

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja dan Kuat Geser Las

Pelaksanaan pengujian kuat tarik baja dan kuat geser las dilakukan di Laboratorium Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dari pengujian didapatkan hasil pada Tabel (5.1) sebagai berikut :

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja dan Kuat Geser Las

No.	Jenis Pengujian	F_y (Mpa)
1.	Kuat tarik pelat profil	229,25
2.	Kuat tarik pelat perkuatan	315,56
3.	Kuat tarik baja tulangan	481,88
4.	Kuat geser las	345,94

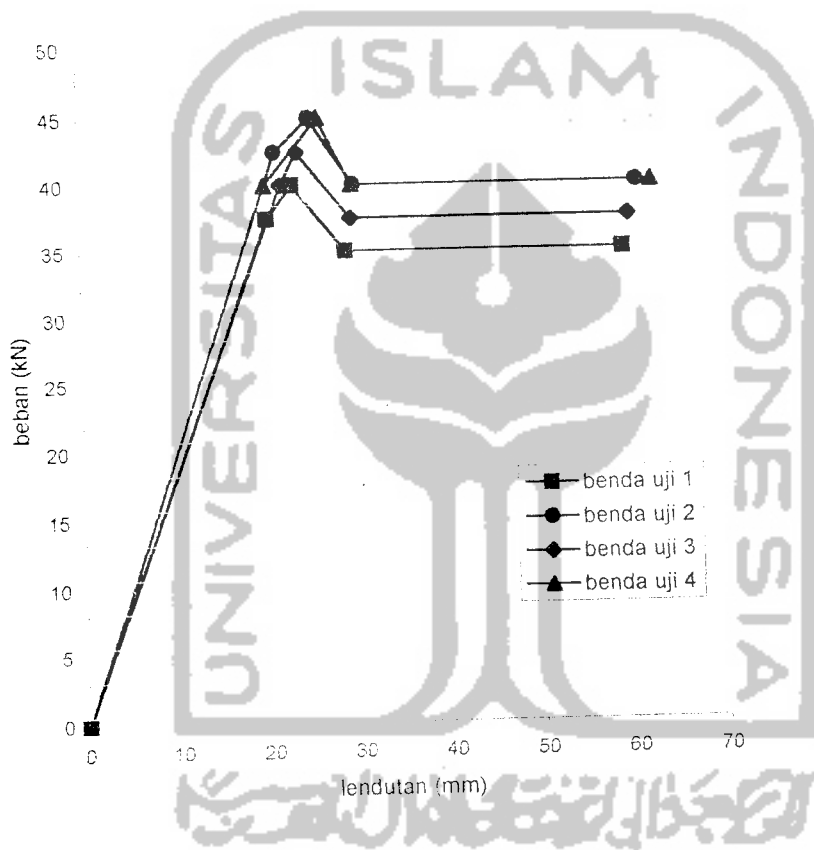
5.2. Hasil Pengujian Kuat Lentur Baja Balok Badan Terbuka

Pelaksanaan pengujian kuat lentur baja dilakukan di Laboratorium Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dari hasil pengujian didapat grafik hubungan beban-lendutan dan momen-kelengkungan.

5.2.1. Hubungan Beban-Lendutan Hasil Pengujian

Pada pengujian kuat lentur ini, benda uji balok badan terbuka diberikan dua beban yang terletak setiap sepertiga bagian panjang. Secara bertahap balok badan

terbuka tersebut diberi kenaikan beban sebesar 250 kg (2,5 kN), kemudian pada setiap tahap pembebanan, lendutan yang terjadi dicatat. Data hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran. Dari data hasil pengujian pada keempat sampel balok badan terbuka dapat dibuat grafik hubungan beban-lendutan seperti pada Gambar (5.1).



Gambar 5.1. Grafik hubungan beban-lendutan dari keempat benda uji



5.2.2. Analisa Data Hubungan Beban-Lendutan

Dari data hasil pengamatan grafik hubungan beban-lendutan pada Gambar (5.1), dapat disimpulkan tentang kekakuan balok badan terbuka pada beban ultimit dalam Tabel (5.2).

Tabel 5.2. Analisa kekakuan dari hubungan beban-lendutan

Benda uji	Beban (P) kN	Lendutan (Δ) mm	Kekakuan (P/ Δ) kN/m	Kekakuan Rata-rata kN/m	Kekakuan Rata-rata (%)
Benda Uji 1 (Tanpa Perkuatan)	40,0	23,09	1732,352	1742,438	97,23
Benda Uji 3 (Tanpa Perkuatan)	42,5	24,24	1752,523		
Benda Uji 2 (Dengan Perkuatan)	45,0	25,09	1793,543	1792,116	100
Benda Uji 4 (Dengan Perkuatan)	45,0	25,13	1790,688		

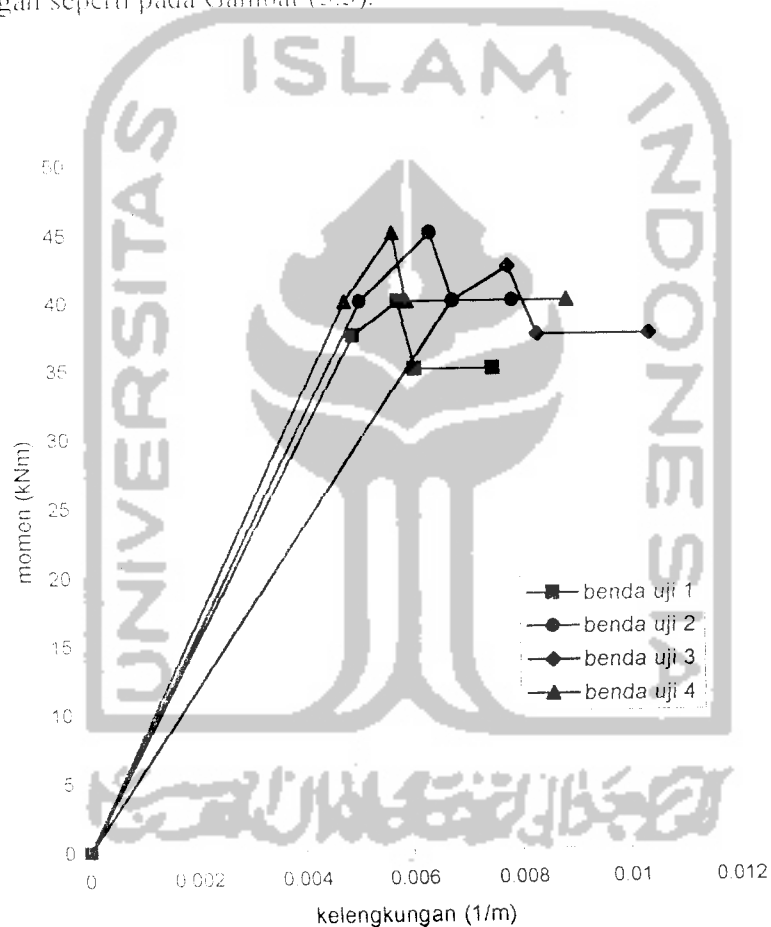
Dari data dalam Tabel (5.2) dapat diamati dan diteliti pengaruh pelat perkuatan pada kekuatan lentur balok badan terbuka dan lendutan yang terjadi pada benda uji. Selain itu, dari Gambar (5.1) dapat dicari daktilitas lendutan yang disajikan dalam Tabel (5.3).

Tabel 5.3. Analisa daktilitas lendutan dari hubungan beban-lendutan

Benda uji	Beban (P) kN	Lendutan (Δ_y) mm	Lend. maks. (Δ_u) mm	Daktilitas (Δ_u/Δ_y)	Daktilitas Rata-rata	Daktilitas Rata-rata (%)
Benda Uji 1 (Tanpa Perkuatan)	40,0	20,30	23,09	1,137	1,124	96,07
Benda Uji 3 (Tanpa Perkuatan)	42,5	21,83	24,25	1,110		
Benda Uji 2 (Dengan Perkuatan)	45,0	21,23	25,09	1,182	1,170	100
Benda Uji 4 (Dengan Perkuatan)	45,0	21,72	25,13	1,157		

5.2.3. Hubungan Momen Kelengkungan Hasil Pengujian

Dari data hasil penelitian diperoleh grafik hubungan beban-lendutan ($P-\Delta$) sehingga dapat dicari momen (M) dan kelengkungan (ϕ). Hubungan grafik $M-\phi$ dapat digunakan untuk mencari nilai kekakuan. Dari data hasil pengujian pada keempat sampel balok badan terbuka dapat dibuat grafik hubungan momen-kelengkungan seperti pada Gambar (5.3).



Gambar 5.2. Gambar hubungan momen–kelengkungan dari keempat benda uji

5.2.4. Analisa Data Hubungan Momen-Kelengkungan

Dari hasil pengamatan Grafik hubungan momen-kelengkungan pada Gambar (5.2) dapat dicari kekakuan balok badan terbuka, seperti pada Tabel (5.4).

Tabel 5.4. Analisa kekakuan dari hubungan momen-kelengkungan

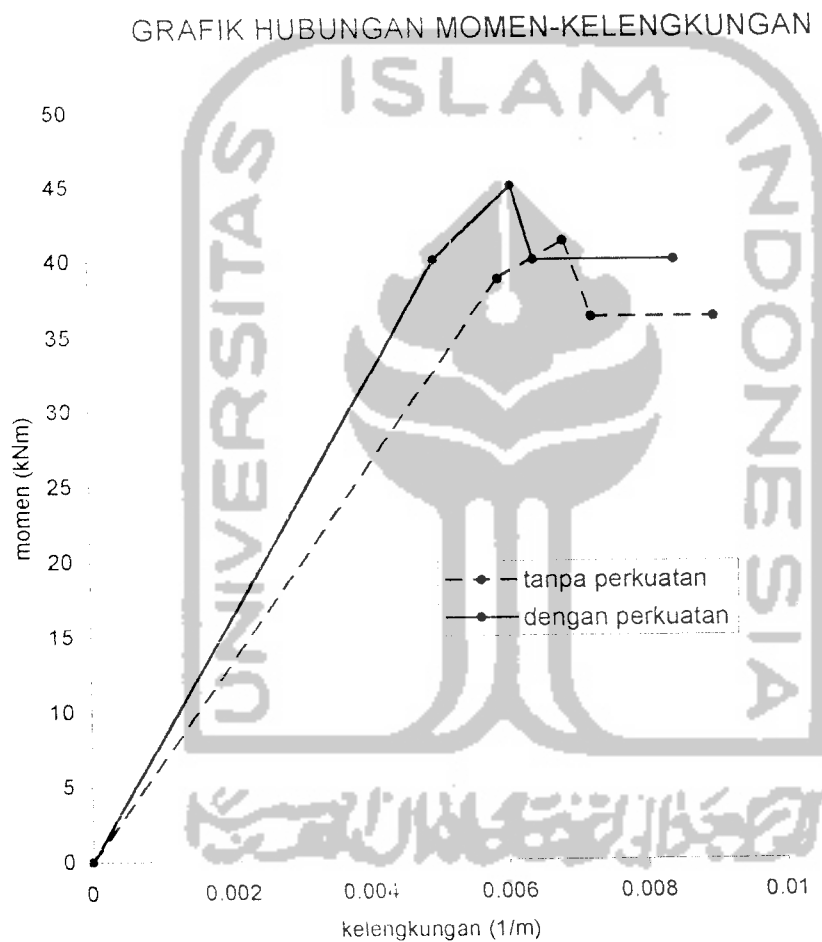
Benda uji	Momen (M) kNm	Kelengkungan (ϕ) 1/m	EI = M/ ϕ kNm ²	EI Rata-rata	EI Rata-rata (%)
Benda Uji 1 (Tanpa Perkuatan)	40,0	0,00582	6872,852	6002,851	80,97
Benda Uji 3 (Tanpa Perkuatan)	42,5	0,00828	5132,850		
Benda Uji 2 (Dengan Perkuatan)	45,0	0,00644	6987,577	7413,649	100
Benda Uji 4 (Dengan Perkuatan)	45,0	0,00574	7839,721		

Dari Gambar (5.2) juga dapat dicari daktilitas kelengkungan balok badan terbuka seperti dalam Tabel (5.5).

Tabel 5.5. Analisa daktilitas kelengkungan dari hubungan momen-kelengkungan

Benda uji	M kNm	ϕ_y 1/m	ϕ_u 1/m	Daktilitas ϕ_u / ϕ_y	Daktilitas rata-rata	Daktilitas rata-rata (%)
Benda Uji 1 (Tanpa Perkuatan)	40,0	0,00498	0,00582	1,169	1,160	94,31
Benda Uji 3 (Tanpa Perkuatan)	42,5	0,00682	0,00785	1,151		
Benda Uji 2 (Dengan Perkuatan)	45,0	0,00511	0,00644	1,260	1,230	100
Benda Uji 4 (Dengan Perkuatan)	45,0	0,00482	0,00574	1,191		

Berdasarkan hasil analisa dari keempat benda uji balok badan terbuka, grafik hubungan momen-kelengkungan dapat dikelompokkan lagi menjadi dua variasi benda uji yaitu balok badan terbuka tanpa perkuatan dan dengan perkuatan seperti ditunjukkan pada Gambar (5.4).



Gambar 5.4. Grafik hubungan momen-kelengkungan dari kedua variasi benda uji.

5.3. Analisa Kerusakan pada Benda Uji

Kerusakan yang terjadi pada balok badan terbuka tanpa perkuatan dalam penelitian ini terjadi pada bagian badan balok yang menerima gaya geser maksimal (batang vertikal pada ujung balok) dan momen maksimal (batang tepi atas dekat dengan titik pembebanan), seperti terlihat pada foto dalam lampiran Gambar (V.3). Kerusakan pada batang vertikal pada ujung bentang berupa tekuk tersebut menunjukkan bahwa batang tersebut tidak mampu menahan gaya geser. Kerusakan pada batang tepi atas berupa tekuk lokal pada profil C, disebabkan profil C memiliki rasio lebar terhadap tebal b/t (pada sayap) dan h/t (pada badan) yang besar.

Letak kerusakan yang terjadi pada balok badan terbuka dengan perkuatan dalam penelitian ini berbeda dengan balok badan terbuka tanpa perkuatan. Kerusakan tersebut terletak di tengah-tengah antara pelat perkuatan pada tengah dan pada tepi balok, seperti ditunjukkan pada foto lampiran Gambar (V.4). Kerusakan yang terjadi berupa tekuk lokal pada batang atas (profil C), pola kerusakan yang terjadi ini menunjukkan bahwa penambahan pelat perkuatan mampu menahan gaya geser maksimal pada ujung balok dan momen maksimal yang tidak dapat ditahan oleh balok badan terbuka tanpa perkuatan.

5.4. Pembahasan

5.4.1. Kuat Lentur Balok Berdasar Hubungan Beban-Lendutan

Dengan mengamati grafik hubungan beban-lendutan keempat benda uji Gambar (5.1), dapat dilihat bahwa keempat benda uji memiliki perilaku kuat lentur yang hampir sama. Mulai dari titik pangkal koordinat sampai pada titik

leleh, kurva masih tampak linier, setelah itu kurva tampak lebih condong sampai titik ultimit. Kemudian terjadi penurunan beban sampai titik tertentu, setelah itu kurva tampak datar dengan beban tetap sedangkan lendutannya mengalami peningkatan.

Balok badan terbuka dengan perkuatan (benda uji 2 dan 4) mempunyai kuat lentur yang lebih baik sebesar 8,33 % dibandingkan dengan balok badan terbuka tanpa perkuatan (benda uji 1 dan 3). Hal ini ditunjukkan dari grafik hubungan beban-lendutan dimana balok badan terbuka dengan perkuatan mampu menahan beban maksimum (P_{maks}) rata-rata sebesar 45 kN, sedangkan balok badan terbuka tanpa perkuatan mampu menahan beban maksimum (P_{maks}) rata-rata sebesar 41,25 kN.

Dari data tabel hubungan beban-lendutan dapat dipakai juga untuk mencari kekakuan (P/Δ). Pada pengujian ini nilai kekakuan keempat sampel berbeda-beda yang kemudian dirata-rata untuk dua variasi yaitu balok badan terbuka dengan perkuatan dan tanpa perkuatan Tabel (5.2), dan dapat diketahui penurunan nilai kekakuan dari balok tersebut.

Untuk balok variasi 1 yaitu balok badan terbuka tanpa perkuatan, rata-rata beban maksimumnya adalah 41,25 kN dan mempunyai nilai kekakuan rata-rata sebesar 1742,438 kN/m. Sedangkan untuk balok variasi 2 yaitu balok badan terbuka dengan perkuatan rata-rata beban maksimumnya adalah 45 kN dan nilai kekakuan rata-ratanya adalah 1792,116 kN/m. Dengan balok variasi kedua sebagai pembandingnya, maka dapat dilihat bahwa balok badan terbuka tanpa

perkuatan mengalami penurunan beban maksimum sebesar 8,33 % dan nilai kekakuan mengalami penurunan sebesar 2,77 %.

5.4.2. Daktalitas Simpangan ditinjau dari Hubungan Beban-Lendutan

Berdasarkan pengamatan dari grafik hubungan beban-lendutan yang kemudian dianalisa seperti ditampilkan pada Tabel (5.3), dapat dilihat daktalitas rata-rata balok dengan dua variasi (balok badan terbuka tanpa perkuatan dan dengan perkuatan) kemudian daktalitas rata-rata balok badan terbuka tersebut dapat dibandingkan.

Pada balok variasi 1 yaitu balok badan terbuka tanpa perkuatan, untuk dua sampel didapatkan daktalitas rata-rata sebesar 1,124. Dan untuk balok variasi 2 (balok badan terbuka dengan perkuatan) didapat daktalitas rata-rata sebesar 1,170. Dengan balok variasi 2 (balok badan terbuka dengan perkuatan) sebagai pembandingnya terlihat bahwa balok badan terbuka tanpa perkuatan mengalami penurunan daktalitas sebesar 3,93 %. Dari Tabel (5.3) terlihat bahwa daktalitas simpangan yang terjadi pada balok badan terbuka dengan perkuatan dan tanpa perkuatan masih relatif kecil (tidak daktil) hal ini disebabkan tekuk lokal yang terjadi pada profil C balok badan terbuka.

5.4.3. Kuat Lentur Balok ditinjau dari hubungan Momen-Kelengkungan

Dengan mengamati grafik hubungan momen-kelengkungan keempat benda uji Gambar (5.2), dapat dilihat bahwa keempat benda uji memiliki perilaku kuat lentur yang hampir sama. Mulai dari titik pangkal koordinat sampai pada titik leleh kurva masih tampak linier, setelah itu kurva tampak lebih condong sampai titik ultimit. Kemudian terjadi penurunan momen sampai titik tertentu, setelah itu

kurva tampak datar dengan momen tetap sedangkan kelengkungannya mengalami peningkatan.

Balok badan terbuka dengan perkuatan (benda uji 2 dan 4) mempunyai kuat lentur lebih besar dibandingkan balok badan terbuka tanpa perkuatan (benda uji 1 dan 3). Hal ini ditunjukkan dari grafik hubungan momen-kelengkungan dimana balok badan terbuka dengan perkuatan mampu menahan momen maksimum rata-rata (M_{maks}) sebesar 45 kNm, sedangkan balok badan terbuka tanpa perkuatan mampu menahan momen maksimum rata-rata (M_{maks}) sebesar 41,25 kNm.

Dari data tabel hubungan momen-kelengkungan dapat dipakai juga untuk mencari kekakuan, sehingga diperoleh kekakuan pada balok badan terbuka tanpa perkuatan dan balok badan terbuka dengan perkuatan, seperti ditunjukkan dalam Tabel (5.4), kemudian dengan mengambil balok variasi 2 (balok badan terbuka dengan perkuatan) sebagai pembandingnya maka dapat diketahui prosentase penurunan kekakuan balok variasi 1.

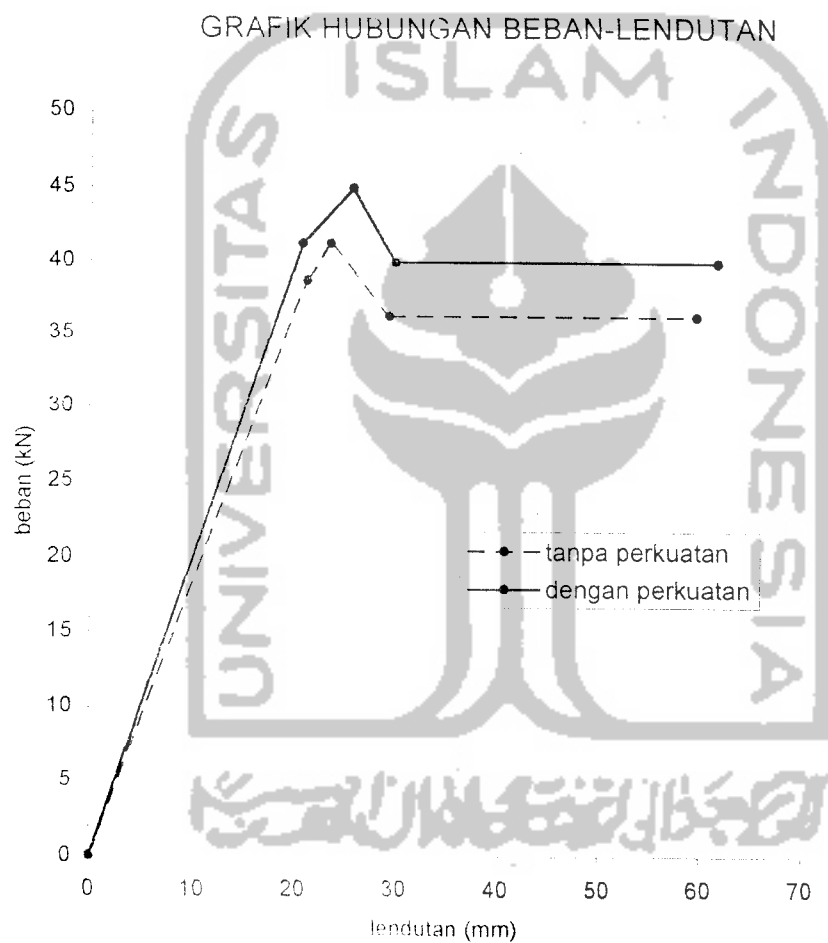
Pada balok variasi 1 (balok badan terbuka tanpa perkuatan) mempunyai faktor kekakuan rata-rata sebesar $6002,851 \text{ kNm}^2$ pada beban maksimum rata-rata yang menimbulkan momen maksimum rata-rata sebesar 41,25 kNm. Sedangkan untuk balok variasi 2 (balok badan terbuka dengan perkuatan) kekakuan rata-ratanya adalah $7413,649 \text{ kNm}^2$ pada beban maksimum rata-rata yang menimbulkan momen maksimum rata-rata sebesar 45 kNm. Dapat dilihat bahwa balok badan terbuka tanpa perkuatan mengalami penurunan faktor kekakuan sebesar 19.03 % dibandingkan balok badan terbuka dengan perkuatan.

5.4.4. Daktalitas Kelengkungan ditinjau dari Hubungan Momen-Kelengkungan

Berdasarkan pengamatan pada grafik hubungan momen-kelengkungan yang kemudian di analisa seperti ditampilkan pada Tabel (5.5), dapat dilihat daktalitas rata-rata balok dengan 2 variasi (balok badan terbuka dengan perkuatan dan tanpa perkuatan) dan kemudian daktalitas kedua variasi tersebut dapat dibandingkan.

Untuk balok variasi 1 (balok badan terbuka tanpa perkuatan), dari dua sampel didapatkan nilai daktalitas rata-rata sebesar 1,160. Dan untuk balok variasi 2 (balok badan terbuka dengan perkuatan) untuk dua sampel didapatkan nilai daktalitas rata-rata sebesar 1,230. Dengan mengambil balok variasi 2 sebagai pembandingnya, balok badan terbuka tanpa perkuatan mengalami penurunan daktalitas rata-rata sebesar 5,69 %. Dari tabel (5.5) terlihat bahwa daktalitas kurvatur yang terjadi pada balok badan terbuka dengan perkuatan dan tanpa perkuatan masih relatif kecil (tidak daktil) hal ini disebabkan tekuk lokal terjadi pada profil C balok badan terbuka.

Berdasarkan hasil analisa dari keempat benda uji balok badan terbuka, grafik hubungan beban-lendutan dapat dikelompokkan lagi menjadi dua variasi benda uji yaitu balok badan terbuka tanpa perkuatan dan dengan perkuatan seperti ditunjukkan pada Gambar (5.2).



Gambar 5.2. Grafik hubungan beban-lendutan dari kedua variasi benda uji.