

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian

5.1.1 Kuat Tarik Baja

Hasil pengujian tarik disajikan dalam bentuk tabel 5.1 sebagai berikut ini.

Tabel 5.1 Tegangan dan regangan plat badan.

Beban(P) (kg)	ΔL (1×10^{-3} cm)	$\sigma(P/A)$ kg/cm ²	$\epsilon (\Delta L/L_0)$ 1×10^{-3}
100	7	255,4913	1,3452
200	17	510,9862	3,2692
300	20	766,4793	3,8461
400	22,5	1021,9724	4,3269
500	24	1277,4655	4,6154
600	25	1532,9586	4,8077
700	26	1788,4517	5,0000
800	27	2043,9448	5,1923
900	29	2294,4379	5,5769
1000	30	2554,9310	5,7692
1100	31	2810,4241	5,9615
1200	31	3065,9172	5,9615
1300	33	3321,4103	6,3461
1400	34	3576,9034	6,5385
1500	34	3832,3965	6,5385
1600	34,5	4087,8896	6,6346
1700	34,5	4343,3828	6,6346
1800	37	4598,8758	7,1154
1900	50	4854,3689	9,6153
2200	103	5620,8482	19,8076
2570	550	6566,1727	105,7692
2690	570	6872,7644	109,6154
2750	590	7026,0060	113,4615
2680	610	6847,2151	117,3077

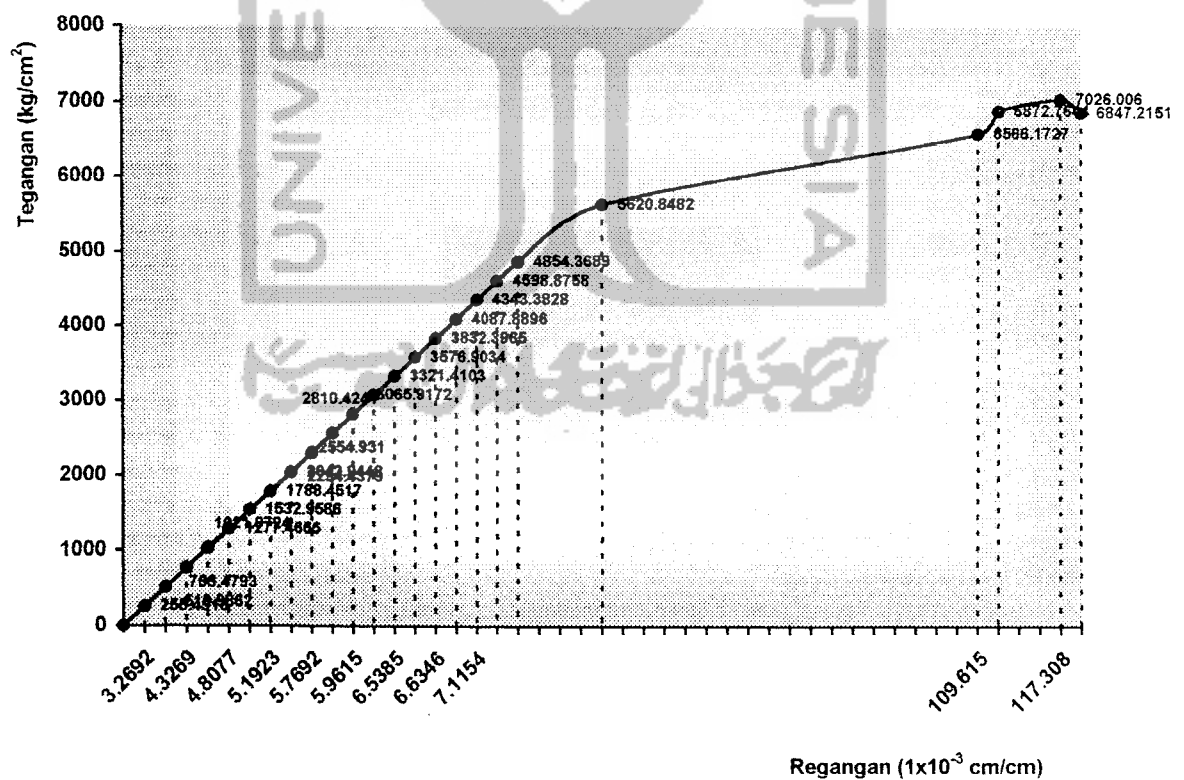
σ_{maks} = tegangan maksimum yang dicapai pada pembebanan 2750 kg adalah 7026,0060 kg/cm²,

σ_y = tegangan leleh yang terjadi pada pembebanan 2200 kg adalah 5620,8482 kg/cm²,

σ_p = batas sebanding antara tegangan dan regangan pada beban 1900 kg adalah 4854,3689 kg/cm²,

σ_e = batas leleh baja pada beban 2570 kg adalah 6566,1722 kg/cm².

Kurva tegangan dan regangan yang terjadi disajikan dalam bentuk grafik 5.1 di bawah ini.



Grafik 5.1 Kurva tegangan dan regangan

Data sampel yang dipakai :

L_o = panjang bagian yang dipotong = 52 mm,

t_w = tebal sampel = 3,8 mm,

h_w = lebar bagian sampel yang di potong = 10,3 mm,

h = lebar sampel yang tidak dipotong/dikurangi panjangnya = 30 mm,

A = luas bagian yang dipotong,
 $= h_w \cdot t_w = 3,8 \times 10,3 = 3,914 \text{ mm}^2$.

5.1.2 Kuat Lentur dan Geser

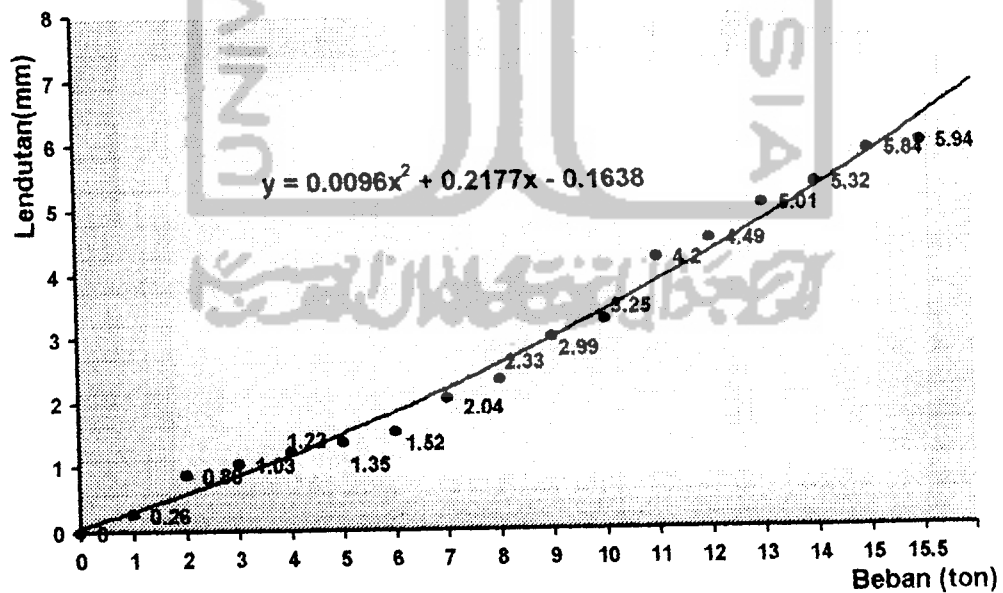
Hasil pengujian di laboratorium disajikan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara beban dan lendutan yang terjadi sebagai berikut ini.

1. Sampel utuh

Balok utuh adalah baja profil asli yang tidak dibuat menjadi balok *castella*. Data hasil pengujian di laboratorium dapat dilihat pada tabel 5.2. Pada posisi pembacaan beban sebesar 15,5 ton, beban tidak dapat bertambah lagi, bahkan pada pembacaan jarum beban menunjukkan jarum cenderung turun kembali dari angka 15,5 ton. Kurva yang dihasilkan oleh pertambahan beban dan kenaikan lendutan ditampilkan pada grafik 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengujian kapasitas lentur dan geser untuk sampel utuh

Beban (Ton)	Lendutan (mm)	Tekuk (<i>buckling</i>) (mm)
1	0,26	- 0,11
2	0,86	- 0,19
3	1,03	- 0,19
4	1,22	- 0,19
5	1,35	- 0,19
6	1,52	- 0,20
7	2,04	- 0,21
8	2,33	- 0,21
9	2,99	- 0,23
10	3,25	- 0,24
11	4,20	- 0,32
12	4,49	- 0,41
13	5,01	- 0,49
14	5,32	-0,56
15	5,84	-0,66
15,5	5,94	-0,70



Grafik 5.2 Kurva regresi sampel utuh

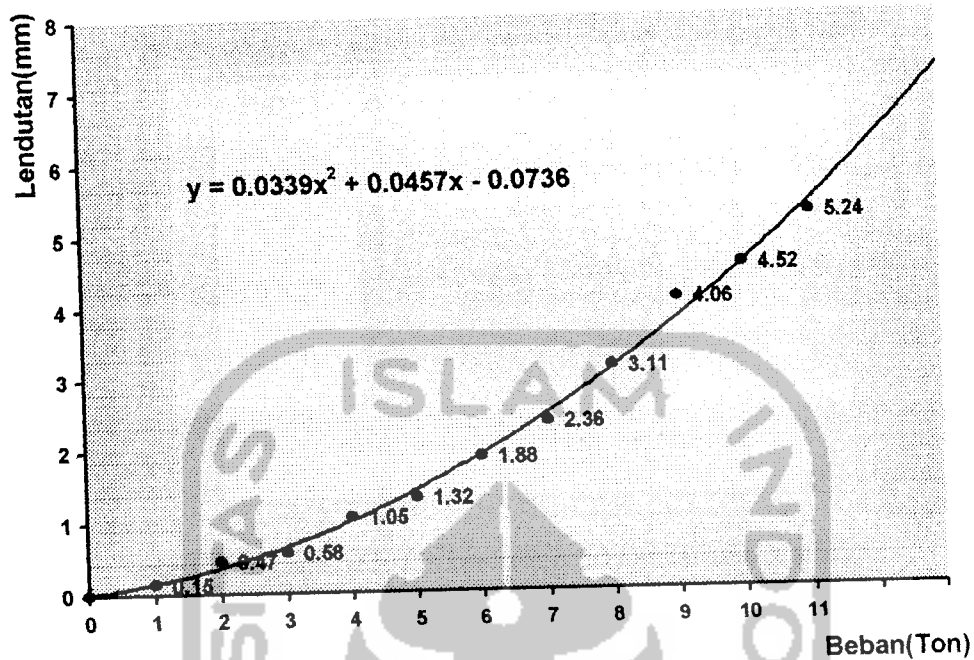
2. Sampel *castella* 1 ($d_T=35$ mm)

Balok *castella* model lubang segi enam adalah *modifikasi* dari balok baja profil utuh, dengan lubang pada badan berbentuk segi enam. Pada balok *castella* terjadi kenaikan tinggi badan, dari d_h menjadi d_g . Hasil pengujian balok *castella* model lubang segi enam dengan $d_T = 35$ mm adalah sebagai berikut ini.

Tabel 5.3 Hasil pengujian kapasitas lentur dan geser untuk sampel *castella* 1

Beban (Ton)	Lendutan (mm)	Tekuk (<i>buckling</i>) (mm)
1	0,15	0,16
2	0,47	0,52
3	0,58	0,61
4	1,05	1,12
5	1,32	1,57
6	1,88	1,84
7	2,36	2,45
8	3,11	3,02
9	3,06	3,98
10	3,54	4,59
11	3,87	5,36

Pada posisi pembacaan beban sebesar 11 ton, beban tidak dapat bertambah lagi, bahkan jarum beban cenderung turun kembali dari angka 11 ton. Grafik beban terhadap lendutan untuk balok *castella* model lubang segi enam dengan tebal d_T sebesar 3,5 mm.



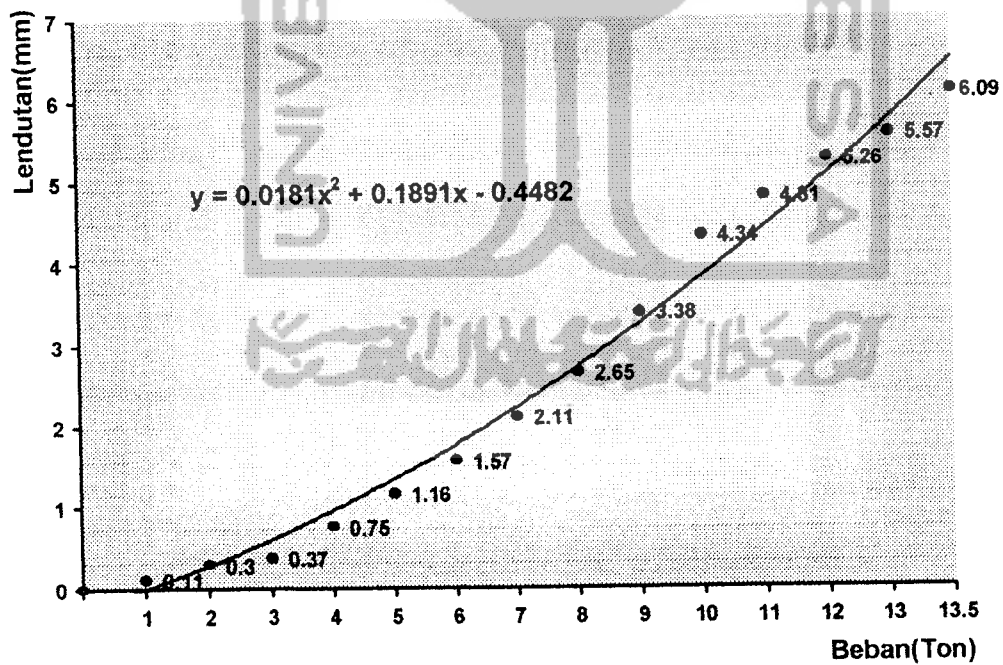
Grafik 5.3 Kurva regresi sampel *castella* 1

3. Sampel *castella* 2 ($d_T=40$ mm)

Hasil pengujian balok *castella* model lubang segi enam dan tebal d_T sebesar 40 mm dapat dilihat pada tabel 5.4. Pada posisi pembacaan beban sebesar 13,5 ton, beban tidak dapat bertambah lagi, bahkan jarum beban cenderung turun kembali dari angka 13,5 ton. Grafik beban terhadap lendutan untuk balok *castella* model lubang segi enam dengan tebal d_T sebesar 40 mm dapat dilihat pada grafik 5.4.

Tabel 5.4 Hasil pengujian kapasitas lentur dan geser untuk sampel *castella* 2

Beban (Ton)	Lendutan (mm)	Tekuk (<i>buckling</i>) (mm)
1	0,11	0,18
2	0,30	0,40
3	0,37	0,49
4	0,75	0,60
5	1,16	0,69
6	1,57	0,73
7	2,11	0,78
8	2,65	0,84
9	3,38	2,80
10	3,71	2,80
11	3,96	3,11
12	4,05	3,24
13	4,24	3,77
13,5	4,77	3,82



Grafik 5.4 Kurva regresi sampel *castella* 2

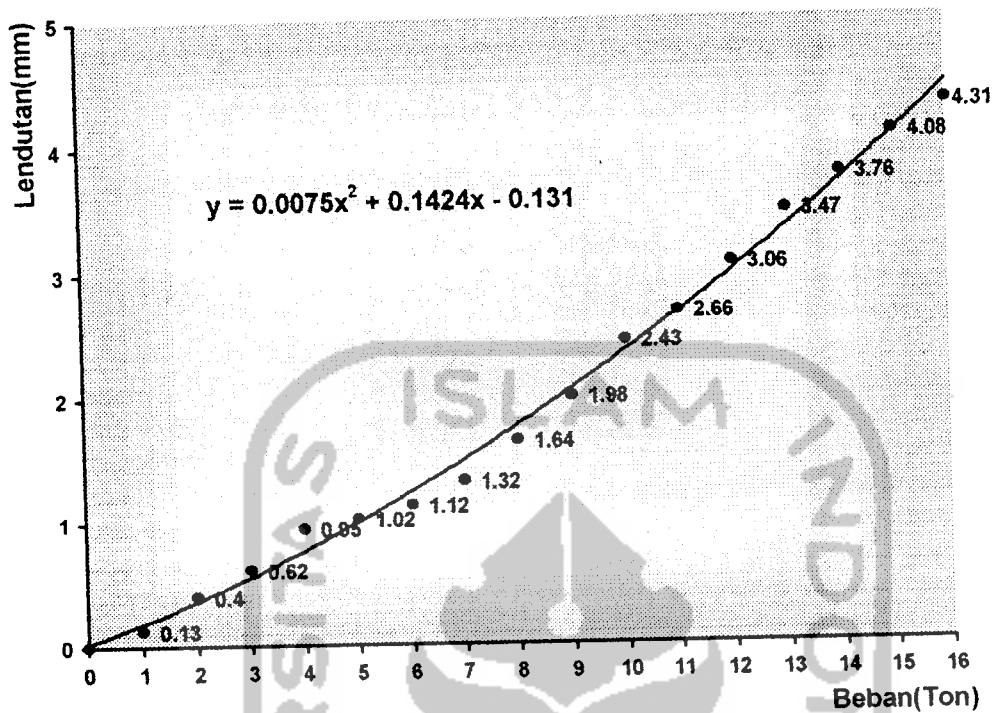
4. Sampel *castella* 3 ($d_T=50$ mm)

Hasil pengujian balok *castella* model lubang segi enam dan tebal d_T sebesar 50 mm ditampilkan pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil pengujian kapasitas lentur dan geser untuk sampel *castella* 3

Beban (Ton)	Lendutan (mm)	Tekuk (<i>buckling</i>) (mm)
1	0,13	0,25
2	0,40	0,49
3	0,62	0,53
4	0,95	0,68
5	1,02	0,85
6	1,12	0,99
7	1,32	1,13
8	1,64	1,23
9	1,98	1,33
10	2,43	1,43
11	2,66	1,68
12	3,06	1,94
13	3,47	2,28
14	3,76	2,69
15	4,08	2,86
16	4,31	2,94

Pada posisi pembacaan beban sebesar 16 ton, beban tidak dapat bertambah lagi, bahkan jarum beban cenderung turun kembali dari angka 16 ton. Kurva hubungan antara beban dan lendutan sampel *castella* 3 dapat dilihat pada grafik 5.5.



Grafik 5.5 Kurva regresi sampel *castella* 3

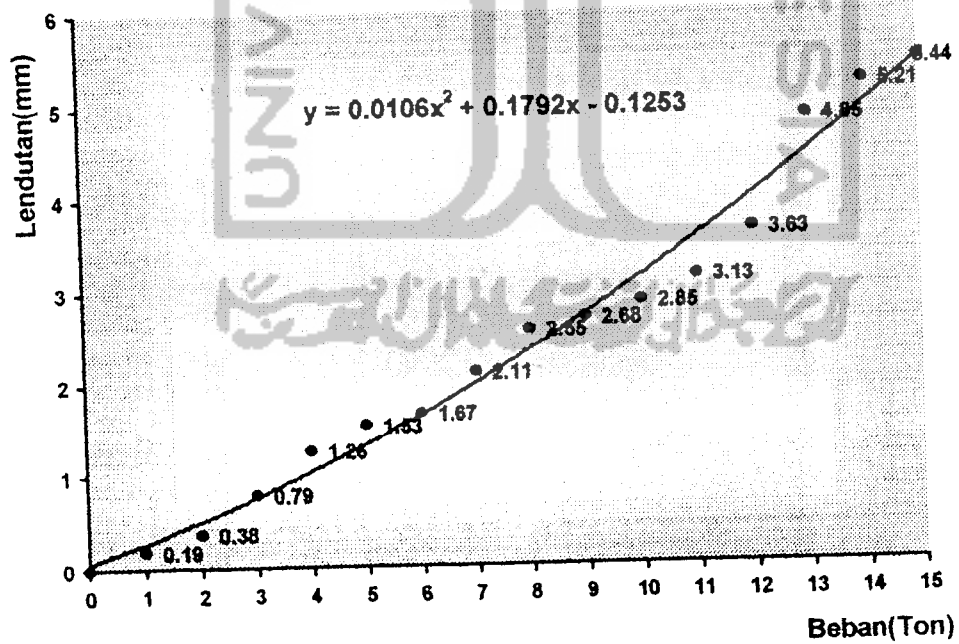
5. Sampel *castella* 4 ($d_T=60$ mm)

Hasil pengujian balok *castella* model lubang segi enam dengan ketebalan d_T sebesar 60 mm ditampilkan dalam tabel 5.6. Pada pembacaan 15 ton, beban tidak dapat bertambah lagi, bahkan jarum beban cenderung menunjukkan turun.

Grafik yang dihasilkan oleh balok *castella* model lubang segi enam dengan tebal d_T sebesar 60 mm terlihat pada grafik 5.6.

Tabel 5.6 Hasil pengujian kapasitas lentur dan geser untuk sampel *castella* 4

Beban (Ton)	Lendutan (mm)	Tekuk (<i>buckling</i>) (mm)
1	0,19	0,15
2	0,38	0,18
3	0,79	0,20
4	1,26	0,23
5	1,53	0,27
6	1,67	0,41
7	2,11	0,56
8	2,55	0,75
9	2,68	0,91
10	2,85	1,35
11	3,13	1,44
12	3,63	1,48
13	4,85	1,51
14	5,21	1,77
15	5,44	1,79



Grafik 5.6 Kurva regresi sampel *castella* 4

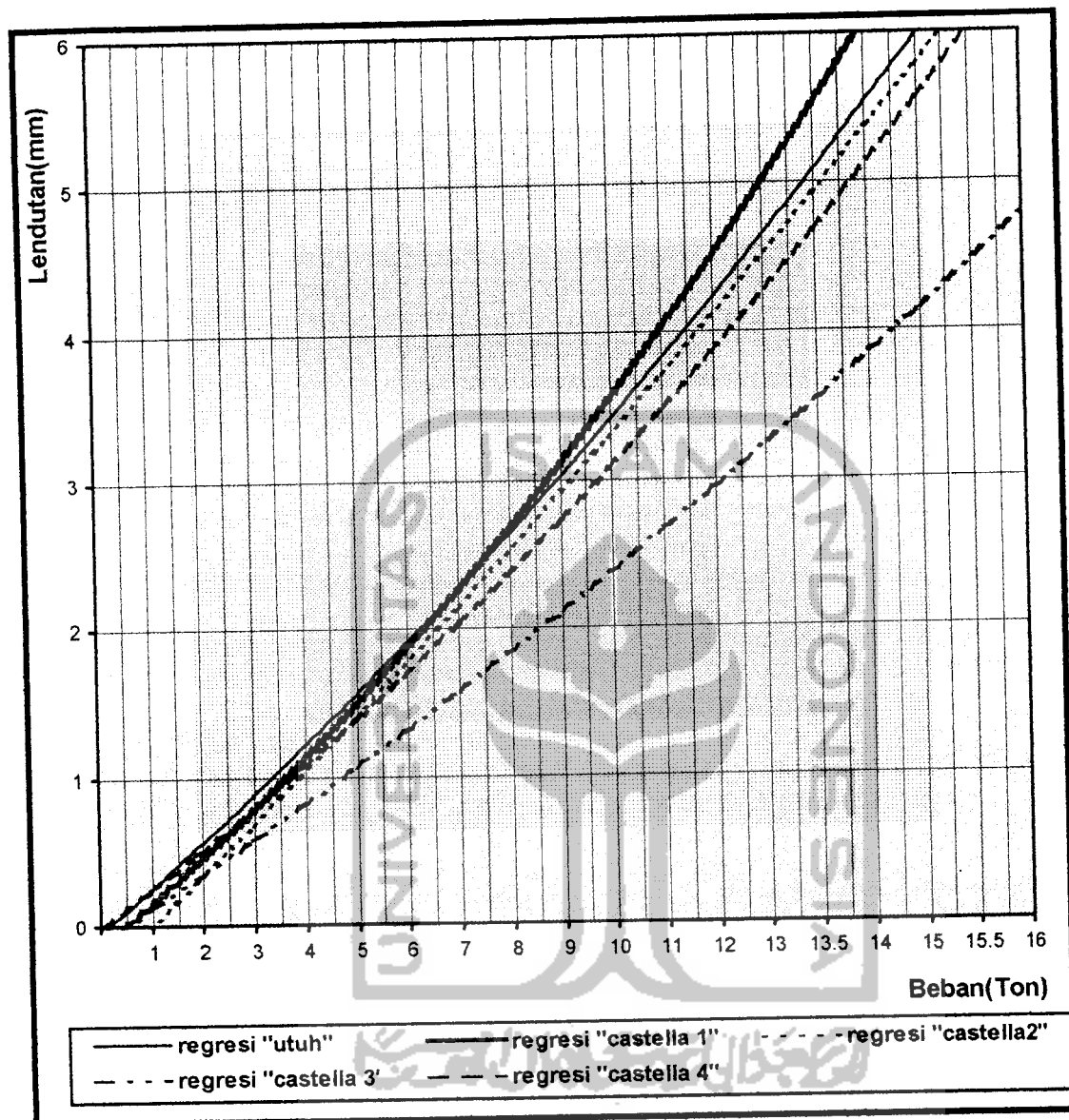
Beban total yang terjadi pada tiap sampel pada pengujian adalah beban yang terbaca pada alat ditambah dengan berat besi rel kereta api + besi silinder 2 buah + *jack load* sebesar 60 kg, dan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.7 Beban hasil eksperimen

Jenis Sampel	Pmaks eksperimen (kg)	Ptotal eksperimen (kg)
Utuh	15500	15560
Castella 1	11000	11060
Castella 2	13500	13560
Castella 3	16000	16060
Castella 4	15000	15060

Kurva-kurva regresi yang dihasilkan dari data pengujian dapat disajikan dalam satu grafik berikut ini.





Grafik 5.7. Kurva regresi perbandingan tiap sampel

Keterangan :

Utuh adalah Balok Baja Utuh

Castella 1 adalah *castella* dengan model lubang segi enam dan $d_T = 35$ mm

Castella 2 adalah *castella* dengan model lubang segi enam dan $d_T = 40$ mm

Castella 3 adalah *castella* dengan model lubang segi enam dan $d_T = 50$ mm

Castella 4 adalah *castella* dengan model lubang segi enam dan $d_T = 60$ mm

5.2 Pembahasan

5.2.1 Kuat Tarik Baja

Pengujian kuat tarik baja di laboratorium menghasilkan nilai tegangan leleh riil sebesar 36,2635 ksi, sedangkan tegangan leleh baja fabrikasi adalah sebesar 36 ksi. Dengan tegangan leleh riil yang lebih besar daripada tegangan leleh fabrikasi berarti bahwa baja profil I 150x75 memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bahan pengujian kuat lentur dan geser.

5.2.2 Kuat Lentur dan Geser

Hasil penelitian kuat lentur dan geser yang meliputi hasil eksperimen dan hasil teoritis disajikan dalam tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Beban hasil eksperimen dan hasil teoritis

Jenis Sampel	Ptotal eksperimen (kg)	Plentur (kg)	Pkombinasi (kg)
Utuh	15560	28897,2342	17430,4949
Castella 1	11060	26921,5180	11161,2770
Castella 2	13560	32138,9503	14276,9764
Castella 3	16060	33742,1351	17731,6132
Castella 4	15060	24642,8704	16632,6608

Hal-hal yang perlu dibahas dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Momen inersia dan modulus penampang profil

Sesuai dengan konsep awal disain profil *castella*, yaitu merubah profil menjadi lebih tinggi, maka semua *castella* mengalami kenaikan tinggi badan, sehingga momen inersia dan modulus penampang profil juga semakin meningkat. *Castella* yang memiliki badan profil paling tinggi adalah pada sampel *castella* 1,

sedangkan perubahan tinggi yang paling sedikit adalah pada sampel *castella* 4. Dengan demikian sampel *castella* 1 memiliki momen inersia dan modulus penampang profil yang paling besar.

Syarat ideal untuk tinggi profil *castella* adalah tidak boleh lebih dari 1,5 kali tinggi profil asli. Apabila profil *castella* terlalu tinggi ($d_g > 1,5d_h$) maka akan mudah terjadi tekuk dengan beban yang relatif masih kecil. Ini terjadi pada sampel *castella* 1 ($d_g=22,2$ cm) yang memiliki tinggi profil lebih dari $1,5d_h$.

Untuk profil yang terlalu tinggi, d_T yang dipakai menjadi terlalu kecil, sehingga mudah terjadi patah pada daerah T yang merupakan daerah kritis dari profil *castella*. Proporsionalitas sampel *castella* 4 sesuai dengan kriteria sebagai profil *castella*, yaitu memiliki tinggi badan tidak lebih dari 1,5 kali profil asli sehingga kapasitas lentur dan geser semakin meningkat.

2. Beban

Beban yang dihasilkan oleh sampel pada pengujian sebagian besar lebih kecil daripada beban yang dihasilkan dari perhitungan analitis (dalam hal ini Pkombinasi). Hal ini akibat kondisi sampel yang kurang sempurna dalam disain, karena keterbatasan alat pada pabrik pembuatan profil *castella*. Kondisi sampel yang kurang menguntungkan ini terutama pada kekurangsimetrisan antara ujung balok yang satu dengan yang lain, terutama pada sampel yang tinggi. Pada waktu eksperimen berlangsung, sebelum balok mencapai kondisi maksimum balok sudah mengalami

rusak terlebih dahulu yang disebut dengan keruntuhan prematur, sehingga tidak dapat mencapai beban seperti pada hasil teoritis.

3. Tekuk (*buckling*)

Sampel *castella* 3 menghasilkan beban terbesar dibandingkan dengan sampel yang lain. Hal ini berkaitan dengan kemampuannya dalam menahan tekuk. Semakin tinggi profil (d_T semakin kecil) ditambah dengan kekurangsimetrisan antara ujung-ujung balok sampel, maka tekuk (*buckling*) yang terjadi semakin besar. Tekuk yang besar dapat mengurangi kekuatan profil. Untuk sampel *castella* yang lebih tinggi daripada *castella* 3 mengalami tekuk yang besar, sehingga tidak kuat menahan beban. Ini dapat dilihat dari data hasil pengujian yang menunjukkan bahwa sampel *castella* 1 ($d_T=35$ mm) adalah sampel yang paling lemah dalam menerima beban.

Pada sampel *castella* 4, beban terhenti pada lendutan yang cukup besar sebelum mencapai beban di atas sampel utuh.

4. Kapasitas lentur dan geser

Kapasitas lentur dan geser suatu profil merupakan kemampuan profil untuk menerima beban yang mengakibatkan terjadi lentur dan geser. Dari tabel 5.8 terlihat bahwa sampel *castella* 3 adalah profil yang mempunyai kekuatan terbesar dalam menerima beban, sehingga dapat dikatakan bahwa profil ini memiliki kapasitas lentur dan geser yang paling besar.

Seperti diketahui bahwa tegangan lentur pada *castella* terdiri dari tegangan lentur utama dan tegangan lentur sekunder. Sampel *castella* 3 mempunyai tegangan

lentur sekunder yang cukup besar dibanding dengan sampel *castella* yang lain, sehingga menghasilkan nilai P (beban) yang paling besar.

Apabila dibandingkan, hasil eksperimen tidak jauh berbeda dengan hasil teoritis dari analisis kombinasi lentur dan geser. Namun, apabila dibandingkan dengan hasil analisis lentur murni, hasil eksperimen jauh lebih kecil. Hal ini disebabkan pengaruh geser yang terjadi pada tiap sampel, sehingga kekuatan balok dibagi untuk menahan lentur dan geser. Oleh karena itu, selain untuk keperluan lentur, beban maksimum yang dihasilkan tiap sampel juga didistribusikan untuk keperluan geser yang tidak kecil.

