

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kekakuan rangka atap baja diketahui dengan melakukan pengujian menggunakan alat *Loading Frame* di Laboratorium Struktur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban pada titik puncak rangka atap (*truss*) berupa beban sentris yang dilakukan secara bertahap dengan kenaikan sebesar 0,5 kN. Setiap tahap pembebanan dicatat lendutan yang terjadi pada tiga titik dial yang telah ditentukan. Hasil penelitian yang disertai pembahasannya akan disajikan sebagaimana berikut.

5.1. Hubungan Beban Lendutan Hasil Pengujian

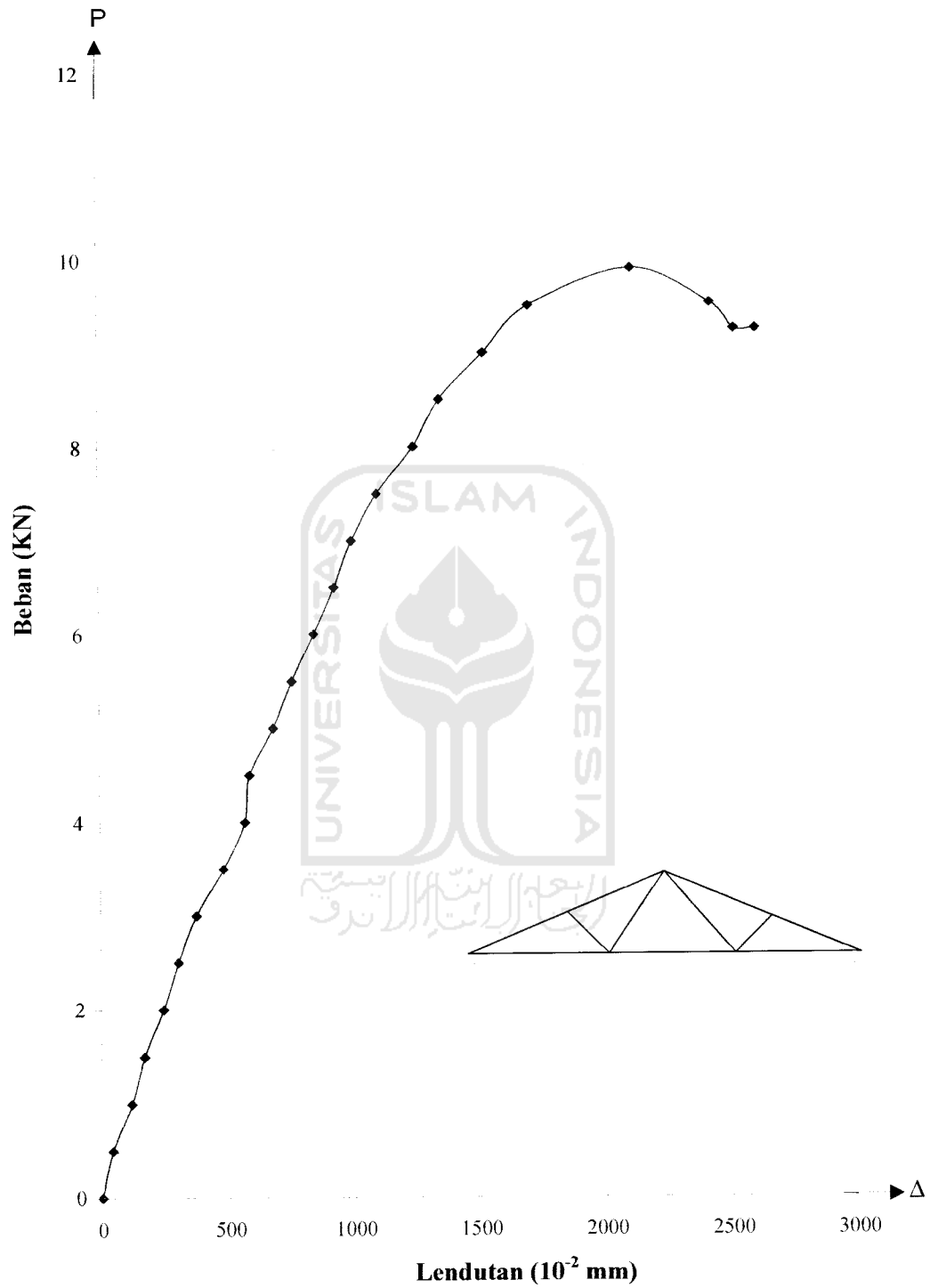
Pada pengujian kekakuan rangka atap baja (tipe Fink, Pratt. Dan Howe) diperoleh lendutan yang terjadi. Hasil dari penelitian disajikan di bawah ini berikut grafik dan disertai hasil regresinya.

a. Fink Truss

Data-data berupa hasil pembacaan dial disajikan pada Tabel 5.1, dan untuk lebih memperjelas disajikan grafik hubungan beban dan lendutan (dalam hal ini yang digunakan adalah data pada dial yang berada ditengah rangka/lendutan Δ_2).

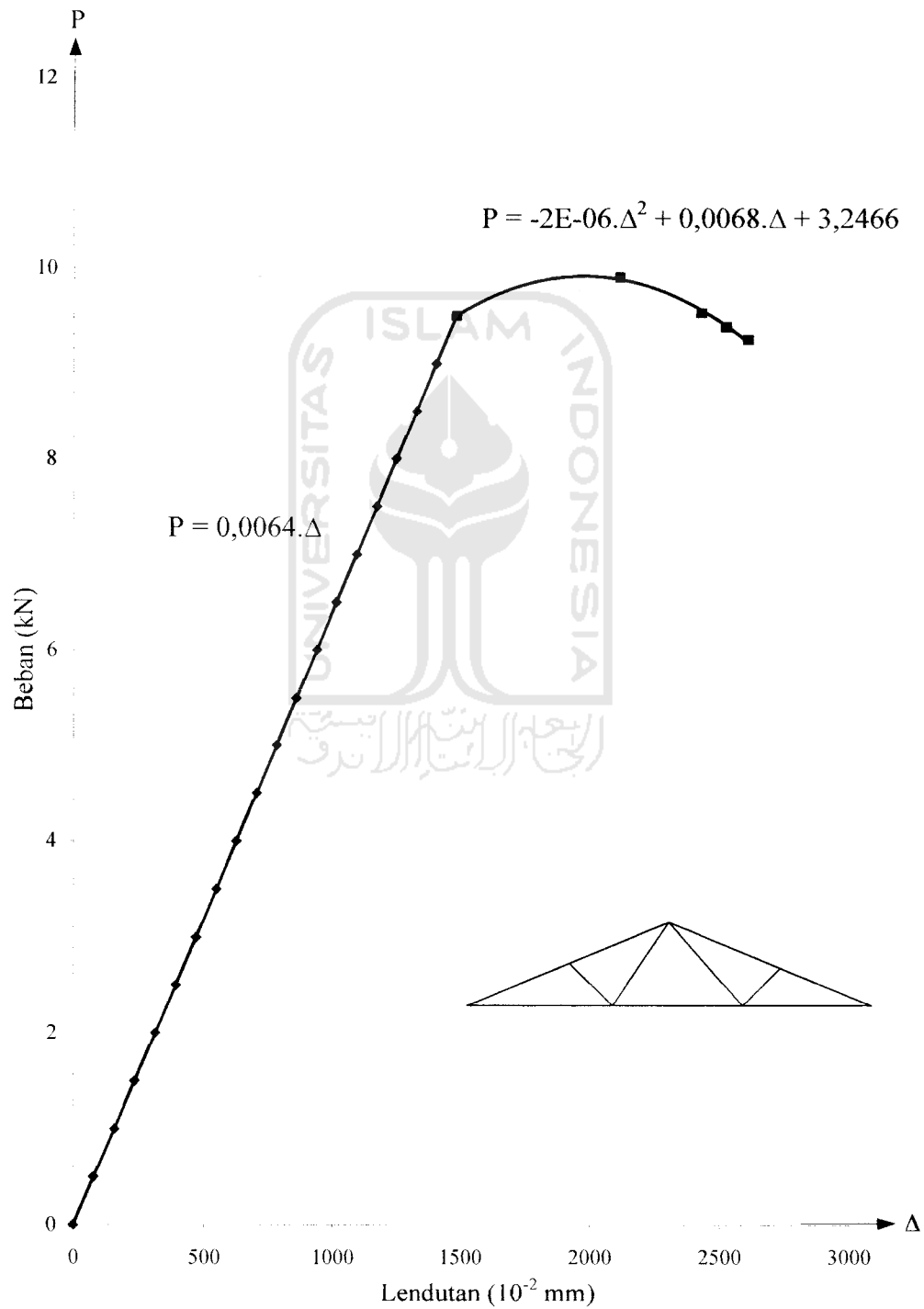
Tabel 5.1. Hubungan Beban dan Lendutan Fink Truss

P(kN)	Δ_1 (10^{-2} mm)	Δ_2 (10^{-2} mm)	Δ_3 (10^{-2} mm)
0.00	0	0	0
0.50	9.5	43	23
1.00	99	116	80
1.50	190	168	125
2.00	203	244	188
2.50	295	302	234
3.00	310	375	295
3.50	406	481	380
4.00	497	569	454
4.50	503	587	468
5.00	596	682	550
5.50	690	759	615
6.00	721	846	691
6.50	800	930	762
7.00	892	1000	822
7.50	985	1100	910
8.00	1099	1249	1040
8.50	1196	1352	1129
9.00	1388	1530	1298
9.50	1503	1710	1465
9.90	1815	2115	1868
9.53	2015	2430	2247
9.25	2096	2525	2340
9.25	2123	2610	2460



Gambar 5.1. Hubungan Beban-Lendutan Fink Truss

Dari grafik hubungan diatas, dibuat hasil regresinya yang ditunjukkan dengan Gambar 5.2.



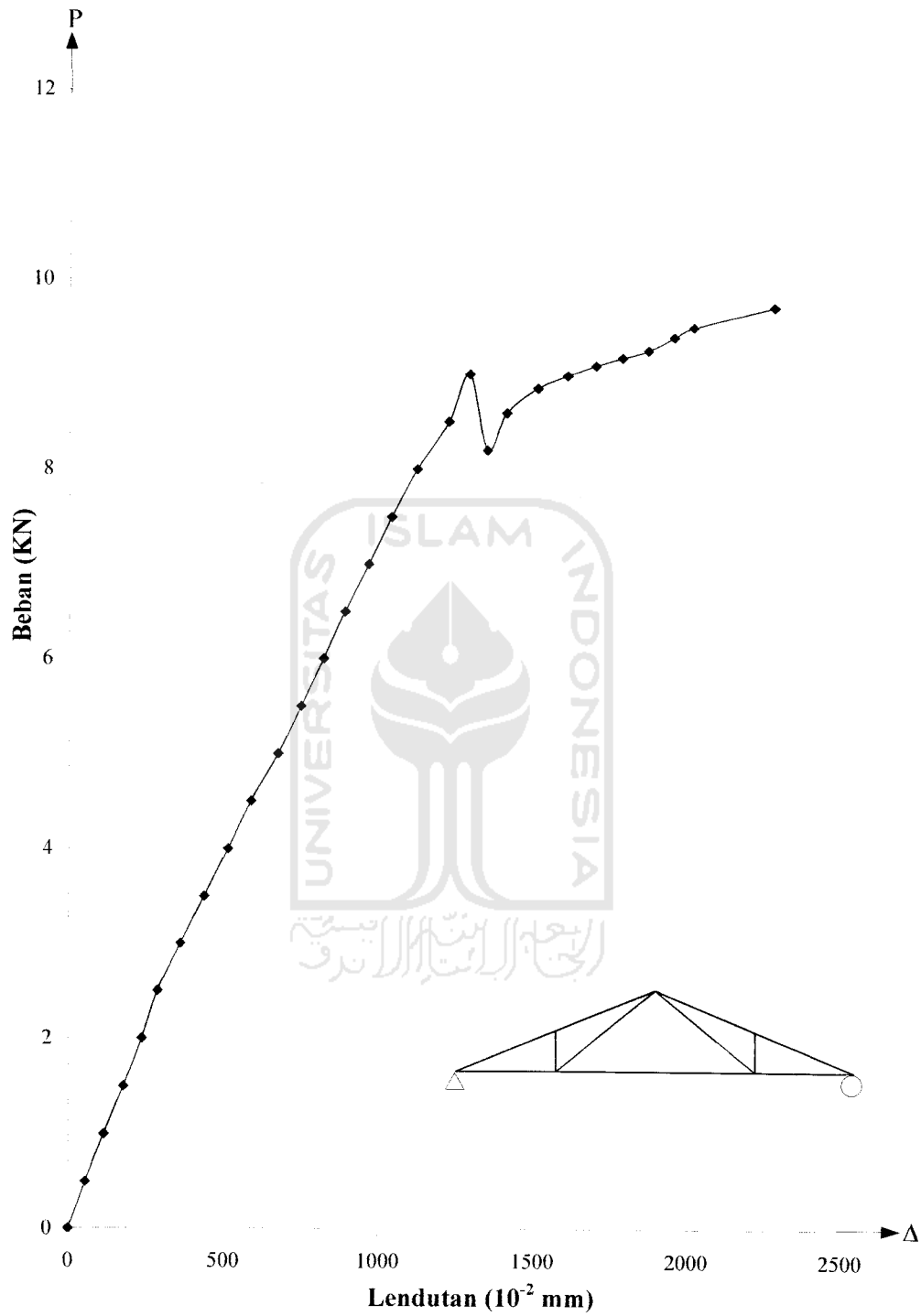
Gambar 5.2. Regresi Hubungan Beban-Lendutan Fink Truss

b. Pratt Truss

Untuk Pratt Truss pencatatan lendutan yang terjadi disajikan pada Tabel 5.2 dan grafik hubungan beban dan lendutan ditampilkan pada Gambar 5.3 dan hasil regresi ditunjukkan pada Gambar 5.4.

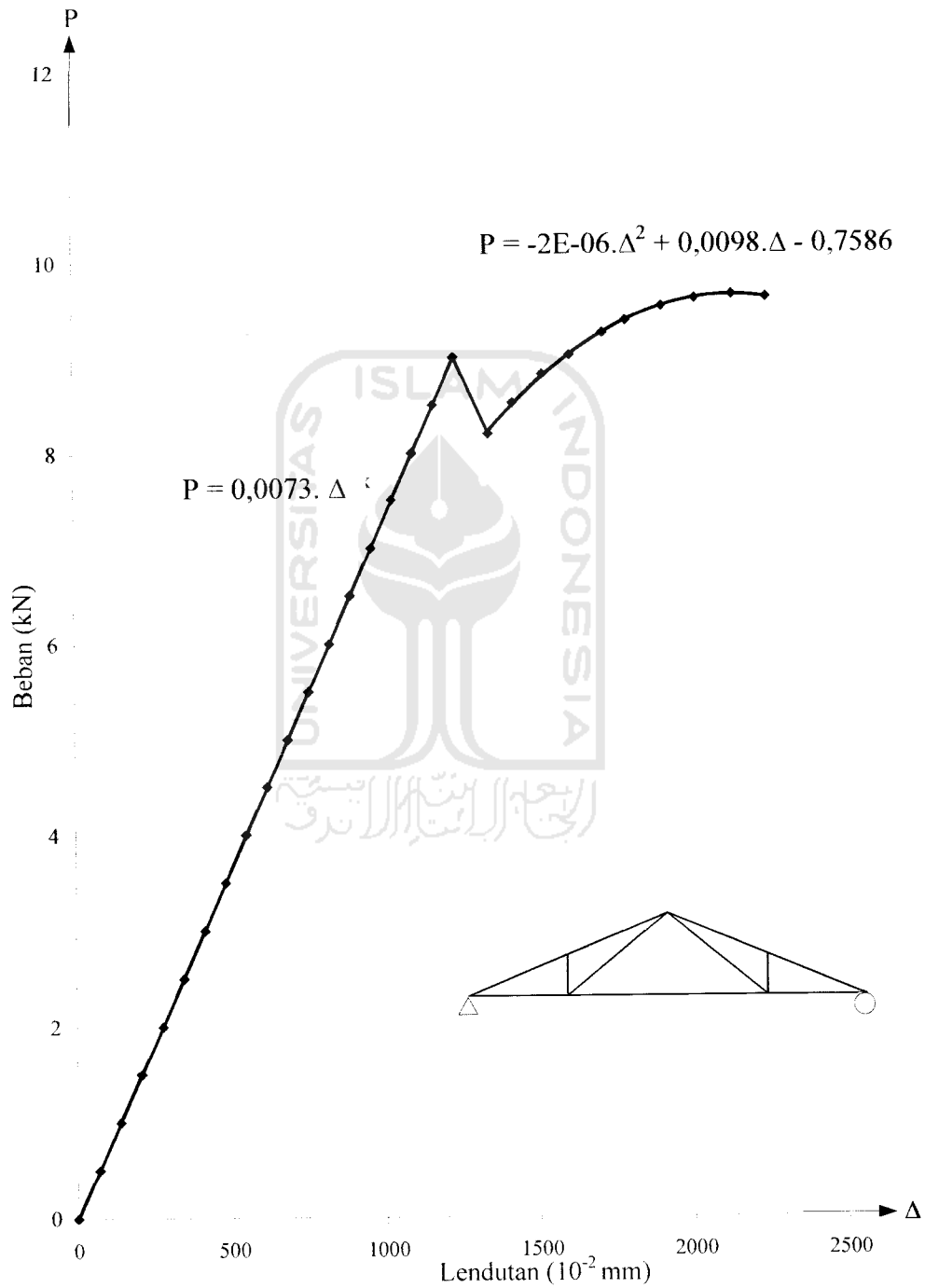
Tabel 5.2. Hubungan Beban dan Lendutan Pratt Truss

P (KN)	Δ_1 (10^{-2} mm)	Δ_2 (10^{-2} mm)	Δ_3 (10^{-2} mm)
0.00	0	0	0
0.50	24	54	12
1.00	59	115	33
1.50	96	177	60
2.00	130	237	133
2.50	161	288	221
3.00	209	360	235
3.50	266	437	320
4.00	324	513	341
4.50	381	587	422
5.00	452	675	445
5.50	512	747	534
6.00	570	820	549
6.50	625	888	634
7.00	684	963	650
7.50	743	1038	735
8.00	808	1118	759
8.50	874	1221	843
9.00	942	1287	929
8.20	981	1344	946
8.59	1045	1407	1033
8.85	1102	1506	1055
8.98	1168	1601	1143
9.09	1230	1691	1240
9.17	1285	1776	1263
9.25	1341	1858	1347
9.39	1398	1941	1436
9.50	1514	2003	1546
9.72	1518	2262	1655



Gambar 5.3. Hubungan Beban-Lendutan Pratt Truss

Dari grafik hubungan diatas, dibuat hasil regresinya yang ditunjukkan dengan Gambar 5.4.



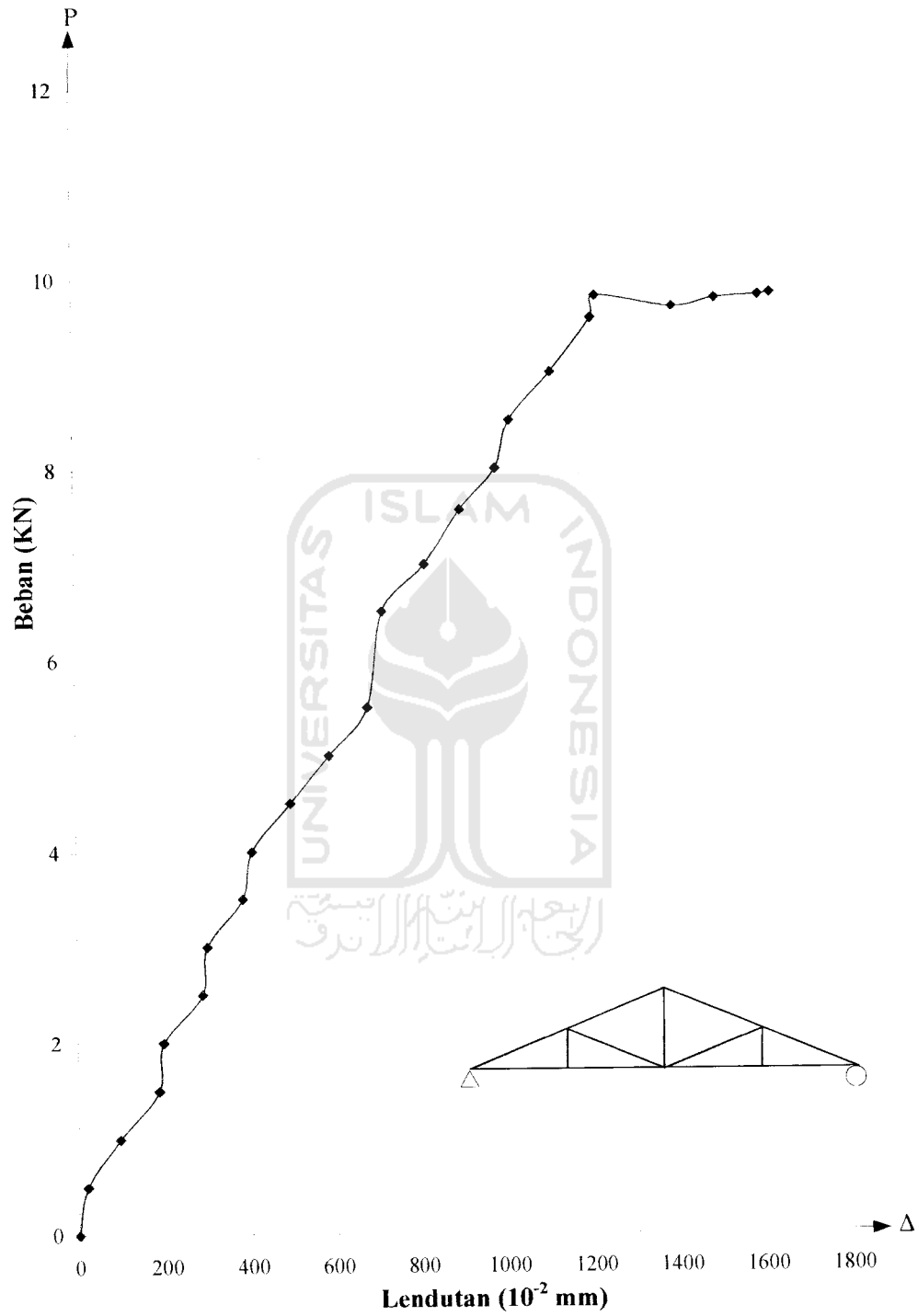
Gambar 5.4. Regresi Hubungan Beban-Lendutan Pratt Truss

c. Howe Truss

Untuk Howe Truss pencatatan lendutan yang terjadi disajikan pada Tabel 5.3 dan grafik hubungan beban dan lendutan ditampilkan pada Gambar 5.5 dan hasil regresi ditunjukkan pada Gambar 5.6.

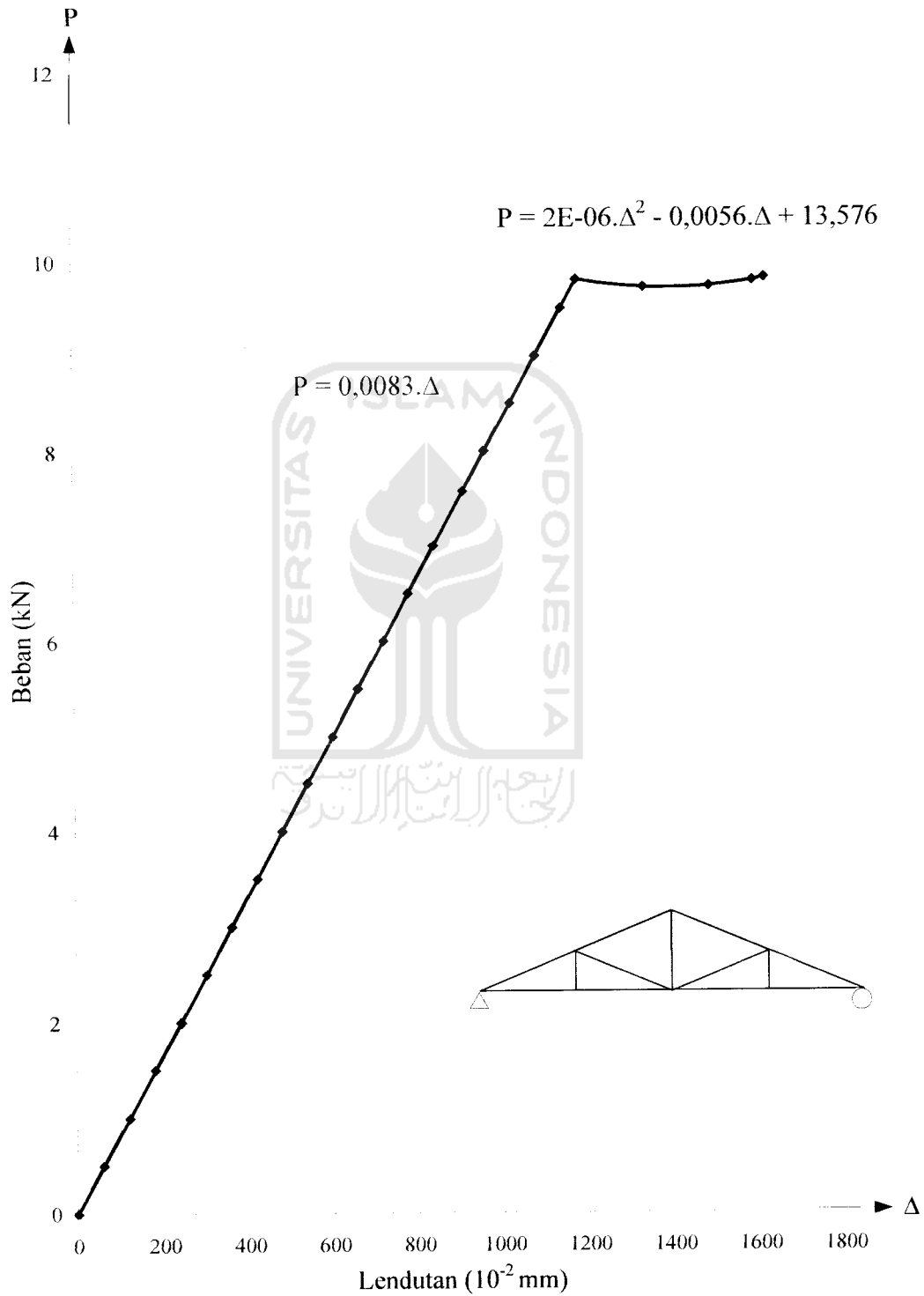
Tabel 5.3. Hubungan Beban dan Lendutan Howe Truss

P (kN)	Δ_1 (10^{-2} mm)	Δ_2 (10^{-2} mm)	Δ_3 (10^{-2} mm)
0	0	0	0
0.50	30.0	21.0	20.0
1.00	68.5	95.0	58.0
1.50	110.0	186.0	94.0
2.00	146.0	197.0	126.0
2.50	187.5	287.0	159.0
3.00	232.5	299.0	198.0
3.50	280.0	382.0	242.0
4.00	336.0	405.0	300.0
4.50	395.5	496.0	363.0
5.00	467.0	587.0	434.0
5.50	524.5	679.0	506.0
6.00	596.5	714.0	581.0
6.50	601.5	714.0	609.0
7.00	682.0	815.0	673.0
7.57	735.0	898.0	732.0
8.00	785.5	982.0	782.0
8.50	844.0	1015.0	852.0
9.00	907.0	1111.0	931.5
9.50	979.0	1206.0	1029.0
9.80	989.0	1216.0	1042.5
9.68	1076.0	1395.0	1186.0
9.77	1115.0	1493.5	1265.0
9.80	1146.5	1594.5	1331.0
9.82	1172.0	1622.0	1388.0



Gambar 5.5. Hubungan Beban-Lendutan Howe Truss

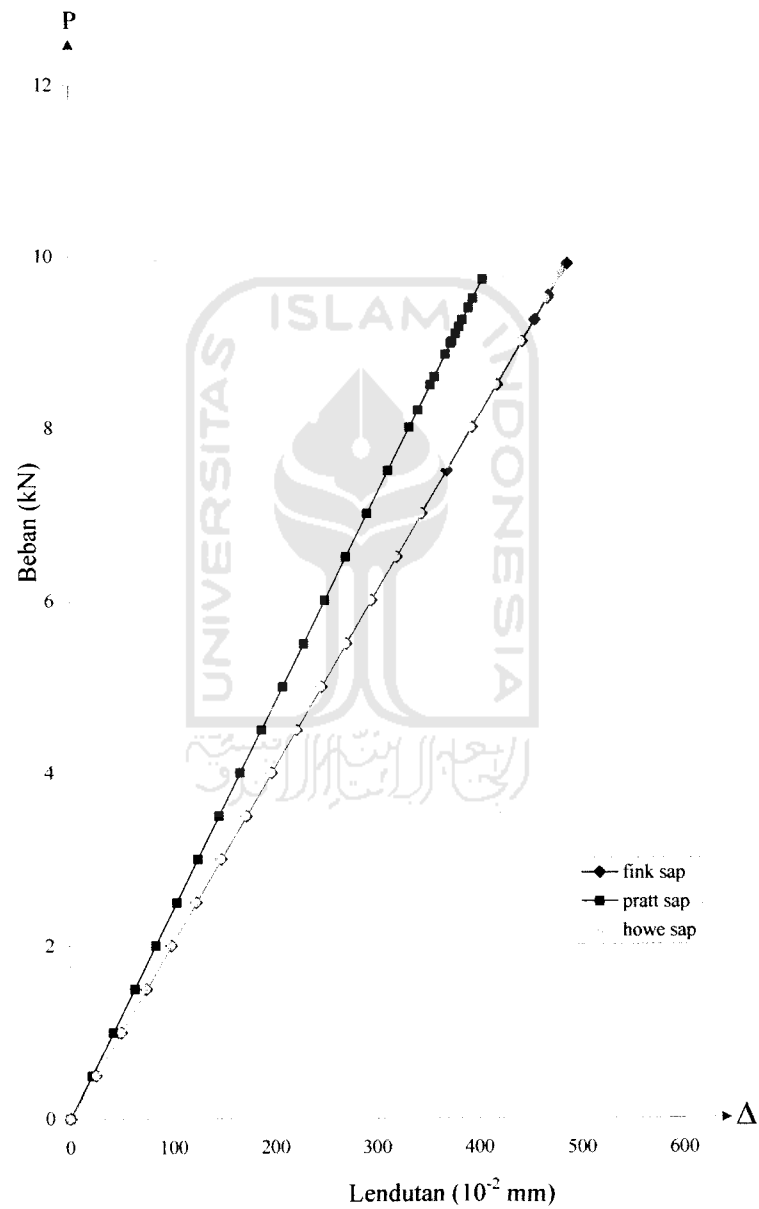
Dari grafik hubungan diatas, dibuat hasil regresinya yang ditunjukkan dengan Gambar 5.6



Gambar 5.6. Regresi Hubungan Beban-Lendutan Howe Truss

5.2 Grafik Beban Lendutan Hasil Analisa SAP 2000

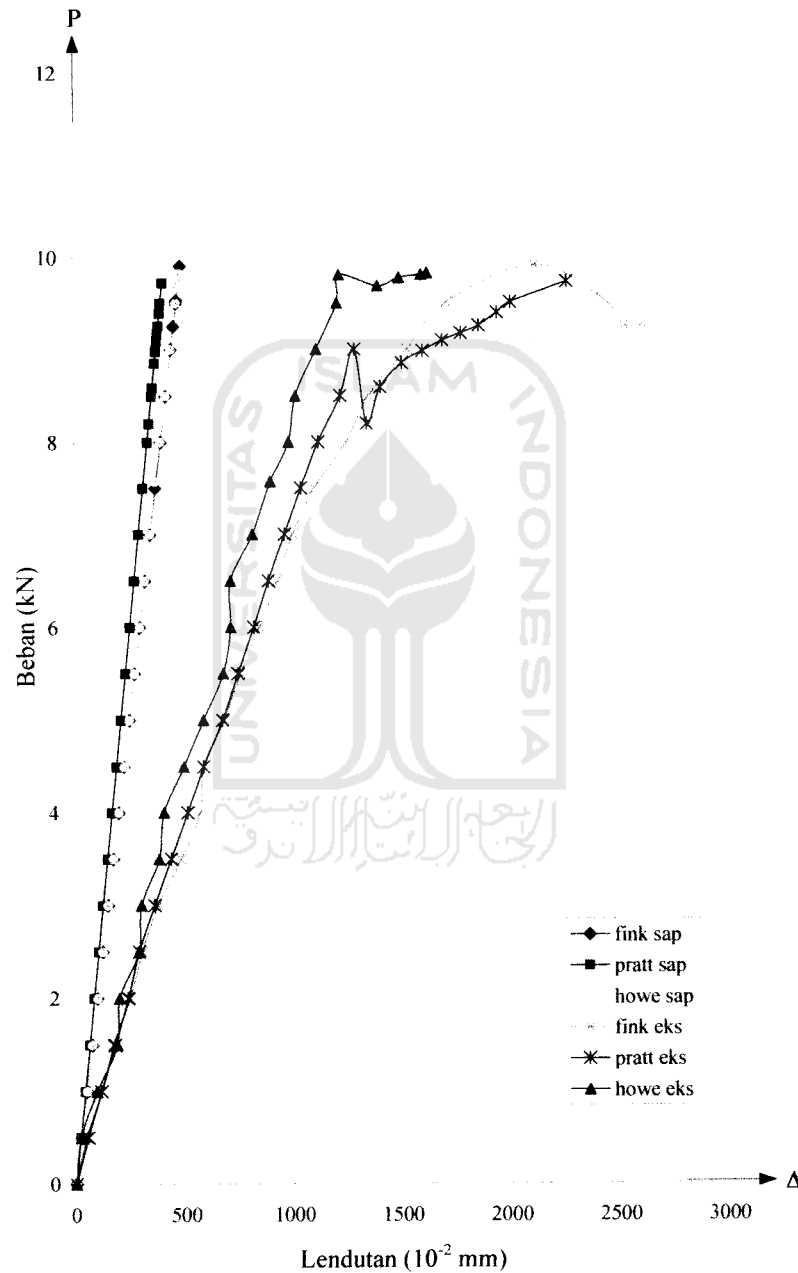
Dari analisa SAP 2000 yaitu rangka batang kuda-kuda yang dianalisa sebagai truss, yang kemudian ditampilkan dalam grafik beban-lendutan seperti ditunjukkan pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7. Hubungan beban-lendutan analisa SAP 2000

5.3 Grafik Beban-Lendutan Hasil Pengujian dan Analisa SAP

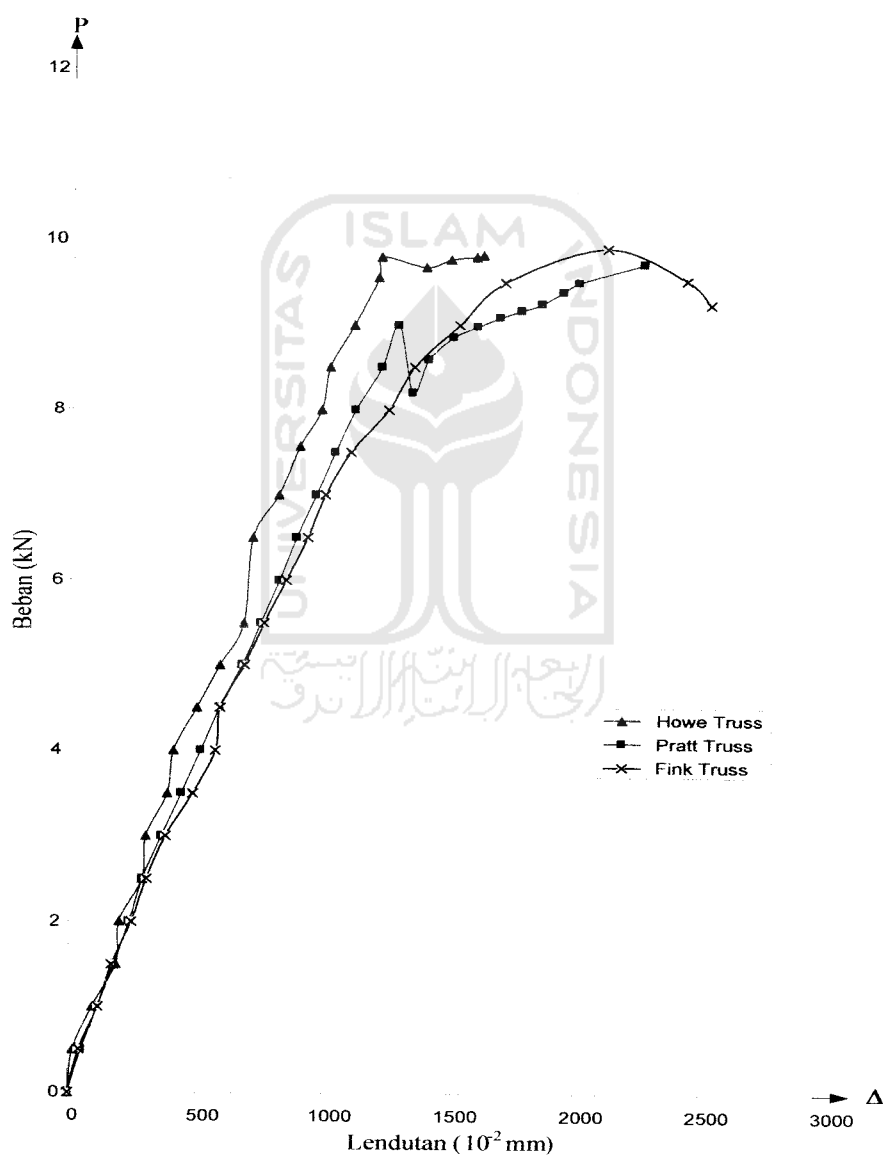
Dari grafik gabungan hasil pengujian dan analisa komputer didapat hasil seperti pada Gambar 5.8.



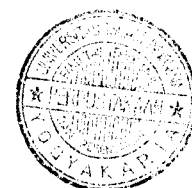
Gambar 5.8. Hubungan beban-lendutan hasil pengujian dan Analisa SAP

5.4. Pengaruh Bentuk Truss Terhadap Beban Lendutan

Rangka batang (*truss*) yang memiliki konfigurasi berbeda akan mengalami lendutan yang berbeda. Dari persamaan 3.7.2 dimana $k = \tan \alpha = \frac{P}{\Delta}$ terlihat bahwa semakin besar lendutan yang terjadi maka kekakuan rangka batang akan semakin kecil.



Gambar 5.9. Keberadaan bentuk rangka batang terhadap beban lendutan hasil penelitian



Gambar 5.9 menunjukkan kenyataan yang terjadi di lapangan dimana rangka batang bentuk Howe memiliki sudut atau memiliki kekakuan yang lebih besar dari rangka batang Pratt dan Fink. Dan terlihat pula bahwa rangka batang Pratt memiliki kekakuan yang lebih besar daripada rangka batang Fink. Untuk grafik beban-lendutan dial 1, dial 2, dan dial 3 ditunjukkan pada lampiran tiga.

5.4.1. Analisis Truss Hasil Pengujian

Besarnya sudut yang terjadi pada kuda-kuda rangka batang adalah sebagai berikut.

a. Fink Truss

$$\phi = P/\Delta = 0,0064 \text{ maka jika :}$$

$$P = 9 \text{ kN ; } \Delta = 14,06 \text{ mm}$$

$$\text{tg}\theta = k = \frac{P}{\Delta}$$

$$\text{tg}\theta = k = \frac{9}{14,06} = 0,64 \text{ kN/mm}$$

$$\theta = \text{arctg} 0,64 = 32,62^\circ$$

b. Pratt Truss

$$\phi = P/\Delta = 0,0073 \text{ maka jika :}$$

$$P = 9 \text{ kN ; } \Delta = 12,33 \text{ mm}$$

$$\text{tg}\theta = k = \frac{P}{\Delta}$$

$$\text{tg}\theta = k = \frac{9}{12,33} = 0,73 \text{ kN/mm}$$

$$\theta = \text{arctg} 0,73 = 36,13^\circ$$

c. Howe Truss

$\phi = P/\Delta = 0,0083$ maka jika :

$P = 9 \text{ kN}$; $\Delta = 10,84 \text{ mm}$

$$\text{tg}\theta = k = \frac{P}{\Delta}$$

$$\text{tg}\theta = k = \frac{9}{10,84} = 0,83 \text{ kN/mm}$$

$$\theta = \text{arctg } 0,83 = 39,69^\circ$$

5.4.2. Perbandingan Truss Hasil Pengujian

Gambar 5.9 menunjukkan bahwa rangka Howe lebih kaku daripada rangka Pratt dan rangka Fink. Hal ini juga akan terlihat pada prosentase yang telah dilakukan perhitungannya di bawah ini.

a. Perbandingan antara Howe Truss dengan Pratt Truss

- Kekakuan Howe Truss = 0,83 kN/mm
- Kekakuan Pratt Truss = 0,73 kN/mm

Prosentase kekakuan adalah $\frac{(0,83 - 0,73)}{0,83} \times 100\% = 12,05\%$, dimana

rangka Howe Truss ternyata 12,05 % lebih kaku dibandingkan rangka Pratt Truss.

b. Perbandingan antara Howe Truss dengan Fink Truss

- Kekakuan Howe Truss = 0,83 kN/mm
- Kekakuan Fink Truss = 0,64 kN/mm

Prosentase kekakuan adalah $\frac{(0,83 - 0,64)}{0,83} \times 100\% = 22,89\%$, dimana

rangka Howe Truss ternyata 22,89 % lebih kaku dibandingkan rangka Fink Truss.

c. Perbandingan antara Pratt Truss dengan Fink Truss

- Kekakuan Pratt Truss = 0,73 kN/mm
- Kekakuan Fink Truss = 0,64 kN/mm

Prosentase kekakuan adalah $\frac{(0,73 - 0,64)}{0,73} \times 100\% = 12,16\%$, dimana

rangka Pratt Truss ternyata 12,16 % lebih kaku dibandingkan rangka Fink Truss.

5.5. Hubungan Momen Kelengkungan Hasil Pengujian

Dari hasil penelitian didapatkan data beban (P) – lendutan (Δ), sehingga dapat dicari momen (M) – Kelengkungan (ϕ), rumus yang dipakai dalam perhitungan ini adalah :

$$\text{Kelengkungan} : \phi = \frac{\Delta_1 - 2\Delta_2 + \Delta_3}{\Delta x^2}$$

$$\text{Momen} = \frac{1}{4} PL$$

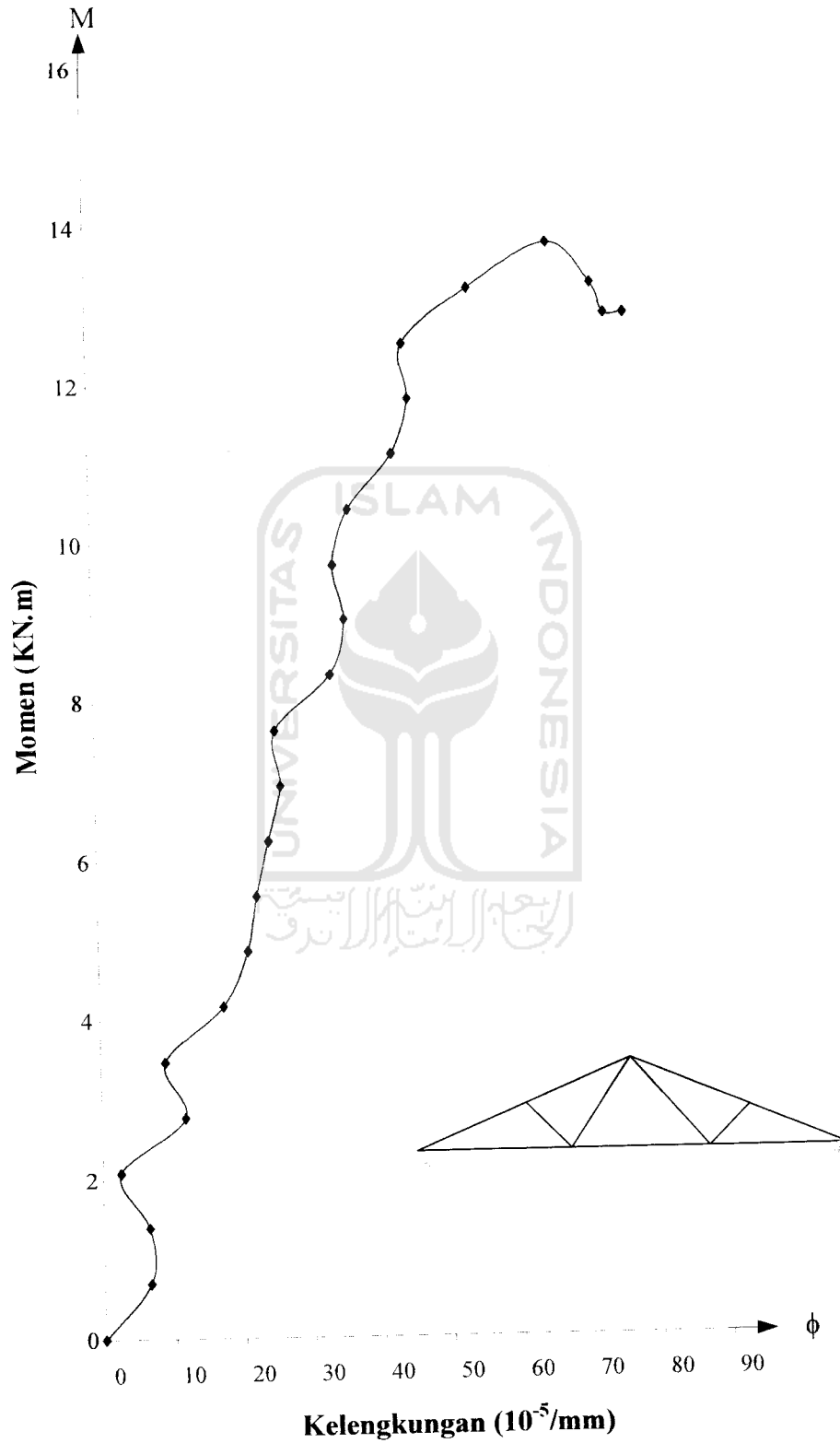
Tabel 5.4 Hubungan Momen – Kelengkungan Fink Truss

P(KN)	Δ_1 (10^{-2} mm)	Δ_2 (10^{-2} mm)	Δ_3 (10^{-2} mm)	Momen (KN.m)	Kelengkungan (10^{-3} /mm)
0	0	0	0	0	0
0.50	9.5	43	23	0.69	6.461
1.00	99	116	80	1.39	6.400
1.50	190	168	125	2.08	2.536
2.00	203	244	188	2.77	11.714
2.50	295	302	234	3.46	9.057
3.00	310	375	295	4.16	17.510
3.50	406	481	380	4.85	21.253
4.00	497	569	454	5.54	22.582
4.50	503	587	468	6.23	24.514
5.00	596	682	550	6.93	26.325
5.50	690	759	615	7.62	25.722
6.00	721	846	691	8.31	33.812
6.50	800	930	762	9.00	35.986
7.00	892	1000	822	9.70	34.537
7.50	985	1100	910	10.39	36.831
8.00	1099	1249	1040	11.08	43.352
8.50	1196	1352	1129	11.77	45.767
9.00	1388	1530	1298	12.47	45.164

Tabel 5.4 Lanjutan

P(KN)	Δ_1 (10^{-2} mm)	Δ_2 (10^{-2} mm)	Δ_3 (10^{-2} mm)	Momen (KN.m)	Kelengkungan (10^{-5} /mm)
9.50	1503	1710	1465	13.16	54.583
9.90	1815	2115	1868	13.71	66.055
9.53	2015	2430	2247	13.20	72.214
9.25	2096	2525	2340	12.81	74.146
9.25	2123	2610	2460	12.81	76.923

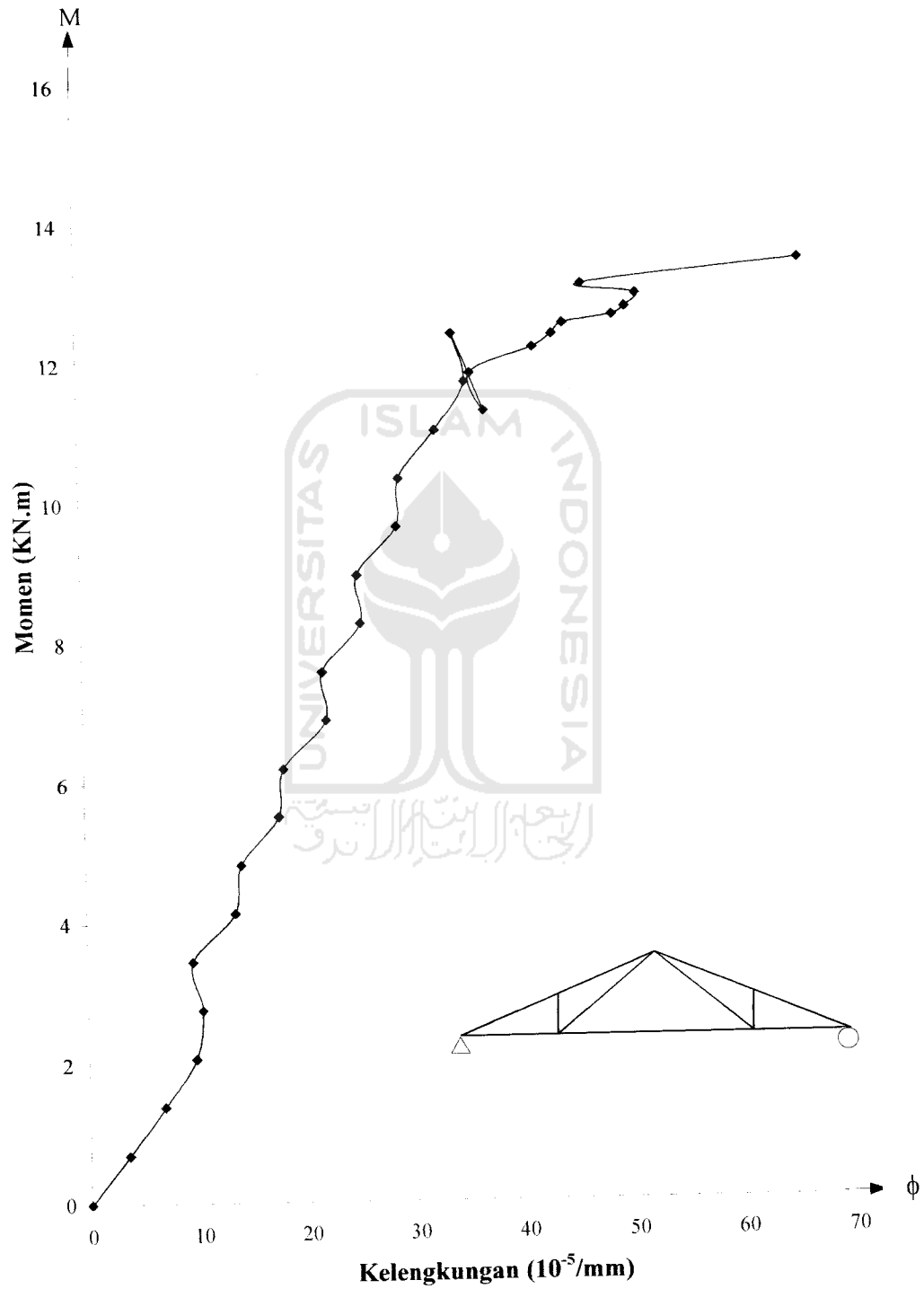




Gambar 5.11. Hubungan Momen Kelengkungan Fink Truss

Tabel 5.5. Hubungan Momen – Kelengkungan Pratt Truss

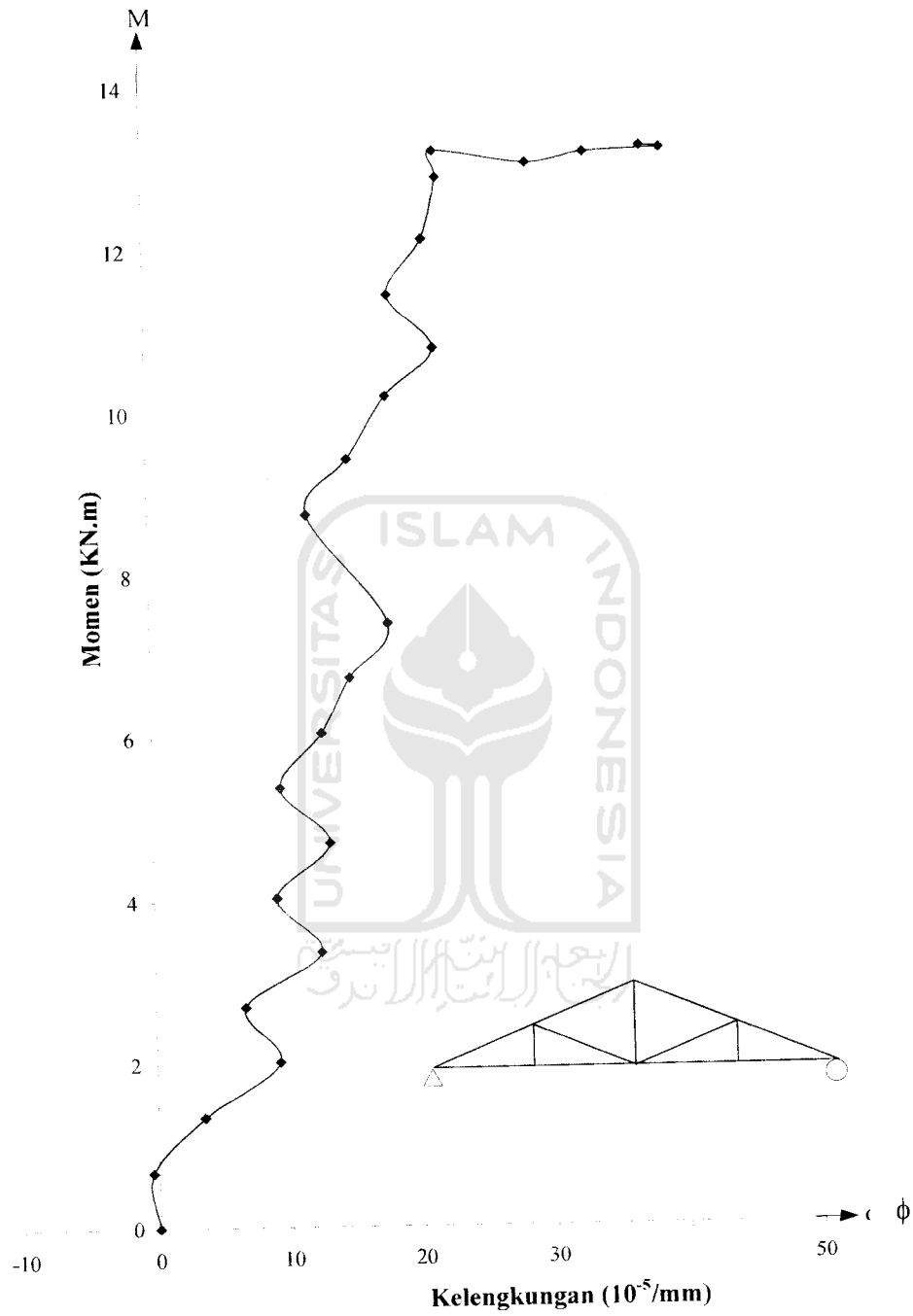
P (KN)	Δ_1 (10^{-2} mm)	Δ_2 (10^{-2} mm)	Δ_3 (10^{-2} mm)	Momen (KN.m)	Kelengkungan (10^{-3} /mm)
0	0	0	0	0	0
0.50	24	54	12	0.69	3.521
1.00	59	115	33	1.38	6.748
1.50	96	177	60	2.06	9.683
2.00	130	237	133	2.75	10.318
2.50	161	288	221	3.44	9.487
3.00	209	360	235	4.13	13.497
3.50	266	437	320	4.81	14.084
4.00	324	513	341	5.50	17.654
4.50	381	587	422	6.19	18.143
5.00	452	675	445	6.88	22.153
5.50	512	747	534	7.56	21.908
6.00	570	820	549	8.25	25.478
6.50	625	888	634	8.94	25.282
7.00	684	963	650	9.63	28.950
7.50	743	1038	735	10.31	29.243
8.00	808	1118	759	11.00	32.716
8.50	874	1221	843	11.69	35.454
9.00	942	1287	929	12.38	34.378
8.20	981	1344	946	11.28	37.215
8.59	1045	1407	1033	11.81	35.992
8.85	1102	1506	1055	12.17	41.811
8.98	1168	1601	1143	12.35	43.572
9.09	1230	1691	1240	12.50	44.599
9.17	1285	1776	1263	12.61	49.098
9.25	1341	1858	1347	12.72	50.271
9.39	1398	1941	1436	12.91	51.249
9.50	1514	2003	1546	13.06	46.261
9.72	1518	2262	1655	13.37	66.067



Gambar 5.13. Hubungan Momen Kelengkungan Pratt Truss

Tabel 5.6. Hubungan Momen – Kelengkungan Howe Truss

P (KN)	Δ_1 (10^{-2} mm)	Δ_2 (10^{-2} mm)	Δ_3 (10^{-2} mm)	Momen (KN.m)	Kelengkungan (10^{-5} /mm)
0	0	0	0	0	0
0.50	30.0	21.0	20.0	0.673	-0.439
1.00	68.5	95.0	58.0	1.345	3.484
1.50	110.0	186.0	94.0	2.018	9.218
2.00	146.0	197.0	126.0	2.690	6.694
2.50	187.5	287.0	159.0	3.363	12.483
3.00	232.5	299.0	198.0	4.035	9.191
3.50	280.0	382.0	242.0	4.708	13.278
4.00	336.0	405.0	300.0	5.380	9.547
4.50	395.5	496.0	363.0	6.053	12.812
5.00	467.0	587.0	434.0	6.725	14.979
5.50	524.5	679.0	506.0	7.398	17.970
6.50	601.5	714.0	609.0	8.743	11.934
7.00	682.0	815.0	673.0	9.415	15.089
7.57	735.0	898.0	732.0	10.182	18.052
8.00	785.5	982.0	782.0	10.760	21.756
8.50	844.0	1015.0	852.0	11.433	18.326
9.00	907.0	1111.0	931.5	12.105	21.043
9.56	979.0	1206.0	1029.0	12.858	22.167
9.80	989.0	1216.0	1042.5	13.181	21.975
9.68	1076.0	1395.0	1186.0	13.020	28.971
9.77	1115.0	1493.5	1265.0	13.141	33.306
9.80	1146.5	1594.5	1331.0	13.181	39.040
9.82	1172.0	1622.0	1388.0	13.208	37.531



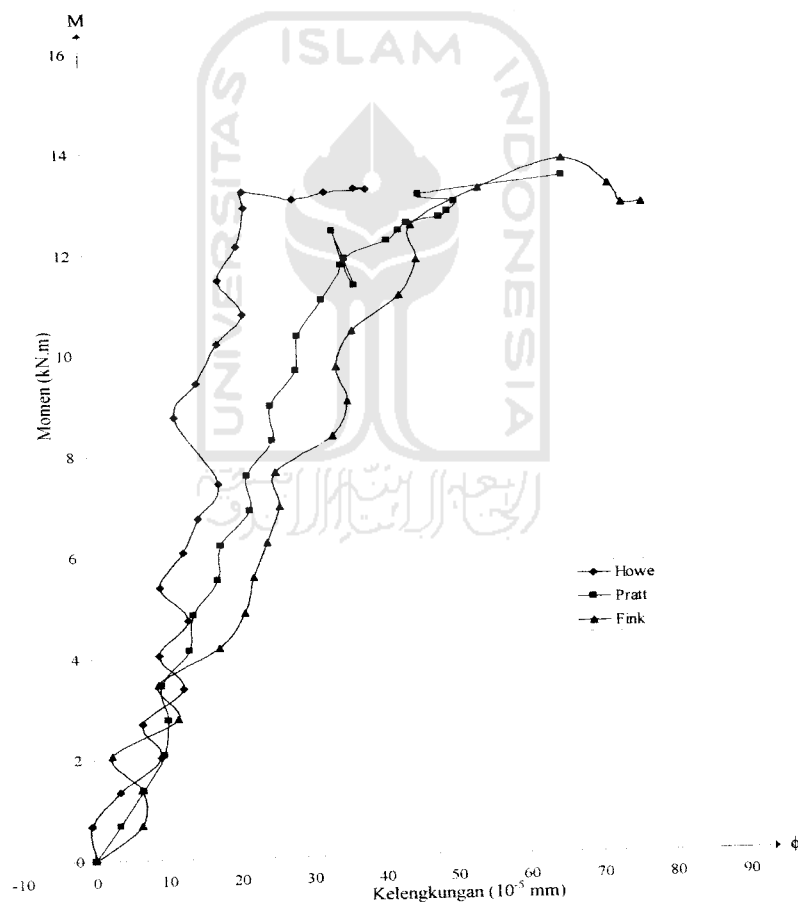
Gambar 5.15. Hubungan Momen Kelengkungan Howe Truss

5.6 Pengaruh Bentuk Truss Terhadap Momen Kelengkungan

Grafik hubungan momen dengan kelengkungan menunjukkan hal yang sesuai dari bentuk rangka batang, dimana $EI = \frac{M}{\phi}$ yang berarti semakin besar kelengkungan yang terjadi maka faktor kekakuan pada rangka batang tersebut akan semakin kecil.

Gambar 5.13 menunjukkan analisis rangka batang dari konfigurasi Fink, Pratt dan Howe.

Pratt dan Howe.



Gambar 5.13. Keberadaan bentuk rangka batang terhadap momen Kelengkungan

5.6.1. Analisis Truss Hasil Pengujian

Seperti halnya yang terjadi pada grafik beban dan lendutan, pada grafik momen dan kelengkungan menunjukkan bahwa rangka batang (*truss*) yang memiliki konfigurasi berbeda akan berpengaruh pada faktor kekakuan rangka batang. Untuk analisis *truss* hasil pengujian, momen dan kelengkungan diambil pada beban maksimum.

a. Fink Truss

$$M = 13,71 \text{ kNm} ; \phi = 66,055 \cdot 10^{-5} / \text{mm}$$

$$EI = \frac{M}{\phi}$$

$$EI = \frac{13710}{66,055 \cdot 10^{-5}} = 20755431,08 \text{ kNmm}^2$$

b. Pratt Truss

$$M = 12,38 \text{ kNm} ; \phi = 34,378 \cdot 10^{-5} / \text{mm}$$

$$EI = \frac{M}{\phi}$$

$$EI = \frac{12380}{34,378 \cdot 10^{-5}} = 36011402,64 \text{ kNmm}^2$$

c. Howe Truss

$$M = 13,181 \text{ kNm} ; \phi = 21,975 \cdot 10^{-5} / \text{mm}$$

$$EI = \frac{M}{\phi}$$

$$EI = \frac{13181}{21,975 \cdot 10^{-5}} = 59981797,50 \text{ kNmm}^2$$

5.6.2. Perbandingan Truss Hasil Pengujian

Gambar 5.13 menunjukkan hasil yang sama, dimana ternyata rangka Howe lebih kaku dari rangka yang lain.

a. Perbandingan antara Howe Truss dengan Pratt Truss

- Faktor kekakuan Howe Truss = 59981797,50 kNmm²
- Faktor kekakuan Pratt Truss = 36011402,64 kNmm²

Prosentase faktor kekakuan adalah

$$\frac{(59981797,50 - 36011402,64)}{59981797,50} \times 100\% = 39,96\%$$

dimana rangka Howe Truss ternyata 39,96 % lebih kaku dibandingkan rangka Pratt Truss.

b. Perbandingan antara Howe Truss dengan Fink Truss

- Faktor kekakuan Howe Truss = 59981797,50 kNmm²
- Faktor kekakuan Fink Truss = 20755431,08 kNmm²

Prosentase faktor kekakuan adalah

$$\frac{(59981797,50 - 20755431,08)}{59981797,50} \times 100\% = 65,40\%$$

dimana rangka Howe Truss ternyata 65,40 % lebih kaku dibandingkan rangka Fink Truss.

c. Perbandingan antara Pratt Truss dengan Fink Truss

- Faktor kekakuan Pratt Truss = 36011402,64 kNmm²
- Faktor kekakuan Fink Truss = 20755431,08 kNmm²

Prosentase faktor kekakuan adalah

$$\frac{(36011402,64 - 20755431,08)}{36011402,64} \times 100\% = 42,36\%$$

dimana rangka Howe Truss ternyata 42,36 % lebih kaku dibandingkan rangka Fink Truss.

5.7. TINJAUAN ANALITIS

Dari hasil pengujian pembebanan di laboratorium, beban maksimum yang didapat kemudian di masukan dalam SAP 2000 sehingga didapat gaya gaya batang. Gaya batang SAP 2000 dari beban maksimum hasil pengujian laboratorium ($P_{eksperimen}$) dibandingkan dengan hasil Analisis. Untuk analisis SAP 2000 terdapat pada lampiran lima.

5.7.1. Analisa Pengujian Tekuk Total

a. Batang Tekan (batang 7) Fink Truss

$$P_{eks} = 11,72 \text{ kN,}$$

$$L = 1617,79 \text{ mm}$$

$$A = 175 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 168200 \text{ mm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 31 \text{ mm}$$

$$I_y = 4640 \text{ mm}^4$$

$$r_y = r_{\min} = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 16,3 \text{ mm}$$

$$F_y = 527,912 \text{ Mpa}$$

$$Q = 0,838 \text{ (diambil dari tabel lampiran L 4-6)}$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{Q \cdot F_y}} = \sqrt{\frac{2,3,14^2 \cdot 200000}{0,838 \cdot 527,912}} = 94,47$$

$$\frac{KL}{r_{\min}} = \frac{1.1617,79}{16,3} = 99,25$$

Apabila KL/r lebih besar dari C_c maka tegangan kritisnya adalah

$$\begin{aligned} F_{cr} &= \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \\ &= \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5}{99,25^2} \\ &= 200,1798 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{cr} &= F_{cr} \cdot A \\ &= 200,1798 \cdot 175 \cdot 10^{-3} \\ &= 35,0315 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$P_{eks} < P_{cr} \longrightarrow \text{jadi batang tidak rusak}$$

b. Batang Tarik (Batang 1) Fink Truss

$$P_{eks} = 10,70 \text{ KN}$$

$$A = 175 \text{ mm}^2$$

$$F_y = 527,912 \text{ Mpa}$$

$$P_{cr} = F_y \cdot A$$

$$= 527,912 \cdot 175 \cdot 10^{-3}$$

$$= 92,3846 \text{ kN}$$

$$P_{eks} < P_{cr} \longrightarrow \text{jadi batang tidak rusak}$$

5.7.2. Analisa Pengujian Tekuk Lokal

Menurut Salmon dan Johnson (1976) sebagai berikut :

$$\text{Pada lip } \left(\frac{d}{t}\right) = \left(\frac{11}{1}\right) = 11$$

$$F_{cr_lip} = k_{lip} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{d}\right)^2, \text{ dengan nilai } k_{lip} = 0,425$$

$$F_{cr_lip} = 0,425 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5}{12 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \left(\frac{1}{11}\right)^2$$

$$= 596,95 \text{ Mpa}$$

$$\text{Pada sayap } \left(\frac{b}{t}\right) = \left(\frac{44}{1}\right) = 44 \text{ mm}$$

$$F_{cr_sayap} = k_{sayap} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2, \text{ dengan nilai } k_{sayap} = 4$$

$$F_{cr_sayap} = 4 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5}{12 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \left(\frac{1}{44}\right)^2$$

$$= 373,10 \text{ Mpa}$$

$$\text{Pada badan } \left(\frac{h}{t}\right) = \left(\frac{76}{1}\right) = 76 \text{ mm}$$

$$F_{cr_badan} = k_{badan} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{h}\right)^2, \text{ dengan nilai } k_{badan} = 4$$

$$F_{cr_badan} = 4 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5}{12 \cdot (1 - 0,3^2)} \cdot \left(\frac{1}{76}\right)^2$$

$$= 125,05 \text{ Mpa}$$

$$P_{cr} = F_{cr} \cdot A$$

$$\begin{aligned}
 &= 2.(F_{cr_{lip}} \cdot A_{lip}) + 2.(F_{cr_{syp}} \cdot A_{syp}) + (F_{cr_{bdn}} \cdot A_{bdn}) \\
 &= 2.(596,95 \cdot 11) + 2.(373,10 \cdot 44) + (125,05 \cdot 76) \\
 &= 55,4695 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$P_{eks} < P_{cr}$ \longrightarrow jadi batang tidak rusak

Jika : $P_{eks} > P_{cr}$ \longrightarrow Batang rusak
 $P_{eks} < P_{cr}$ \longrightarrow Batang tidak rusak

Dengan cara yang sama seperti perhitungan di atas akan didapatkan hasil perhitungan yang ditampilkan pada tabel-tabel berikut.

Tabel 5.7. Kekuatan Batang Tekan Struktur Fink Truss

Batang	Peks (kN)	L (mm)	KL/r	Fcr (Mpa)	Pcr_total (kN)	Pcr_lokal (kN)	Keterangan	
4	11.72	1617.79	99.2509	200.1798	35.0315	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
5	11.23	1617.79	99.2509	200.1798	35.0315	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
6	11.23	1617.79	99.2509	200.1798	35.0315	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
7	11.72	1617.79	99.2509	200.1798	35.0315	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
9	0.89	1571.29	96.3982	212.2031	37.1355	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
10	0.89	1571.29	96.3982	212.2031	37.1355	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal

Tabel 5.8. Kekuatan Batang Tarik Struktur Fink Truss

Batang	Peks (kN)	Pcr_total=Fy.A (kN)	Pcr_lokal (kN)	Keterangan	
1	10.70	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
2	10.91	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
3	10.70	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
8	0.19	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
11	0.19	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal

Tabel 5.9. Kekuatan Batang Tekan Struktur Pratt Truss

Batang	Peks (kN)	L (mm)	KL/r	Fcr (Mpa)	Pcr_total (kN)	Pcr_lokal (kN)	Keterangan	
4	10.16	1617.79	99.2509	200.1798	38.8407	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
5	9.02	1617.79	99.2509	200.1798	38.8407	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
6	9.02	1617.79	99.2509	200.1798	38.8407	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
7	10.16	1617.79	99.2509	200.1798	38.8407	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
9	1.70	1928.46	118.3104	140.8780	24.6537	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
10	1.70	1928.46	118.3104	140.8780	24.6537	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal

Tabel 5.10. Kekuatan Batang Tarik Struktur Pratt Truss

Batang	Peks (kN)	Pcr_total=Fy.A (kN)	Pcr_lokal (kN)	Keterangan	
1	9.28	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
2	9.63	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
3	9.28	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
8	40.30	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
11	40.30	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal

Tabel 5.11. Kekuatan Batang Tekan Struktur Howe Truss

Batang	Peks (kN)	L (mm)	KL/r	Fcr (Mpa)	Pcr_total (kN)	Pcr_lokal (kN)	Keterangan	
5	11.08	1617.79	99.2509	200.1798	35.0315	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
6	11.22	1617.79	99.2509	200.1798	35.0315	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
7	11.22	1617.79	99.2509	200.1798	35.0315	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
8	11.08	1617.79	99.2509	200.1798	35.0315	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
9	0.37	606.00	37.1779	408.1324	71.4232	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
11	1.32	1212.00	74.3558	305.3594	53.4379	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
13	0.37	606.00	37.1779	408.1324	71.4232	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal

Tabel 5.12. Kekuatan Batang Tarik Struktur Howe Truss

Batang	Peks (kN)	Pcr_total=Fy.A (kN)	Pcr_lokal (kN)	Keterangan	
1	10.12	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
2	9.12	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
3	9.12	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
4	10.12	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
10	1.38	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal
12	1.38	92.3846	55.4695	Peks<Pcr_total	Peks<Pcr_lokal

5.8. Pembahasan

Dari penelitian didapatkan hubungan beban (P) dan lendutan (Δ), yang menghasilkan nilai kekakuan. Nilai kekakuan didapat dari diagram P/Δ , sehingga diperoleh kekakuan pada setiap bentuk rangka batang.

Beban maksimum yang dapat dipikul serta lendutan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.13

Tabel 5.13 Beban maksimum dan lendutan yang terjadi pada masing masing rangka batang

Tipe rangka Batang	Beban Maksimum (kN)	Lendutan (10^{-2} .mm)
Fink	9.9	2115
Pratt	9	1287
Howe	9.8	1216

Beban maksimum yang dapat didukung rangka batang berkisar antara 9 kN sampai 9,9 kN, sedangkan lendutan yang terjadi berkisar antara 12,16 mm sampai 21,15 mm. Hal tersebut menunjukkan bahwa salah satu model mempunyai kekakuan dan kekuatan yang lebih besar dari model yang lain, sehingga dalam penelitian ini disimpulkan bahwa, dari ke-3 model benda uji, yaitu rangka batang Howe mempunyai kekakuan yang lebih besar dari rangka batang Pratt dan Fink, dan rangka batang Fink mempunyai kekuatan yang lebih besar dari rangka batang Howe dan Pratt.

Panjang batang dinding dari ke-3 rangka batang kuda-kuda di atas diketahui bahwa rangka batang Fink mempunyai panjang batang yang paling pendek dibandingkan dengan rangka batang Pratt dan Howe, dimana panjang batang untuk Fink adalah 4,7139 m, Pratt adalah 5,0689 m, dan Howe adalah 5,6596 m.

Mengacu pada rumus Hooke $\Delta = PL/AE$, maka pada rangka batang akan mengalami deformasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa deformasi berpengaruh pada kekakuan suatu komponen kuda-kuda rangka batang, semakin besar deformasi maka semakin kecil kekakuan komponen kuda-kuda rangka batang tersebut. Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran lima.