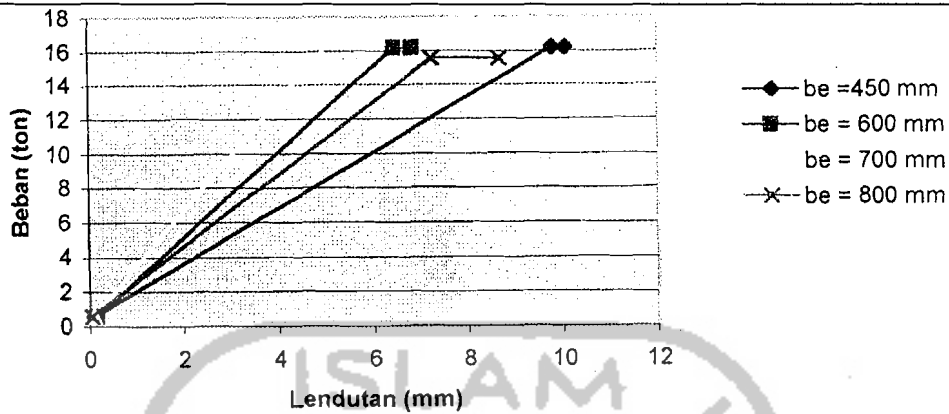
Pelaksanaan uji kuat lentur dilakukan di Laboratorium Mekanika Rekayasa dan Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pada pengujian ini, balok diberikan pembeban pada dua titik. Secara bertahap balok diberi beban dengan kenaikan sebesar 600 kg (0,6 ton), kemudian pada setiap tahap pembebanan lendutan yang terjadi dicatat (data dalam lampiran), hasilnya dapat dilihat pada lampiran 10 dan disajikan dalam grafik hubungan beban –lendutan yang diregresi di bawah ini :



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Beban - Lendutan Balok dengan $L = 1$ m



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Beban - Lendutan Balok dengan $L = 1.25$ m



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Beban – Lendutan balok dengan $L = 1.50$ m

5.3.2. Analisa data hubungan beban dengan lendutan

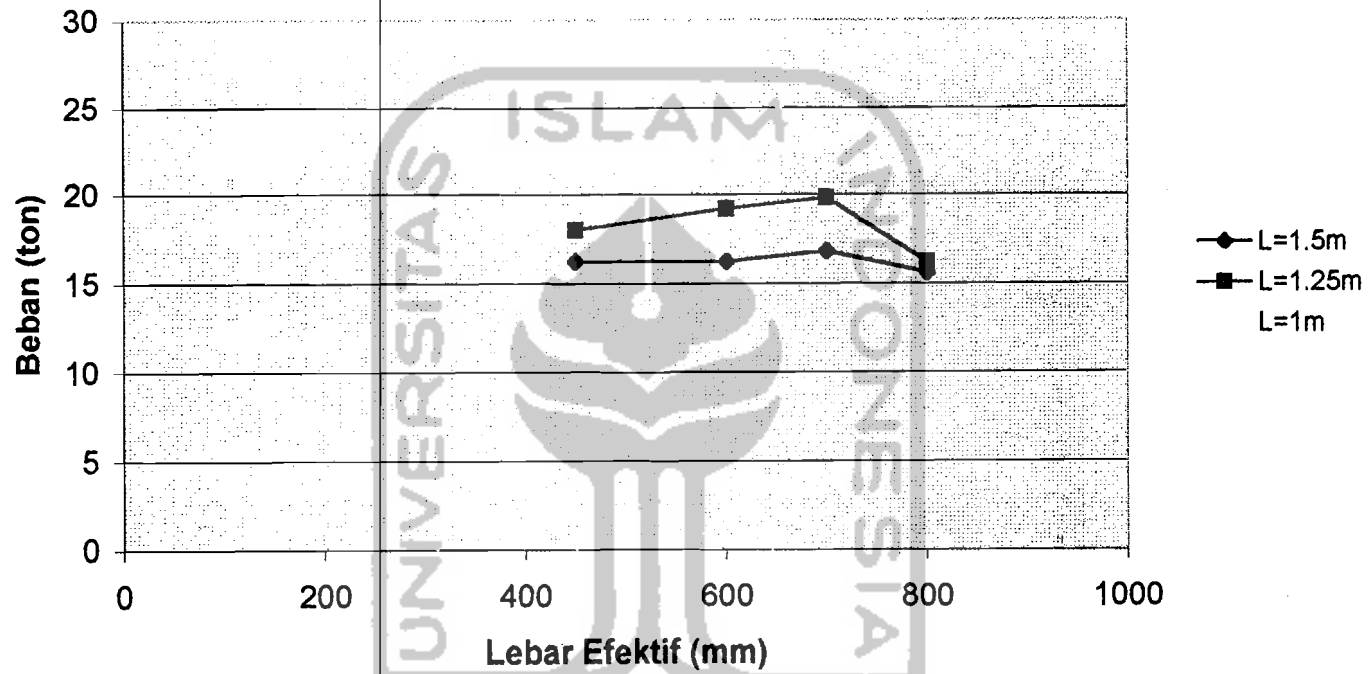
Dari hasil pengamatan grafik hubungan beban dengan lendutan pada Gambar (5.1); (5.2); (5.3) dapat disimpulkan dalam tabel 5.3.

Tabel 5.3. Analisa Data

Balok	Benda uji	P (leleh) (ton)	Lendutan (Δ) (mm)
L = 1,00 m			
IA	- Be = 450 mm	21.600	4.89
IB	- Be = 600 mm	23.400	4.85
IC	- Be = 700 mm	26.400	4.81
ID	- Be = 800 mm	25.800	7.19
L = 1,25 m			
II A	- Be = 450 mm	18.000	5.26
II B	- Be = 600 mm	19.200	7.21
II C	- Be = 700 mm	19.800	5.2
II D	- Be = 800 mm	16.200	4.41
L = 1,50 m			
III A	- Be = 450 mm	16.200	9.77
III B	- Be = 600 mm	16.200	6.43
III C	- Be = 700 mm	16.800	6.10
III D	- Be = 800 mm	15.600	7.23

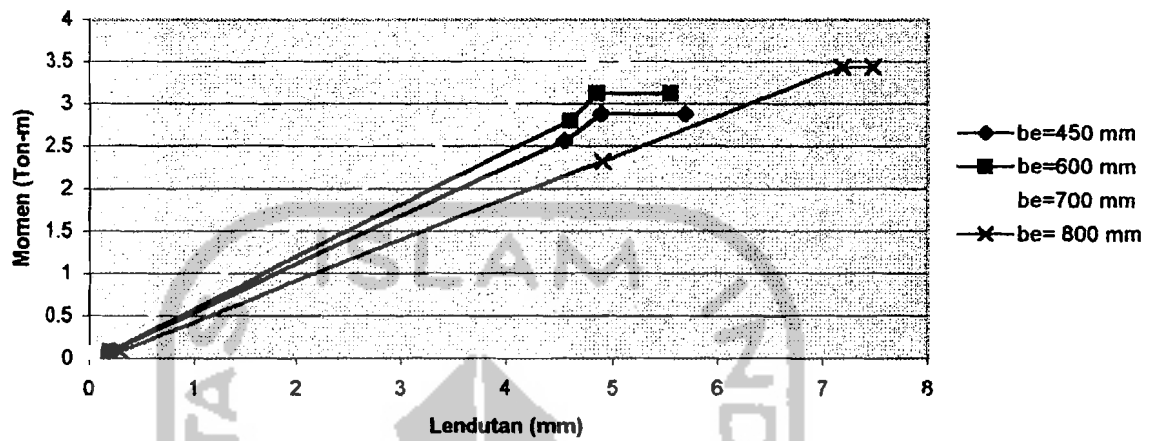
- $L = 1$ m, terjadi kenaikan beban yang dapat ditahan dari $be = 600$ mm hingga $be = 700$ mm sebesar 12,8 %, dan mengalami pada $be = 800$ mm mengalami kenaikan sebesar 10,25 % dari $be = 700$ mm.
- $L = 1.25$ m, terjadi kenaikan beban yang dapat ditahan dari $be = 600$ mm hingga $be = 700$ mm sebesar 3,12 %, dan mengalami penurunan pada $be = 800$ mm sebesar 15,6 % dari $be = 600$ mm.
- $L = 1.5$ m, terjadi kenaikan beban yang dapat ditahan dari $be = 600$ mm hingga $be = 700$ mm sebesar 3,7 %, dan mengalami penurunan pada $be = 800$ mm sebesar 3,7 % dari $be = 600$ mm.

Kenaikan rata – rata sebesar 6,54 % dan mencapai maksimal pada nilai $be = 700$ dari $be = 600$ mm lalu mengalami penurunan rata - rata sebesar 3,02 % pada nilai $be = 800$ mm dari nilai $be = 600$ mm. Dari grafik hubungan beban – lebar efektif flens di bawah ini terlihat bahwa kenaikan dari nilai lebar efektif flens akan diikuti dengan kenaikan beban yang mampu ditahan oleh balok. Kenaikan tersebut akan mencapai maksimum pada nilai $be = 700$ mm. Pada masing – masing variasi panjang bentang terlihat bahwa nilai lendutan balok akan mencapai minimum pada $be = 700$ mm.

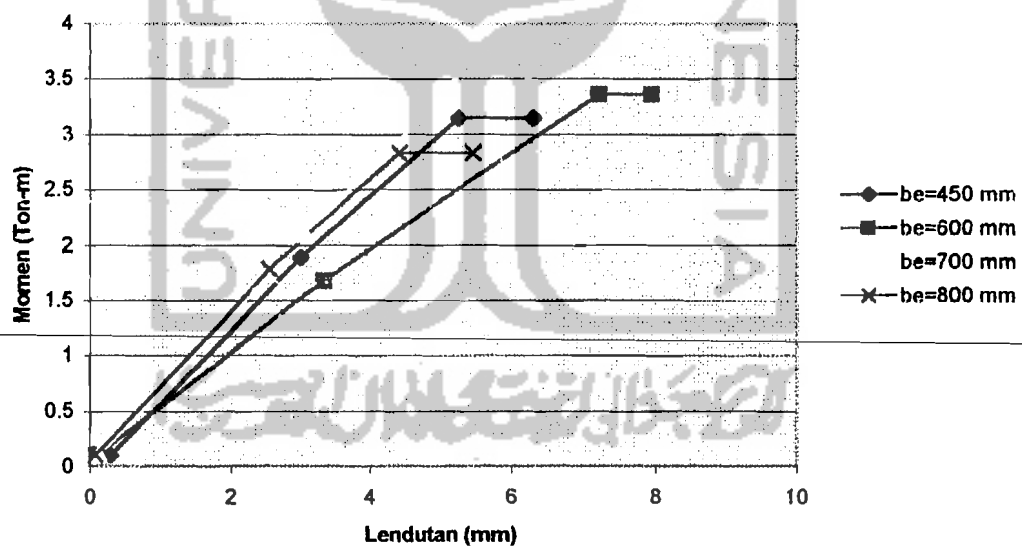


Gambar 5.4 Grafik Hubungan Beban – Lebar Efektif Flens

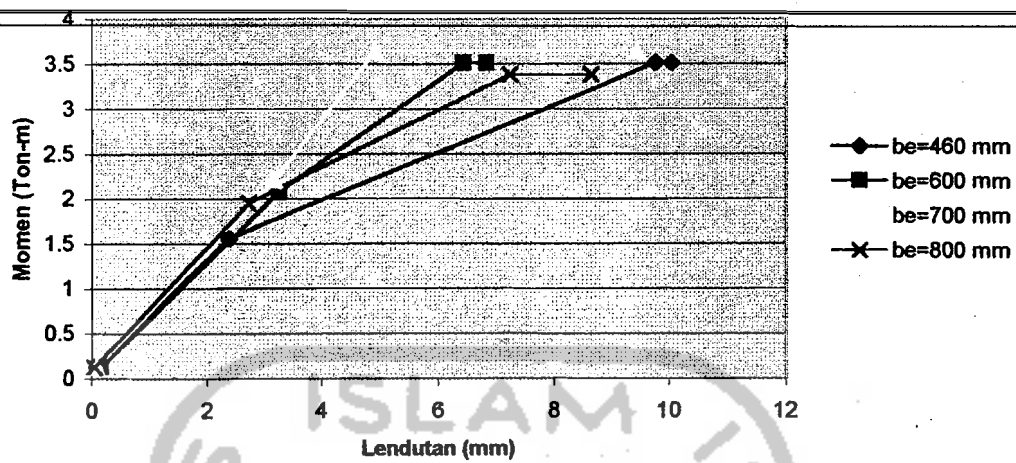
5.3.3. Hubungan momen dengan lendutan



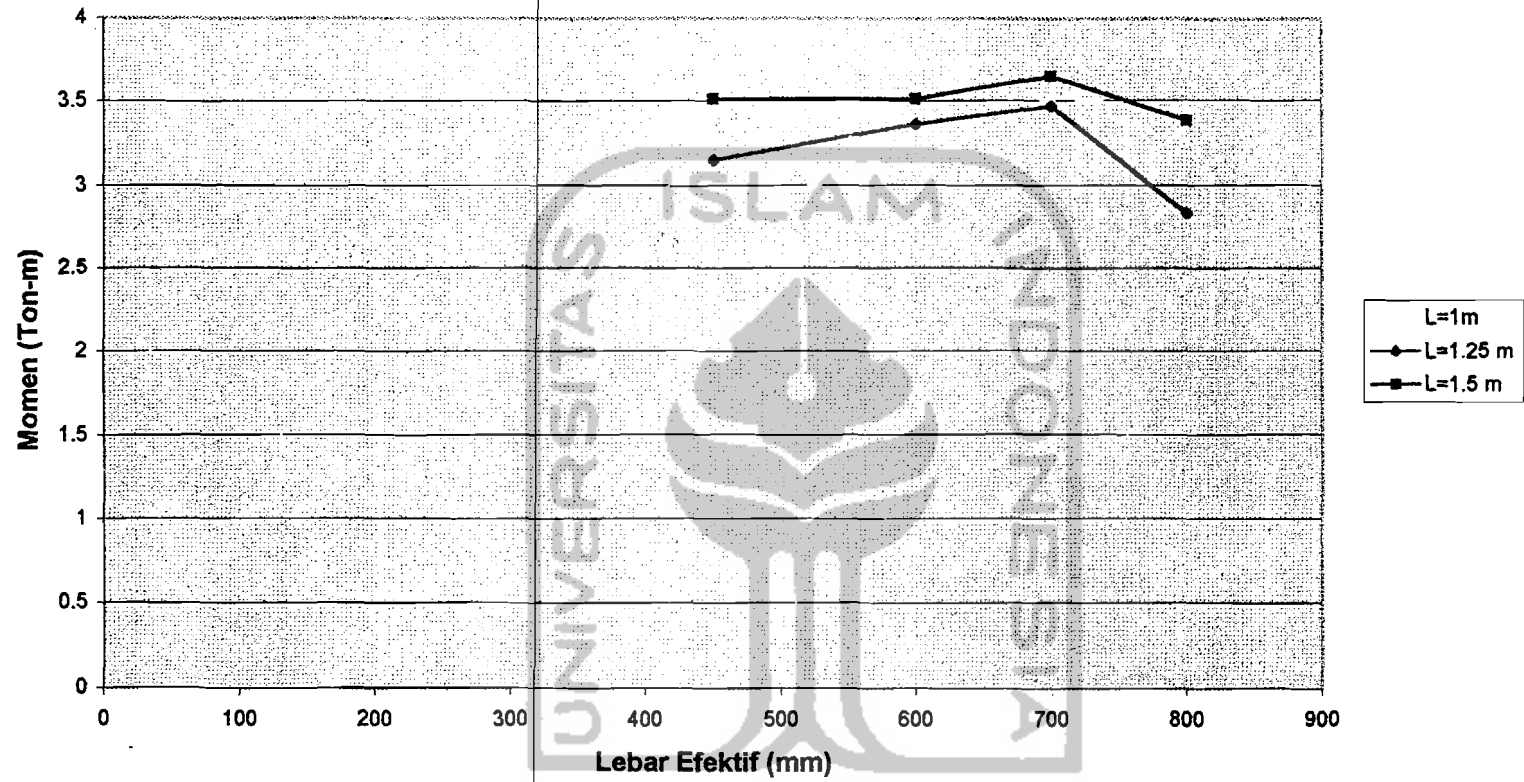
Gambar 5.5 Grafik Hubungan Momen – Lendutan balok dengan $L = 1,00$ m



Gambar 5.6. Grafik Hubungan Momen – Lendutan balok dengan $L = 1,25$ m



Gambar 5.7. Grafik Hubungan Momen – Lendutan balok dengan $L = 1,50$ m



Gambar 5.8. Grafik Hubungan Momen – Lebar Efektif Flens

5.3.4. Analisa hubungan momen – lendutan

Tabel 5.4. Analisa Data

Balok	Panjang Bentang (L)	Benda uji	Momen (ton-m)	Lendutan (Δ) (mm)
IA	1,00 m	- Be = 450 mm	2.88	4.89
IB		- Be = 600 mm	3.12	4.85
IC		- Be = 700 mm	3.52	4.81
ID		- Be = 800 mm	3.44	7.19
II A	1,25 m	- Be = 450 mm	3.15	5.26
II B		- Be = 600 mm	3.36	7.21
II C		- Be = 700 mm	3.465	5.2
II D		- Be = 800 mm	2.835	4.41
III A	1,5 m	- Be = 450 mm	3.51	9.77
III B		- Be = 600 mm	3.51	6.43
III C		- Be = 700 mm	3.64	6.10
III D		- Be = 800 mm	3.38	7.23

Dari data di atas terlihat bahwa :

- L = 1 m, terjadi kenaikan momen nominal pada balok dari be = 600 mm hingga be 700 mm sebesar 12,8 %, dan pada be = 800 mm mengalami kenaikan sebesar 10,25 % dari be 760 mm.
- L = 1.25 m, terjadi kenaikan momen nominal pada balok dari be = 600 mm hingga be 700 mm sebesar 3,12 %, dan mengalami penurunan pada be = 800 mm sebesar 15,6 % dari be 600 mm.
- L = 1.5 m, terjadi kenaikan momen nominal pada balok dari be = 600 mm hingga be 700mm sebesar 3.7 %, dan mengalami penurunan pada be = 800 mm sebesar 3,7 % dari be 600 mm.

Dari ketiga variasi panjang bentang diatas diperoleh kenaikan momen rata – rata sebesar 6,54 % dan mencapai maksimal pada nilai be = 700 dari be = 600 mm lalu mengalami penurunan rata - rata sebesar 3,02 % pada nilai be =

800 mm dari nilai $be = 700$ mm. Pada masing – masing variasi panjang bentang terlihat bahwa nilai lendutan balok akan mencapai minimum pada $be = 700$ mm. Selain itu dilihat dari terjadinya retak pertama balok akibat beban, dicapai pada beban tertinggi pada nilai $be = 700$ mm.

5.4. Hubungan Momen dengan Tinggi Blok Tegangan

Keseimbangan gaya internal $C = T$

$$M_n = A_s \cdot f_y (d - a/2)$$

Tabel 5.5. Hubungan Momen dengan Blok Tegangan Teoritis

Balok	Panjang bentang (L) m	Lebar efektif (be) mm	Momen (ton – m)	Blok tegangan (a) mm	Keterangan
I A	1.00	450	3.766	16.36688	Balok T Persegi
I B		600	3.797	12.27516	Balok T Persegi
I C		700	3.810	10.52157	Balok T Persegi
I D		800	3.820	9.206372	Balok T Persegi
II A	1.25	450	3.766	16.36688	Balok T Persegi
II B		600	3.797	12.27516	Balok T Persegi
II C		700	3.810	10.52157	Balok T Persegi
II D		800	3.820	9.206372	Balok T Persegi
III A	1.50	450	3.766	16.36688	Balok T Persegi
III B		600	3.797	12.27516	Balok T Persegi
III C		700	3.810	10.52157	Balok T Persegi
III D		800	3.820	9.206372	Balok T Persegi

Tabel 5.6. Hubungan Momen dengan Blok Tegangan Laboratorium

Balok	Panjang bentang (L) m	Lebar efektif (be) mm	Momen $M=1/6 PL$ (ton - m)	Blok tegangan (a) mm	Keterangan
I A	1.00	450	2.88	134.86	Balok T Murni
I B		600	3.12	102.77	Balok T Murni
I C		700	3.52	49.283	Balok T Persegi
I D		800	3.44	59.981	Balok T Persegi
II A	1.25	450	3.15	98.763	Balok T Murni
II B		600	3.36	70.680	Balok T Persegi
II C		700	3.465	56.639	Balok T Persegi
II D		800	2.835	140.886	Balok T Murni
III A	1.50	450	3.51	50.6211	Balok T Persegi
III B		600	3.51	50.6211	Balok T Persegi
III C		700	3.64	33.2367	Balok T Persegi
III D		800	3.38	68.005	Balok T Persegi

Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa pada balok :

- Hitungan momen pada tabel 5.5 terdapat pada lampiran 9
- Hitungan momen pada tabel 5.6 terdapat pada lampiran 10
- $L = 1\text{ m}$, kenaikan nilai lebar efektif flens diikuti penurunan dari tinggi blok tegangan yang terletak di badan balok (balok T murni), hingga minimum pada nilai $be = 700\text{ mm}$ yang terletak dalam flens (balok T persegi) dan mengalami kenaikan lagi pada $be = 800\text{ mm}$
- $L = 1.25\text{ m}$, kenaikan nilai lebar efektif flens diikuti penurunan dari tinggi blok tegangan yang terletak di badan balok (balok T murni), hingga minimum pada nilai $be = 700\text{ mm}$ yang terletak dalam flens (balok T persegi) dan mengalami kenaikan lagi pada $be = 800\text{ mm}$
- $L = 1.5\text{ m}$, kenaikan nilai lebar efektif flens diikuti kenaikan dari tinggi blok tegangan, maksimum pada $be = 700\text{ mm}$ yang terletak dalam flens (balok T persegi), dan mengalami kenaikan lagi pada $be = 800\text{ mm}$.