

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Uji Kuat Tarik Baja dan Kuat Geser Las

Pengujian kuat tarik baja dan kuat geser las yang dilakukan di Laboraturium BKT Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan alat *Universal Testing Material* (UTM). Pembebanan dilakukan secara bertahap dengan kenaikan sebesar 100 kg (1,0 KN), pada setiap tahap pembebanan di catat sampai baja mengalami putus. Hasil pengujian kuat tarik baja dan kuat geser las dicantumkan pada Tabel 5.1:

Tabel 5.1. Hasil pengujian kuat tarik baja dan kuat tarik las

<i>No.</i>	<i>Jenis pengujian</i>	<i>Sampel I</i>	<i>Sampel II</i>
1	Kuat tarik baja	Tegangan leleh = 328,3 Mpa	Tegangan leleh = 301,0 MPa
2	Kuat geser las	Tegangan geser = 278,1 Mpa	Tegangan geser = 272,8 MPa

5.2. Uji Kuat Lentur Rangka Atap Baja

Pengujian kuat lentur rangka atap baja dilakukan dengan menggunakan alat *Loading Frame* di Laboratorium Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pembebanan diberikan pada puncak berupa beban sentris yang dilakukan secara bertahap dengan kenaikan sebesar 250 kg, pada setiap

tahap pembebanan dicatat lendutan yang terjadi. Dari hasil pengujian ini akan didapat data beban dan lendutan, sehingga dapat dicari momen dan kelengkungan.

5.2.1. Hubungan Beban Lendutan Hasil Pengujian

Pada pengujian kuat lentur rangka atap baja, diperoleh data beban dan lendutan yang diperlihatkan pada Tabel 5.2, 5.3, 5.4, dan 5.5.

a. Rangka atap baja panjang bentang 4m dengan sambungan baut

Tabel 5.2. Hubungan Beban Lendutan Hasil Pengujian bentang 4m sambungan baut

<i>Beban (KN)</i>	<i>Lendutan 1 (mm)</i>	<i>Lendutan 2 (mm)</i>	<i>Lendutan 3 (mm)</i>
00.0	0.00	0.00	0.00
02.5	0.12	0.28	0.32
05.0	0.36	0.72	0.79
07.5	0.69	1.10	1.12
10.0	1.03	1.44	1.43
12.5	1.72	2.22	2.12
15.0	2.01	2.55	2.40
17.5	2.25	2.82	2.63
20.0	2.61	3.22	2.98
22.5	3.24	4.36	3.55
25.0	4.85	6.20	4.46
27.5	5.48	6.92	5.00
30.0	6.08	7.60	5.45
32.5	6.69	8.48	6.00
35.0	7.68	9.69	6.8
37.5	8.65	10.48	7.37
40.0	9.70	11.35	8.02
42.5	10.08	11.68	8.29
45.0	10.90	12.36	8.81
47.5	11.50	12.86	9.17
50.0	13.00	14.28	10.31
40.0	13.34	14.89	10.83
37.5	13.34	16.38	13.50
35.0	18.00	20.00	16.00
35.0	20.00	23.00	18.00

b. Rangka atap baja panjang bentang 4m dengan sambungan las

Tabel 5.3. Hubungan Beban Lendutan Hasil pengujian bentang 4m sambungan las

<i>Beban (KN)</i>	<i>Lendutan 1 (mm)</i>	<i>Lendutan 2 (mm)</i>	<i>Lendutan 3 (mm)</i>
0.0	0.00	0	0
2.5	1.17	1.03	0.73
5.0	1.82	1.67	1.28
7.5	2.55	2.47	1.94
10.0	3.49	3.07	2.52
12.5	4.09	3.32	2.73
15.0	4.52	3.65	3.03
17.5	5.08	4.10	3.40
20.0	5.89	4.72	3.72
22.5	6.23	5.62	4.30
25.0	6.67	5.98	4.38
27.5	7.18	6.40	4.58
30.0	7.68	6.91	4.75
32.5	7.98	7.40	5.05
35.0	8.31	7.68	5.40
37.5	8.86	8.03	5.94
40.0	9.55	8.57	6.67
42.5	9.85	9.35	7.00
45.0	10.26	10.20	7.65
47.5	10.27	11.32	9.80
50.0	10.45	12.38	10.67
37.5	10.65	12.67	11.04
35.0	11.35	14.50	13.50
35.0	16.35	19.00	17.50
35.0	19.80	23.00	20.20

c. Rangka atap baja panjang bentang 3,6 m dengan sambungan Baut

Tabel 5.4. Hubungan Beban Lendutan hasil pengujian bentang 3,6m sambungan baut

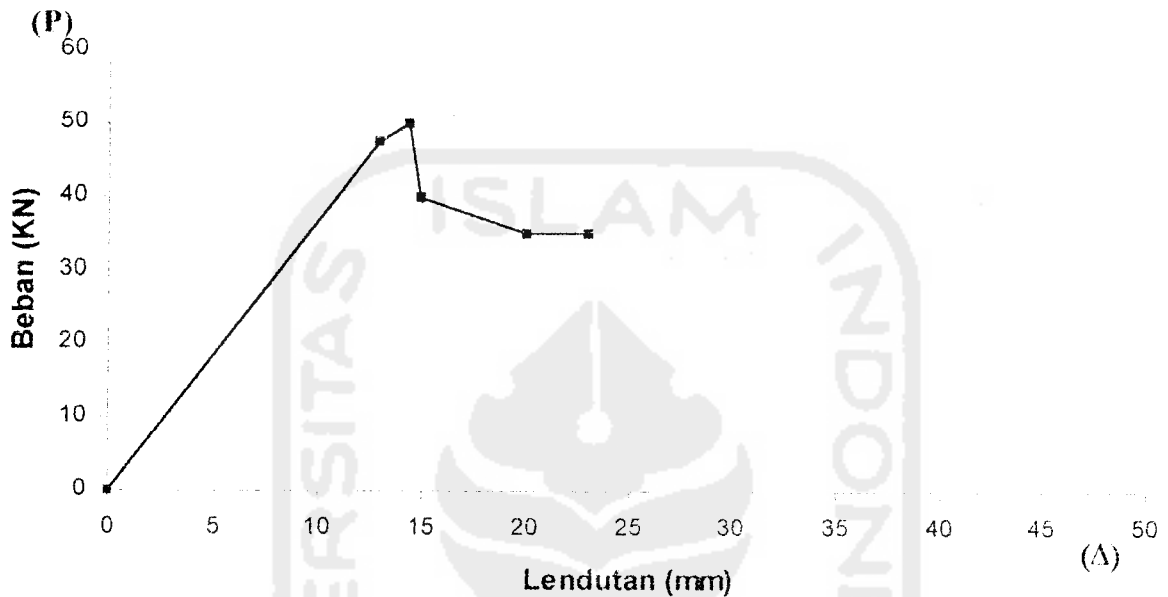
<i>Beban (KN)</i>	<i>Lendutan 1 (mm)</i>	<i>Lendutan 2 (mm)</i>	<i>Lendutan 3 (mm)</i>
0	0.00	0.00	0.00
2.5	0.97	1.03	0.92
5.0	1.60	1.60	1.44
7.5	2.09	2.12	1.88
10.0	2.65	2.65	2.30
12.5	3.48	3.51	3.07
15.0	3.88	3.84	3.34
17.5	4.32	4.33	3.73
20.0	4.74	4.75	4.06
22.5	5.66	5.67	4.80
25.0	6.04	6.06	5.09
27.5	6.46	6.51	5.45
30.0	6.80	6.88	5.75
32.5	7.53	7.71	6.42
35.0	7.99	8.28	6.90
37.5	8.30	8.64	7.20
40.0	8.98	9.42	7.89
42.5	9.82	10.38	8.73
45.0	10.10	10.72	9.02
47.5	10.30	10.98	9.24
50.0	11.02	12.86	10.00
50.0	11.46	13.45	10.52
50.0	11.75	14.98	13.23
27.5	15.75	18.75	16.57
27.5	17.65	21.00	17.85

d. Rangka atap baja panjang bentang 3,6 m dengan sambungan Las

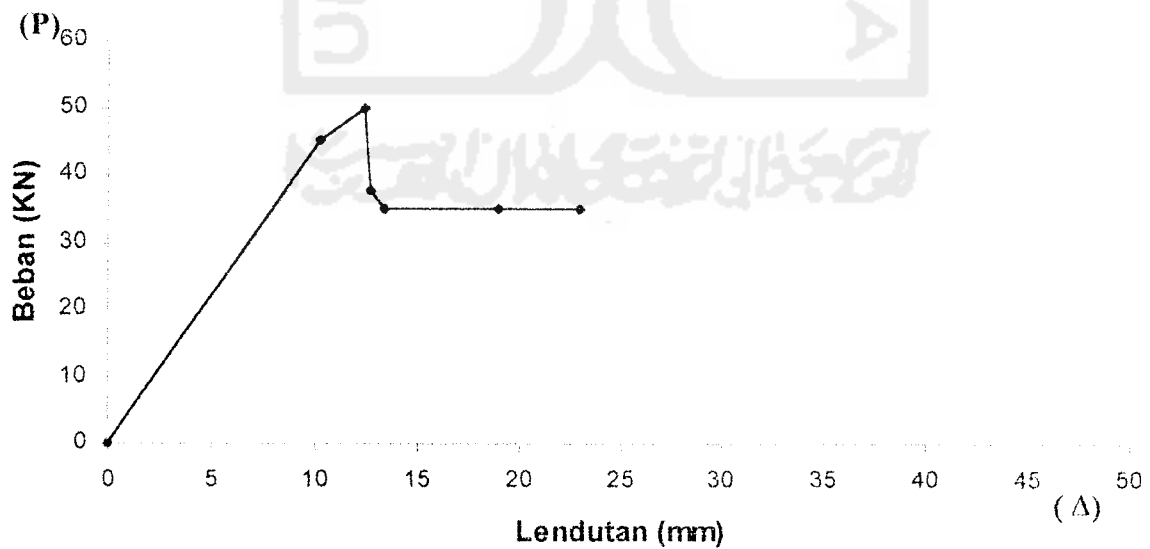
Tabel 5.5. Hubungan Beban Lendutan Hasil pengujian bentang 3,6m sambungan las

<i>Beban (KN)</i>	<i>Lendutan 1 (mm)</i>	<i>Lendutan 2 (mm)</i>	<i>Lendutan 3 (mm)</i>
0.0	0.00	0.00	0.00
2.5	0.65	0.60	0.45
5.0	0.80	0.90	0.90
7.5	1.35	1.25	1.26
10.0	1.45	1.55	1.50
12.5	2.45	2.44	2.60
15.0	2.95	2.88	3.00
17.5	3.32	3.30	3.50
20.0	4.59	4.69	4.56
22.5	4.94	5.13	4.95
25.0	5.30	5.55	5.43
27.5	5.57	5.89	5.75
30.0	6.12	6.58	6.32
32.5	6.53	7.13	6.76
35.0	6.78	7.46	7.03
37.5	6.88	7.60	7.15
40.0	7.11	7.86	7.37
42.5	7.78	8.73	8.05
45.0	8.09	8.97	8.20
47.5	8.20	9.19	8.43
50.0	8.44	10.44	8.46
27.5	8.98	10.85	8.46
27.5	9.10	11.69	8.89
27.5	10.00	13.00	10.45
27.5	15.00	18.00	12.35

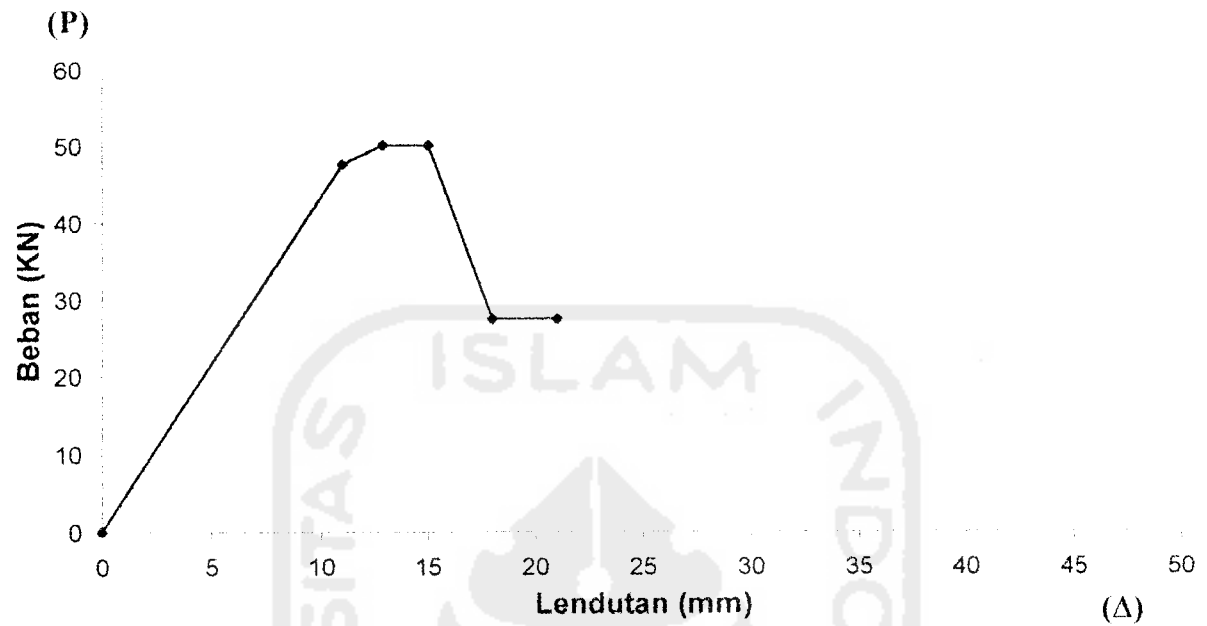
Dari data hubungan beban dan lendutan pada Tabel 5.2, 5.3, 5.4, dan 5.5 disajikan dalam bentuk Grafik hubungan beban lendutan seperti terlihat pada Gambar 5.1, 5.2, 5.3, dan 5.4.



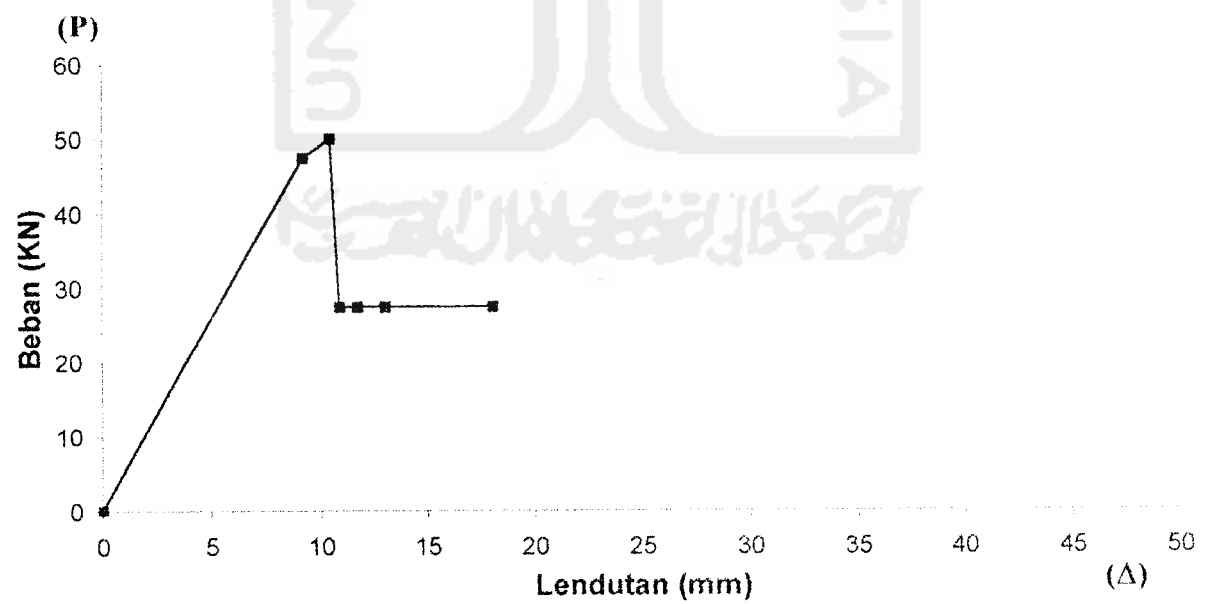
Gambar 5.1. Grafik Hubungan Beban Lendutan Rangka atap baja bentang 4m dengan sambungan baut



Gambar 5.2. Grafik Hubungan Beban Lendutan Rangka atap baja bentang 4m dengan sambungan las

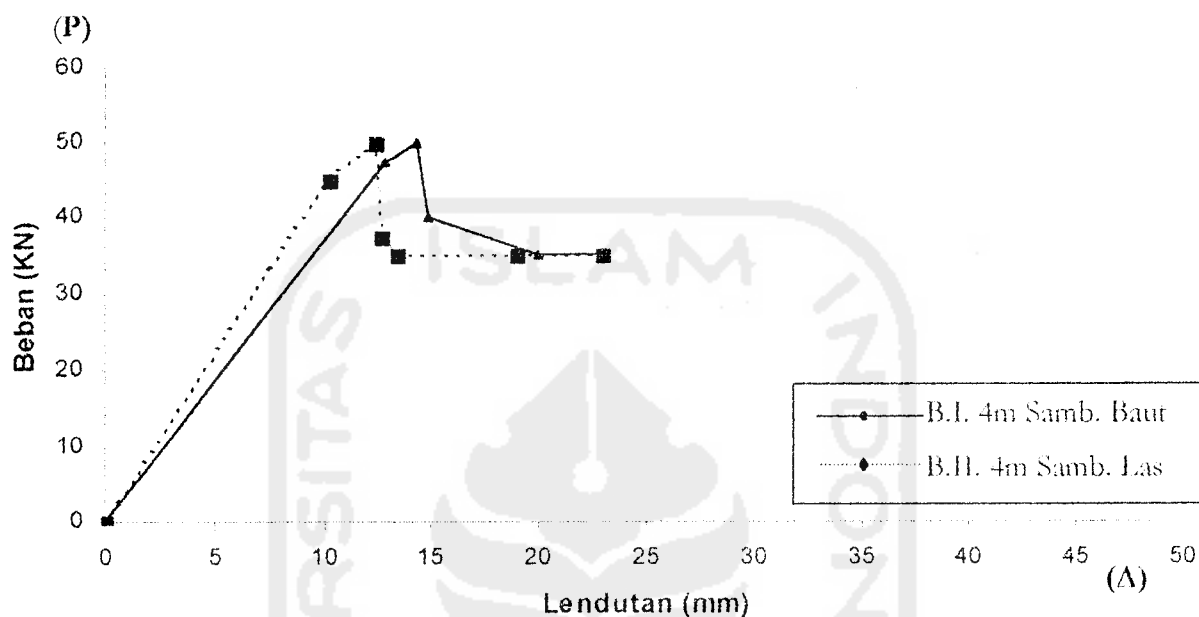


Gambar 5.3. Grafik Hubungan Beban Lendutan Rangka atap baja bentang 3,6m dengan sambungan baut

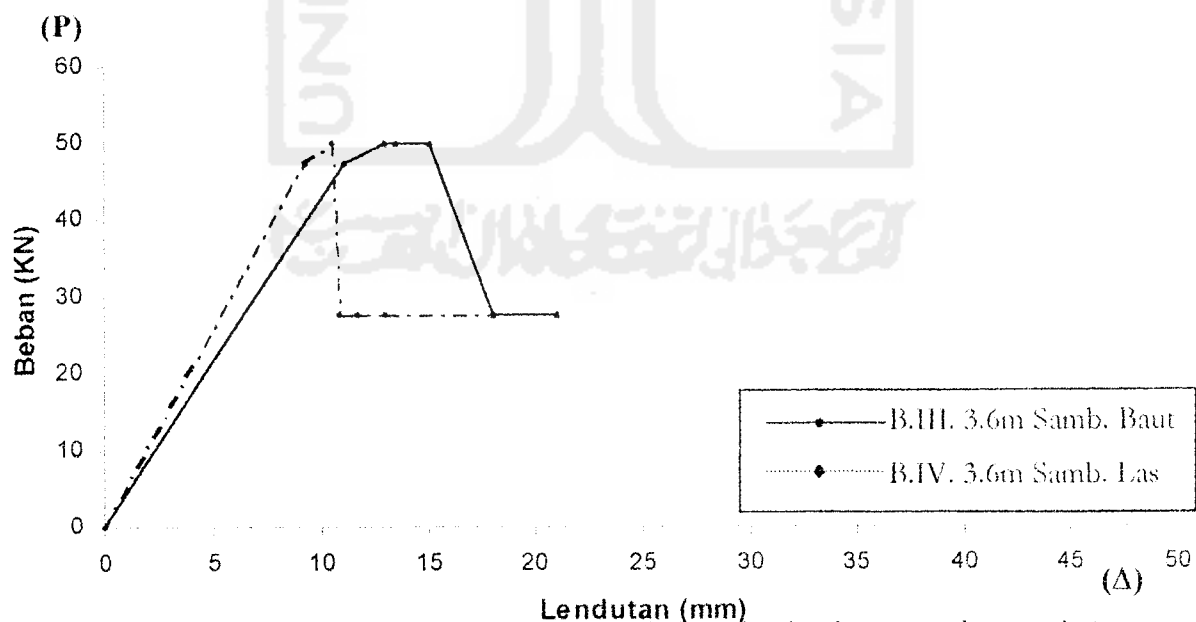


Gambar 5.4 Grafik Hubungan Beban Lendutan Rangka atap baja bentang 3,6m dengan sambungan las

Untuk mengetahui perbedaan kekakuan antara rangka atap baja yang menggunakan sambungan las dan baut, akan diperlihatkan pada Gambar 5.5 dan 5.6.

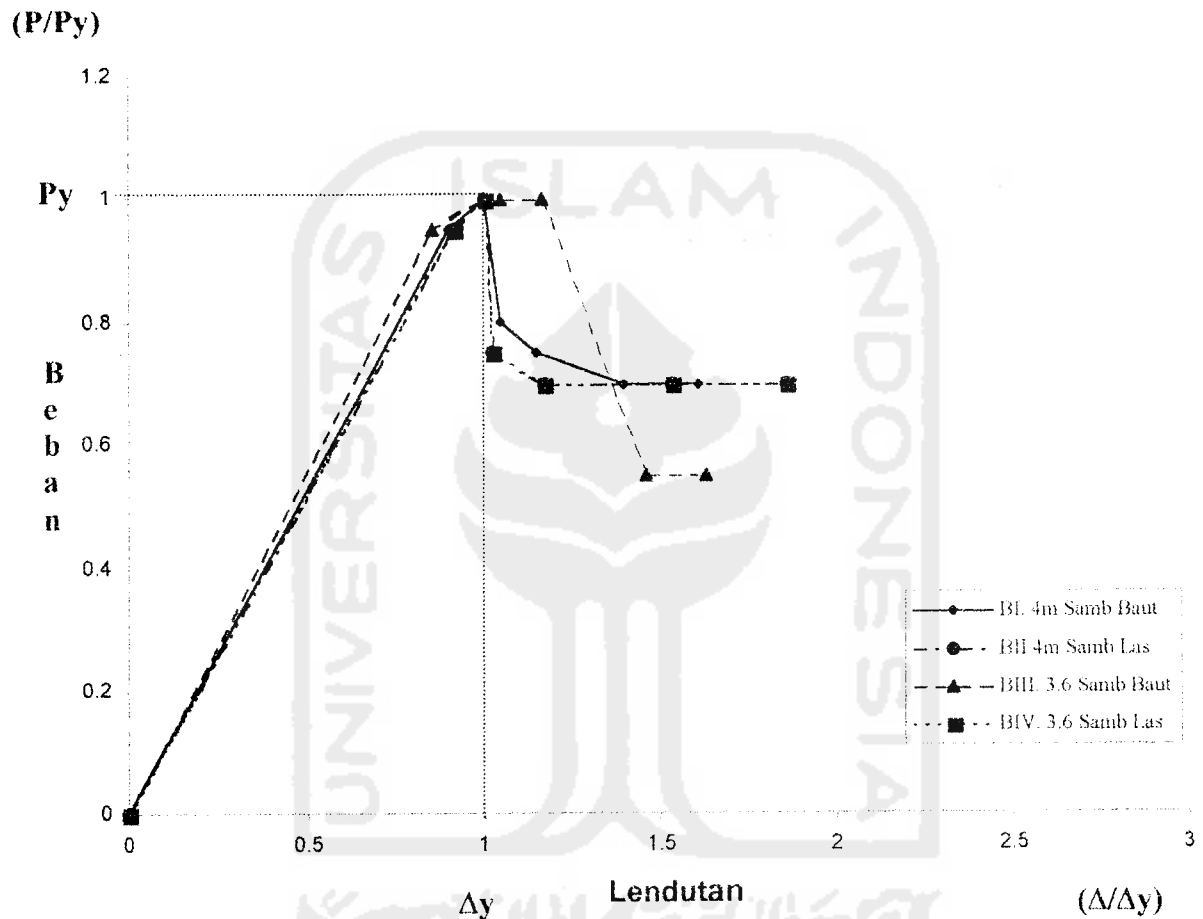


Gambar 5.5 Grafik perbandingan hubungan beban dan lendutan rangka atap baja bentang 4 m yang menggunakan sambungan baut dan las



Gambar 5.6 Grafik perbandingan hubungan beban dan lendutan rangka atap baja bentang 3,6 m yang menggunakan sambungan baut dan las

Untuk membandingkan kekakuan dari keempat rangka atap baja, Grafik disajikan dalam bentuk non dimensional seperti terlihat pada Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7. Grafik perbandingan hubungan beban dan lendutan non dimensional pada hasil penelitian

Tampak pada Gambar 5.5, 5.6, dan 5.7 bahwa rangka atap baja yang menggunakan sambungan las akan membentuk sudut yang lebih besar jika dibandingkan dengan sambungan baut. Dengan Persamaan $\text{tg } \theta = P/\Delta$, dimana $\text{tg } \theta$ adalah kekakuan (k), maka dapat diketahui bahwa kekakuan rangka atap baja yang menggunakan sambungan las mempunyai nilai yang lebih besar.

5.2.2. Hubungan Momen Kelengkungan Hasil Pengujian

Dari data hubungan beban (P) dan lendutan (Δ) dapat dicari momen (M) dan kelengkungan (Φ), seperti contoh perhitungan berikut ini:

data yang digunakan adalah pembebanan 2,5 KN pada bentang 4 m dengan sambungan baut, lendutan yang terjadi pada lendutan pada titik 1 = 0,00012m, lendutan pada titik 2 = 0,00028m dan Lendutan pada titik 3 = 0,00032m dengan jarak antar titik = 1m, maka dengan menggunakan Persamaan 3.57 nilai kelengkungan dapat dihitung.

$$\Phi = \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{(\Delta x)^2}$$

$$\Phi = \frac{0,00012 - (2 \times 0,00028) + 0,00032}{1^2} = 0,00012 \text{ 1/m}$$

momen dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 3.52.

$$M = \frac{1}{4} \cdot PL$$

$$M = \frac{1}{4} \times 2,5 \times 4 = 2,5 \text{ KN.m}$$

Dari contoh perhitungan diatas dapat diperlihatkan data hubungan momen dan kelengkungan seperti tampak pada Tabel 5.6, 5.7, 5.8, dan 5.9.

a. Rangka atap baja panjang bentang 4 m dengan sambungan baut

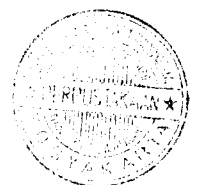
Tabel 5.6. Hubungan Momen Kelengkungan bentang 4m sambungan baut

<i>Beban (KN)</i>	<i>Lendutan 1 (mm)</i>	<i>Lendutan 2 (mm)</i>	<i>Lendutan 3 (mm)</i>	<i>Momen (KN.m)</i>	<i>Kelengkungan (1/m)</i>
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00000
2.5	0.12	0.28	0.32	2.5	0.00012
5.0	0.36	0.72	0.79	5.0	0.00029
7.5	0.69	1.10	1.12	7.5	0.00039
10.0	1.03	1.44	1.43	10.0	0.00042
12.5	1.72	2.22	2.12	12.5	0.00060
15.0	2.01	2.55	2.40	15.0	0.00069
17.5	2.25	2.82	2.63	17.5	0.00076
20.0	2.61	3.22	2.98	20.0	0.00085
22.5	3.24	4.36	3.55	22.5	0.00193
25.0	4.85	6.20	4.46	25.0	0.00309
27.5	5.48	6.92	5.00	27.5	0.00336
30.0	6.08	7.60	5.45	30.0	0.00367
32.5	6.69	8.48	6.00	32.5	0.00427
35.0	7.68	9.69	6.80	35.0	0.00490
37.5	8.65	10.48	7.37	37.5	0.00494
40.0	9.70	11.35	8.02	40.0	0.00498
42.5	10.08	11.68	8.29	42.5	0.00499
45.0	10.90	12.36	8.81	45.0	0.00501
47.5	11.50	12.86	9.17	47.5	0.00505
50.0	13.00	14.28	10.31	50.0	0.00525
40.0	13.34	14.89	10.83	40.0	0.00561
37.5	13.34	16.38	13.50	37.5	0.00592
35.0	18.00	20.00	16.00	35.0	0.00600
35.0	20.00	23.00	18.00	35.0	0.00800

b. Rangka atap baja panjang bentang 4 m dengan sambungan las

Tabel 5.7. Hubungan Momen Kelengkungan bentang 4m sambungan las

<i>Beban (KN)</i>	<i>Lendutan 1 (mm)</i>	<i>Lendutan 2 (mm)</i>	<i>Lendutan 3 (mm)</i>	<i>Momen (KN.m)</i>	<i>Kelengkungan (1/m)</i>
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00000
2.5	1.17	1.03	0.73	2.5	0.00016
5.0	1.82	1.67	1.28	5.0	0.00024
7.5	2.55	2.47	1.94	7.5	0.00045
10.0	3.49	3.07	2.52	10.0	0.00013
12.5	4.09	3.32	2.73	12.5	0.00018
15.0	4.52	3.65	3.03	15.0	0.00025
17.5	5.08	4.10	3.40	17.5	0.00028
20.0	5.89	4.72	3.72	20.0	0.00017
22.5	6.23	5.62	4.30	22.5	0.00071
25.0	6.67	5.98	4.38	25.0	0.00091
27.5	7.18	6.40	4.58	27.5	0.00104
30.0	7.68	6.91	4.75	30.0	0.00139
32.5	7.98	7.40	5.05	32.5	0.00177
35.0	8.31	7.68	5.40	35.0	0.00165
37.5	8.86	8.03	5.94	37.5	0.00126
40.0	9.55	8.57	6.67	40.0	0.00092
42.5	9.85	9.35	7.00	42.5	0.00185
45.0	10.26	10.20	7.65	45.0	0.00249
47.5	10.27	11.32	9.80	47.5	0.00257
50.0	10.45	12.38	10.67	50.0	0.00364
37.5	10.65	12.67	11.04	37.5	0.00365
35.0	11.35	14.50	13.50	35.0	0.00415
35.0	16.35	19.00	17.50	35.0	0.00415
35.0	19.80	23.00	20.20	35.0	0.00600



c. Rangka atap baja panjang bentang 3,6 m dengan sambungan Baut

Tabel 5.8. Hubungan Momen Kelengkungan bentang 3,6m sambungan baut

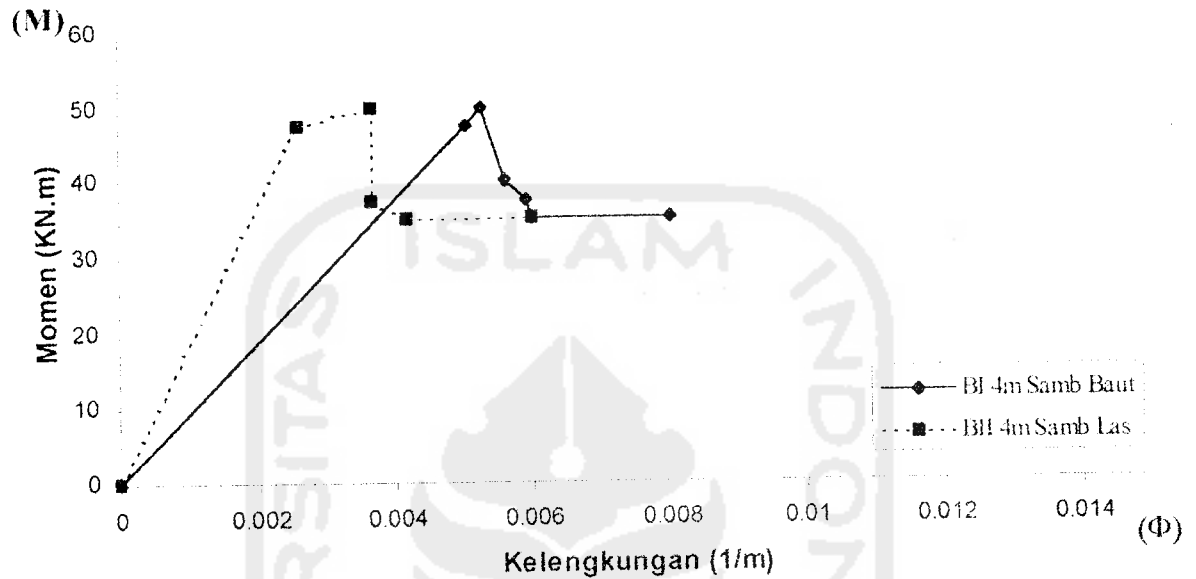
<i>Beban (KN)</i>	<i>Lendutan 1 (mm)</i>	<i>Lendutan 2 (mm)</i>	<i>Lendutan 3 (mm)</i>	<i>Momen (KN.m)</i>	<i>Kelengkungan (1/m)</i>
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00000
2.5	0.97	1.03	0.92	2.5	0.00021
5.0	1.60	1.60	1.44	5.0	0.00020
7.5	2.09	2.12	1.88	7.5	0.00033
10.0	2.65	2.65	2.30	10.0	0.00043
12.5	3.48	3.51	3.07	12.5	0.00058
15.0	3.88	3.84	3.34	15.0	0.00057
17.5	4.32	4.33	3.73	17.5	0.00075
20.0	4.74	4.75	4.06	20.0	0.00086
22.5	5.66	5.67	4.80	22.5	0.00109
25.0	6.04	6.06	5.09	25.0	0.00122
27.5	6.46	6.51	5.45	27.5	0.00137
30.0	6.80	6.88	5.75	30.0	0.00149
32.5	7.53	7.71	6.42	32.5	0.00181
35.0	7.99	8.28	6.90	35.0	0.00206
37.5	8.30	8.64	7.20	37.5	0.00220
40.0	8.98	9.42	7.89	40.0	0.00243
42.5	9.82	10.38	8.73	42.5	0.00273
45.0	10.10	10.72	9.02	45.0	0.00286
47.5	10.30	10.98	9.24	47.5	0.00299
50.0	11.02	12.86	10.00	50.0	0.00580
50.0	11.46	13.45	10.52	50.0	0.00607
50.0	11.75	14.98	13.23	50.0	0.00615
27.5	15.75	18.75	16.57	27.5	0.00640
27.5	17.65	21.00	17.85	27.5	0.00802

d. Rangka atap baja panjang bentang 3,6 m dengan sambungan Las

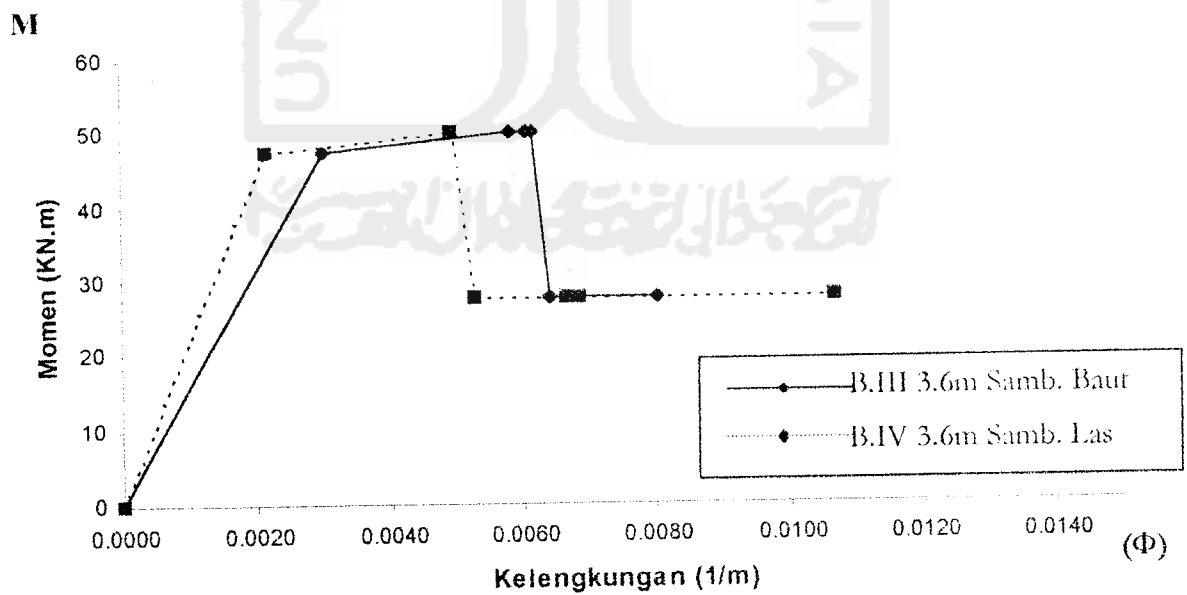
Tabel 5.9. Hubungan Mpmen Kelengkungan bentang 3,6m sambungan las

<i>Beban (KN)</i>	<i>Lendutan 1 (mm)</i>	<i>Lendutan 2 (mm)</i>	<i>Lendutan 3 (mm)</i>	<i>Momen (KN.m)</i>	<i>Kelengkungan (1/m)</i>
0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00000
2.5	0.65	0.60	0.45	2.5	0.00012
5.0	0.80	0.90	0.90	5.0	0.00012
7.5	1.35	1.25	1.26	7.5	0.00014
10.0	1.45	1.55	1.50	10.0	0.00019
12.5	2.45	2.44	2.60	12.5	0.00021
15.0	2.95	2.88	3.00	15.0	0.00023
17.5	3.32	3.30	3.50	17.5	0.00027
20.0	4.59	4.69	4.56	20.0	0.00028
22.5	4.94	5.13	4.95	22.5	0.00046
25.0	5.30	5.55	5.43	25.0	0.00046
27.5	5.57	5.89	5.75	27.5	0.00057
30.0	6.12	6.58	6.32	30.0	0.00089
32.5	6.53	7.13	6.76	32.5	0.00120
35.0	6.78	7.46	7.03	35.0	0.00137
37.5	6.88	7.60	7.15	37.5	0.00144
40.0	7.11	7.86	7.37	40.0	0.00153
42.5	7.78	8.73	8.05	42.5	0.00201
45.0	8.09	8.97	8.20	45.0	0.00204
47.5	8.20	9.19	8.43	47.5	0.00216
50.0	8.44	10.44	8.46	50.0	0.00491
27.5	8.98	10.85	8.46	27.5	0.00526
27.5	9.10	11.69	8.89	27.5	0.00665
27.5	10.00	13.00	10.45	27.5	0.00685
27.5	15.00	18.0.0	12.35	27.5	0.01068

Dari data Momen dan kelengkungan pada Tabel 5.6, 5.7, 5.8, dan 5.9 akan disajikan dalam bentuk Grafik seperti terlihat pada Gambar 5.8.

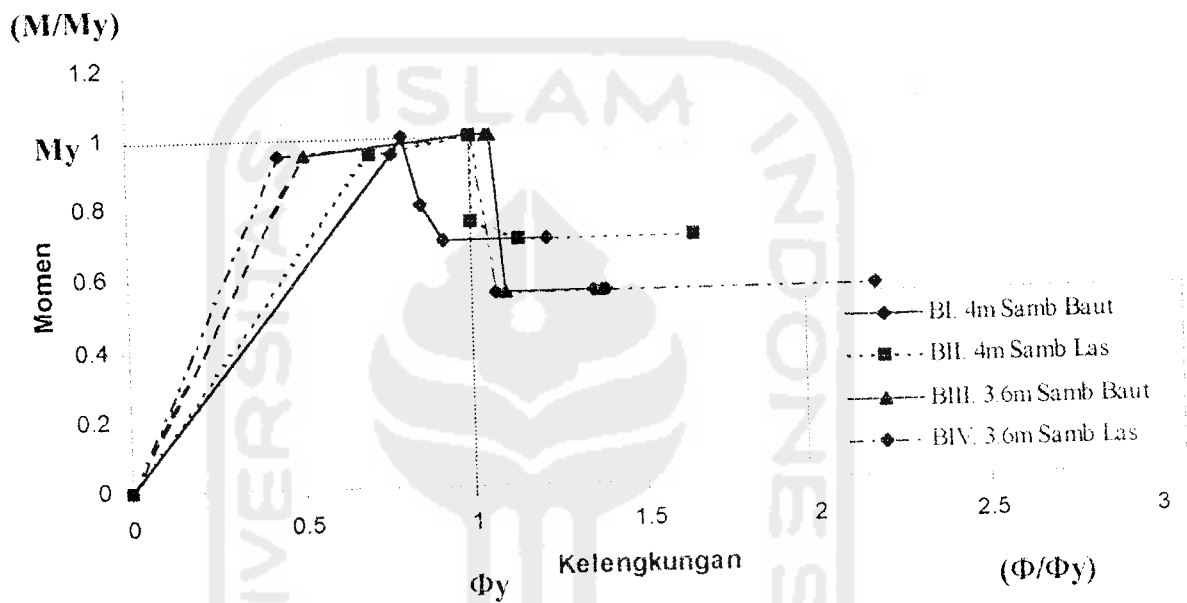


Gambar 5.8. Grafik Perbandingan hubungan Momen Kelengkungan rangka atap baja bentang 4m dengan sambungan baut dan las



Gambar 5.9 Grafik Perbandingan hubungan Momen Kelengkungan rangka atap baja bentang 3.6m dengan sambungan baut dan las

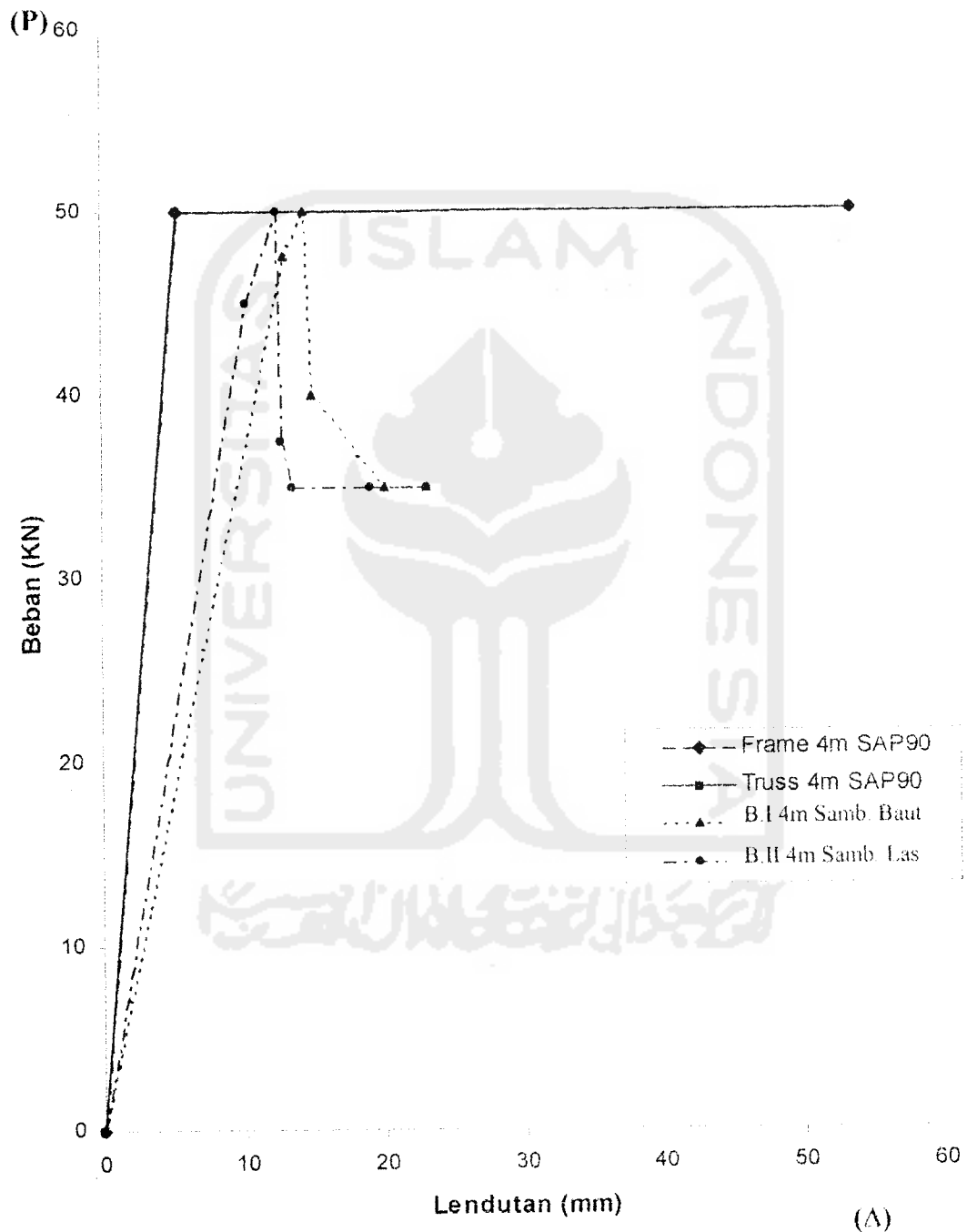
Untuk membandingkan hubungan momen dan kelengkungan keempat rangka atap baja diatas, Grafik disajikan dalam bentuk non dimensional seperti terlihat pada Gambar 5.10 berikut ini.



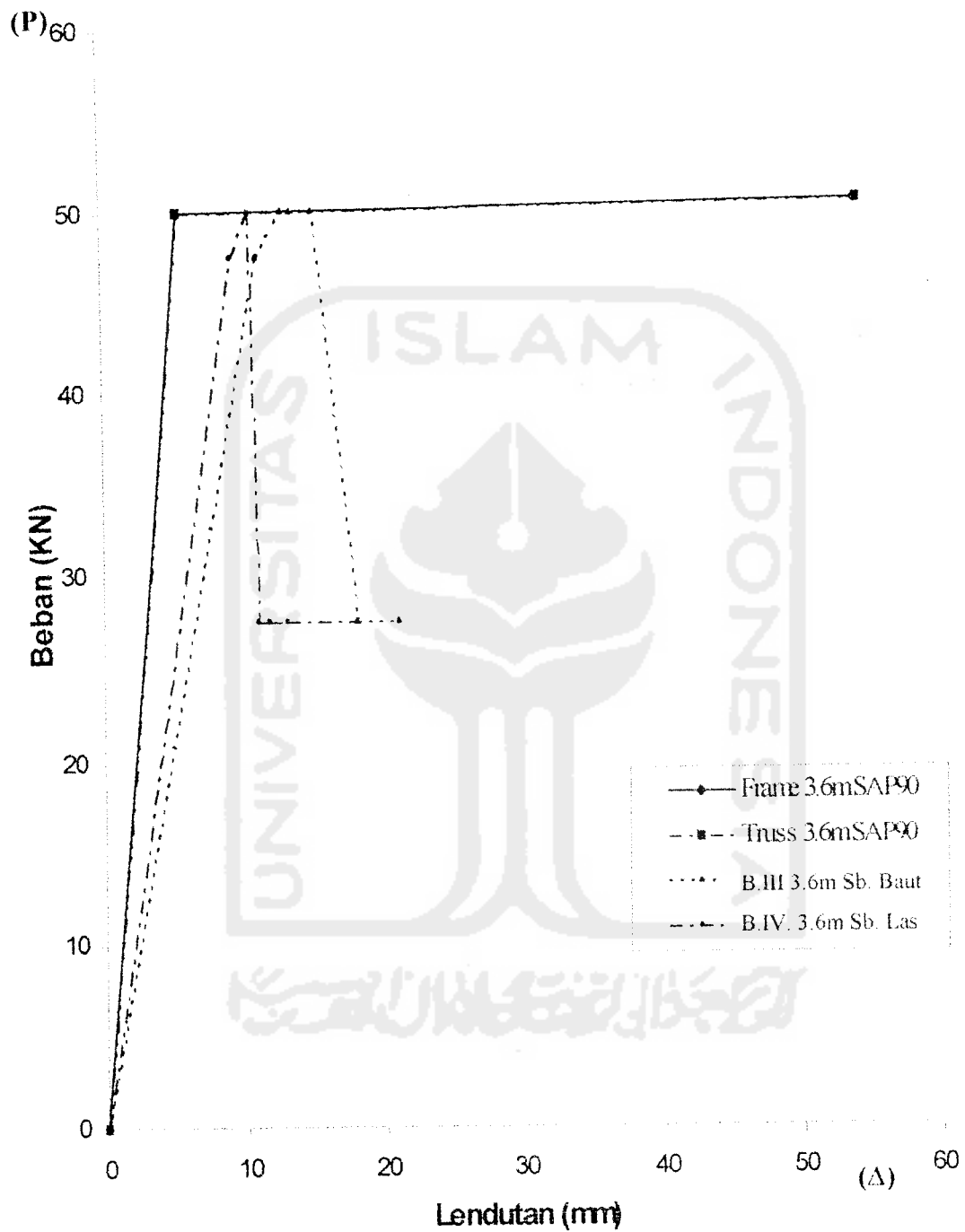
Gambar 5.10 Grafik perbandingan hubungan momen dan kelengkungan non dimensional pada hasil penelitian

Tampak terlihat pada Gambar 5.8, 5.9, dan 5.10 bahwa rangka atap baja yang menggunakan sambungan las akan membentuk sudut yang lebih besar jika dibandingkan dengan rangka atap baja yang menggunakan sambungan baut. Dengan Persamaan $tg \alpha = M/\phi$, dimana $tg \alpha$ adalah factor kekakuan (EI), maka dapat diketahui bahwa kekakuan rangka atap baja yang menggunakan sambungan las mempunyai nilai yang lebih besar.

5.3. Perbandingan Hubungan Beban Lendutan Hasil Perhitungan Numeris SAP90 dengan Hasil Pengujian di Laboratorium



Gambar 5.11. Grafik Perbandingan Hubungan Beban Lendutan Hasil Perhitungan numeris SAP90 dengan Hasil Pengujian di Laboratorium rangka atap baja bentang 4m dengan sambungan baut dan las



Gambar 5.18. Grafik Perbandingan Hubungan Beban Lendutan Hasil Perhitungan Numeris SAP90 dengan Hasil Pengujian di Laboratorium rangka atap baja bentang 3,6 m dengan sambungan baut dal las

5.4. Pembahasan

5.4.1. Kuat lentur rangka atap baja ditinjau dari hubungan beban dan lendutan

Dari grafik beban-lendutan hasil pengujian dan perhitungan numeris SAP90 kuat lentur rangka atap baja dapat dilihat bahwa kuat lentur rangka atap baja yang menggunakan sambungan las dengan rangka atap baja yang menggunakan sambungan baut mempunyai perilaku yang hampir sama. Hal ini dapat dilihat pada pola grafik beban lendutan yang diperoleh dari data hasil pengujian.

Dengan menggunakan Persamaan (3.49), dimana kekakuan (k) = P/Δ akan diketahui nilai kekakuan masing benda uji. Hasil perhitungan kekakuan dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10. nilai kekakuan benda uji

Benda Uji	Beban (P) KN	Δ mm	Kekakuan (P/ Δ) KN/mm
Bentang 4m sambungan Baut	50	14,28	3.5014
Bentang 4m sambungan Las	50	12,38	4.0387
Bentang 3,6m sambungan Baut	50	12,86	3.8880
Bentang 3,6m sambungan Las	50	10,44	4.7893

Dari data beban lendutan akan diketahui bahwa pada rangka atap baja yang menggunakan las mempunyai nilai kekakuan (P/Δ) yang lebih tinggi dari rangka atap baja yang menggunakan baut

Kerusakan struktur terjadi pada batang tekan, hal ini dikarenakan gaya aksial yang terjadi pada batang tersebut sudah melampaui beban kritis, sehingga mengakibatkan terjadinya *buckling* pada batang tersebut.