

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kekakuan suatu rangka batang diketahui berdasarkan uji lentur yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Rekayasa, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Uji lentur dilakukan dengan memberikan beban pada puncak struktur secara bertahap dengan kenaikan beban sebesar 0,875 kN. Setiap kenaikan beban dilakukan pencatatan lendutan pada tiga titik yang telah ditentukan guna mengetahui kekuatan dari struktur rangka batang. Uji pendahuluan yang meliputi uji tarik dan uji tekan dari profil yang digunakan sebagai elemen struktur kuda-kuda. Hasil penelitian yang disertai pembahasannya akan disajikan sebagaimana berikut.

#### 5.1 Hasil Pegujian Kuat Tarik Baja

Benda uji kuat tarik baja menggunakan profil *lipped channal* 60x22x8 tebal 1,2mm dan 70x22x8 tebal 1,2mm yang dibentuk sesuai dengan bentukan benda uji sebanyak 3 benda uji dengan profil yang sama. Pelaksanaan pengujian menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM) Merk Shimatzu Type UMH-30* yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Hasil Pengujian diperoleh data beban leleh dan beban maksimum dari benda uji. Dan hasil penghitungan tegangan leleh dan tegangan tarik benda uji seperti Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

**Tabel 5.1** Hasil Uji Kuat Tarik Baja channel 60 x 22 x 8 x 1,2

No	Nilai Hasil Uji	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Rata-rata
1	Beban leleh ( Kg )	240	287,5	227,5	251,667
2	Beban maksimum (Kg)	385	385	360	376,667
3	Tegangan leleh ( fy ) (Mpa)	100,000	118,899	92,933	103,944
4	Tegangan maksimum ( Fu ) (Mpa)	160,417	157,155	147,059	154,877

**Tabel 5.2** Hasil Uji Kuat Tarik Baja channel 70 x 22 x 8 x 1,2

No	Nilai Hasil Uji	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Rata-rata
1	Beban leleh ( Kg )	252,5	296	235,5	341,667
2	Beban maksimum (Kg)	387,5	400	377,5	388,333
3	Tegangan leleh ( fy ) (Mpa)	105,208	123,333	98,125	108,889
4	Tegangan maksimum ( Fu ) (Mpa)	161,458	166,667	157,292	161,806

## 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Baja

Benda kuat tekan baja dari profil *lipped channel* 60 x 22 x 8 tebal 1,2mm dan 70 x 22 x 10 x 1,2mm sebanyak 3 benda uji dengan profil yang sama. Pelaksanaan pengujian menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)* Merk *Shimadzu Type UMH-30* yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Hasil pengujian didapat nilai beban maksimum. Dan hasil penghitungan kuat desak benda uji seperti pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

**Tabel 5.3** Hasil uji kuat tekan profil 60 x 22 x 8 x 1,2

No	Nilai Hasil Uji	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3
1	Panjang benda uji ( cm )	50	50	50
2	Beban maksimum ( Kg )	1160	1335	1390
3	$F_{cr}$ ( Mpa )	80,556	92,708	96,528
5	$F_{cr}$ rata - rata ( Mpa )	89,931		

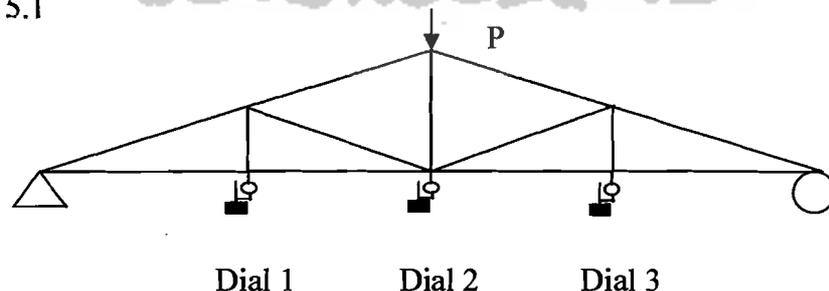
**Tabel 5.4** Hasil uji kuat tekan profil 70 x 22 x 8 x 1,2

No	Nilai Hasil Uji	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3
1	Panjang benda uji ( cm )	50	50	50
2	Beban maksimum ( Kg )	1320	1315	1465
3	$F_{cr}$ ( Mpa )	84,615	84,295	93,91
5	$F_{cr}$ rata - rata ( Mpa )	87,607		

### 5.3 Hubungan Beban – Lendutan Uji Lentur Kuda-kuda

#### 5.3.1 Kurva Beban – Lendutan Hasil Pengujian

Pelaksanaan uji lentur dari empat benda uji dilakukan dengan pemberian beban pada puncak struktur dengan kenakian beban sebesar 0,875 KN hingga benda uji mengalami kerusakan. Pencatatan lendutan / penurunan dilakukan pada 3 titik yang telah ditentukan setiap kenaikan beban. Seperti yang tergambar pada Gambar 5.1

**Gambar 5.1** Penempatan Dial pada Rangka Kuda-kuda

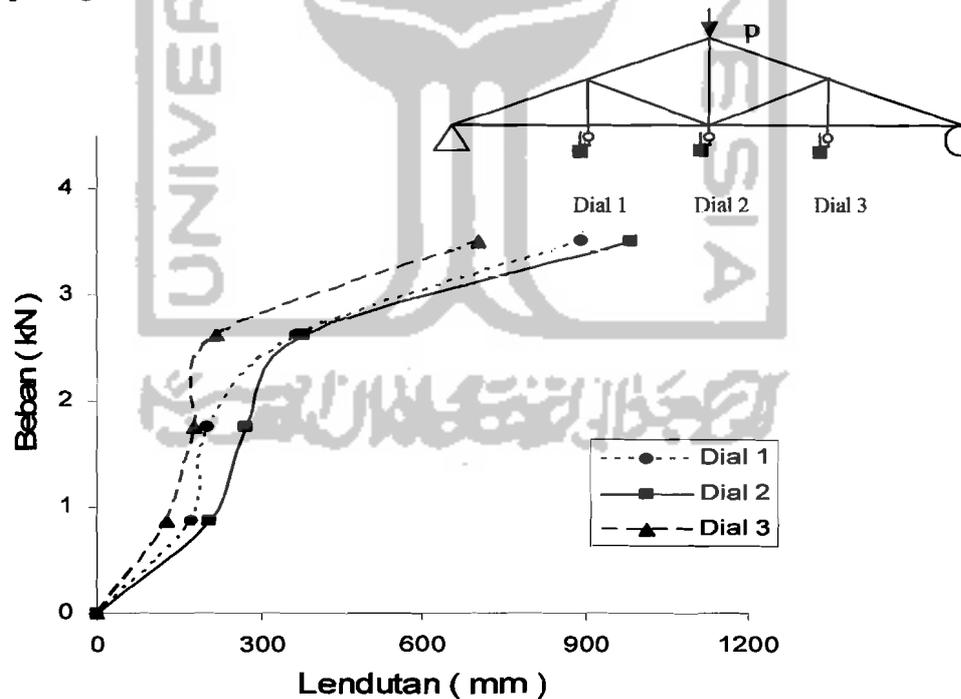
#### a. Benda Uji 1 ( tanpa batang nol)

Merupakan Rangka Kuda – kuda Howe tanpa batang nol dengan Profil *Lipped Channal* 60 x 22 x 10 x 1,2 mm. Data-data berupa hasil pembacaan dial disajikan pada Tabel 5.5 dan untuk lebih memperjelas disajikan grafik hubungan beban – lendutan.

**Tabel 5.5** Hubungan beban dan lendutan benda uji 1

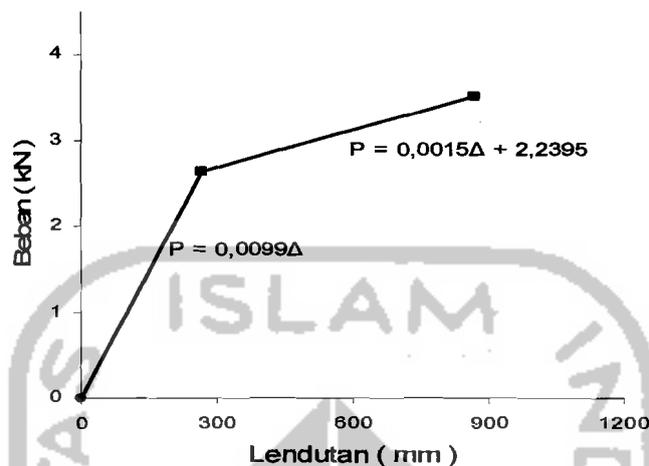
Beban (kN)	Dial 1 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 2 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 3 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )
0	0	0	0
0,875	175	205	127
1,750	202	274	177
2,625	369	382	220
3,500	894	985	705

Berdasarkan data diatas dibuat grafik hubungan beban – lendutan benda uji 1 seperti pada gambar 5.2



**Gambar 5.2** Grafik Hubungan beban – lendutan benda uji 1

Berdasarkan Gambar 5.2, maka dibuat regresi data dial 2 yang ditunjukkan pada Gambar 5.3.



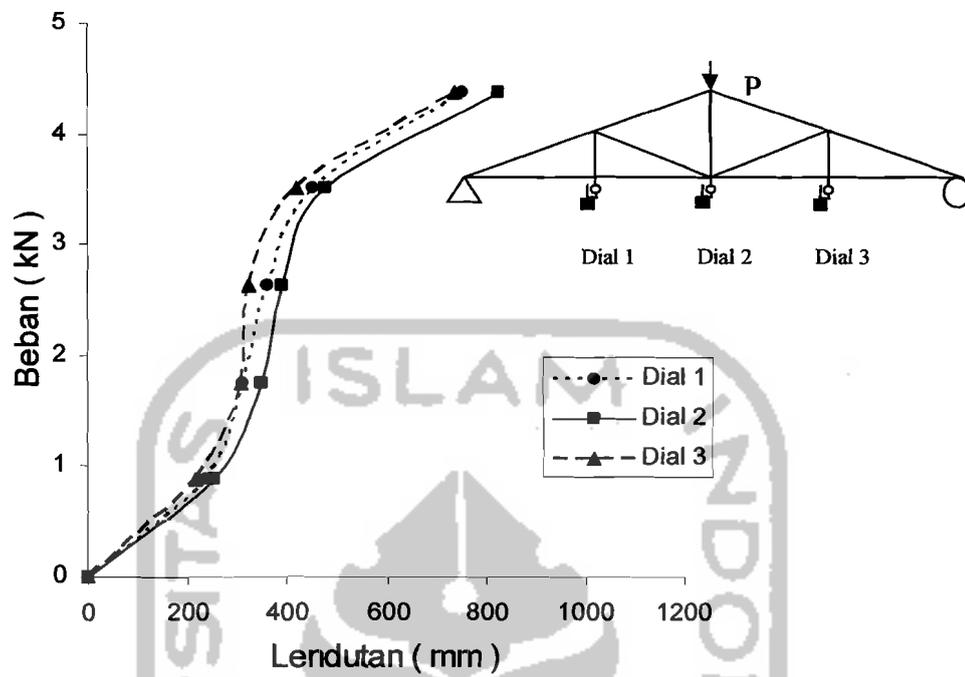
**Gambar 5.3** Regresi hubungan beban – lendutan benda uji 1

#### b. Benda Uji 2

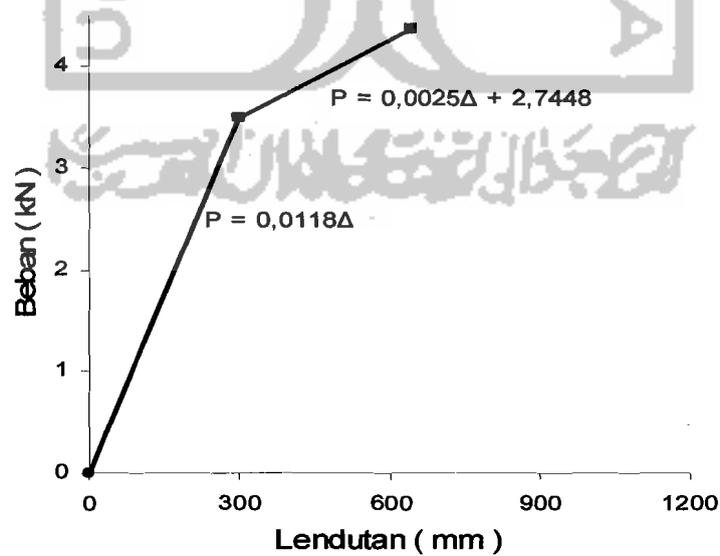
Rangka Kuda – kuda Howe dengan batang nol Profil *Lipped Channal* 60 x 22 x 10 x 1,2 mm. Hasil pengujian beban – lendutan yang terjadi disajikan pada tabel 5.6 dan grafik hubungan beban – lendutan ditampilkan pada Gambar 5.4 dan hasil regresi ditunjukkan pada Gambar 5.5

**Tabel 5.6** Hubungan beban dan lendutan benda uji 2

Beban (kN)	Dial 1 ( mm ) ( *10 <sup>-2</sup> )	Dial 2 ( mm ) ( *10 <sup>-2</sup> )	Dial 3 ( mm ) ( *10 <sup>-2</sup> )
0,000	0	0	0
0,875	238	257	219
1,750	312	350	311
2,625	364	391	327
3,500	452	480	420
4,375	751	825	735



Gambar 5.4 Grafik hubungan beban – lendutan benda uji 2



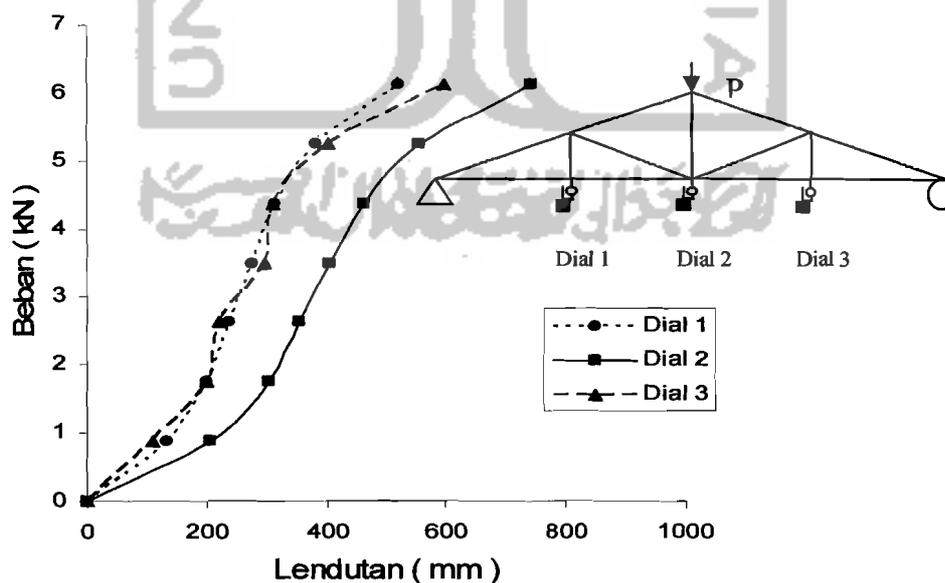
Gambar 5.5 Regresi hubungan beban – lendutan benda uji 2

### c. Benda Uji 3

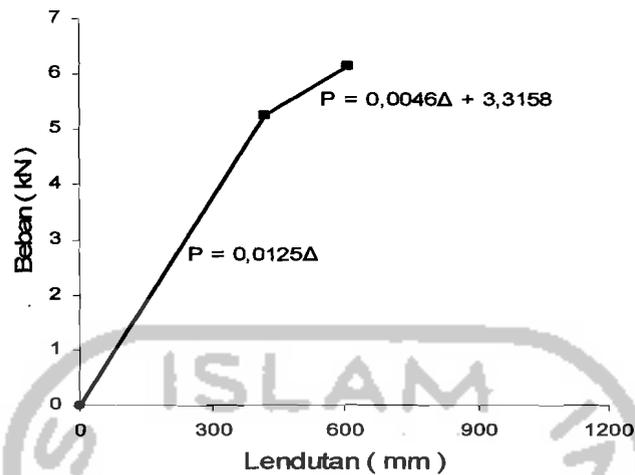
Rangka Kuda – kuda Howe tanpa batang nol dengan Profil *Lipped Channal* 70 x 22 x 10 x 1,2 mm. Untuk Hasil pengujian beban – lendutan yang terjadi disajikan pada Tabel 5.7 dan grafik hubungan beban - lendutan ditampilkan pada Gambar 5.6 dan hasil regresi ditunjukkan pada Gambar 5.7.

**Tabel 5.7** Hubungan beban dan lendutan benda uji 3

Beban (kN)	Dial 1 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 2 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 3 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )
0,000	0	0	0
0,875	133	204	110
1,750	200	300	197
2,625	236	353	220
3,500	275	405	293
4,375	312	461	309
5,250	379	554	400
6,125	519	744	595



**Gambar 5.6** Grafik hubungan beban – lendutan benda uji 3



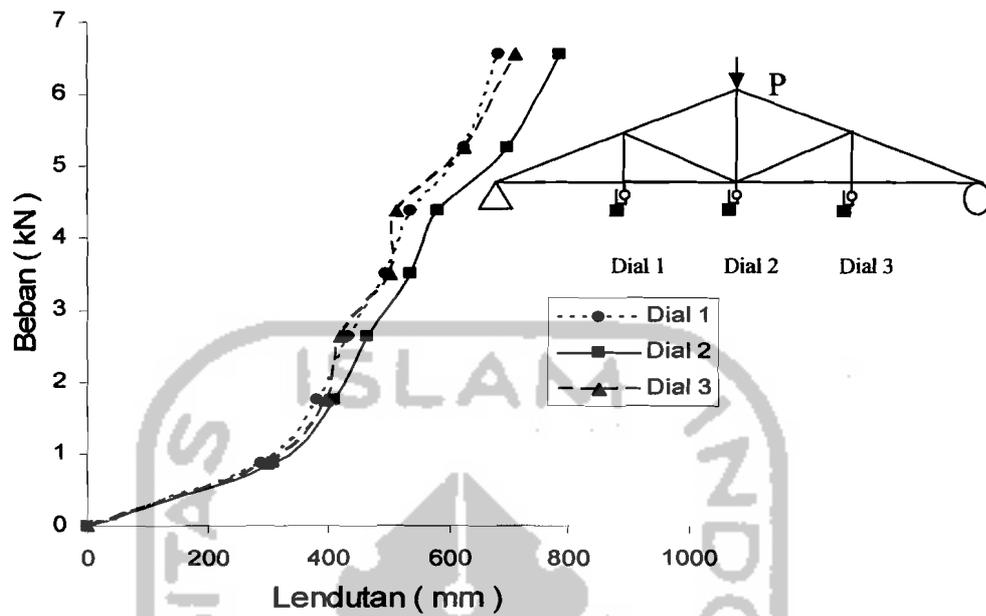
**Gambar 5.7** Regresi hubungan beban – lendutan benda uji 3

#### d. Benda Uji 4

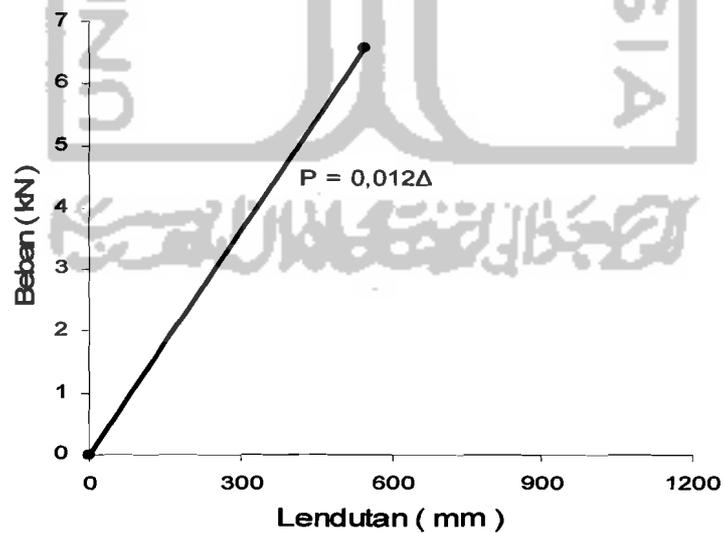
Rangka Kuda – kuda Howe tanpa batang nol dengan Profil *Lipped Channal* 70 x 22 x 10 x 1,2 mm. Untuk Hasil pengujian beban – lendutan yang terjadi disajikan pada Tabel 5.8 dan grafik hubungan beban - lendutan ditampilkan pada Gambar 5.8 dan hasil regresi ditunjukkan pada Gambar 5.9

**Tabel 5.8** Hubunga beban dan lendutan benda uji 4

Beban (kN)	Dial 1 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 2 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 3 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )
0	0	0	0
0,87	289	312	300
1,75	382	410	396
2,62	432	465	421
3,50	496	535	501
4,37	537	580	513
5,25	624	695	625
6,56	684	785	710



Gambar 5.8 Grafik hubungan beban – lendutan benda uji 4



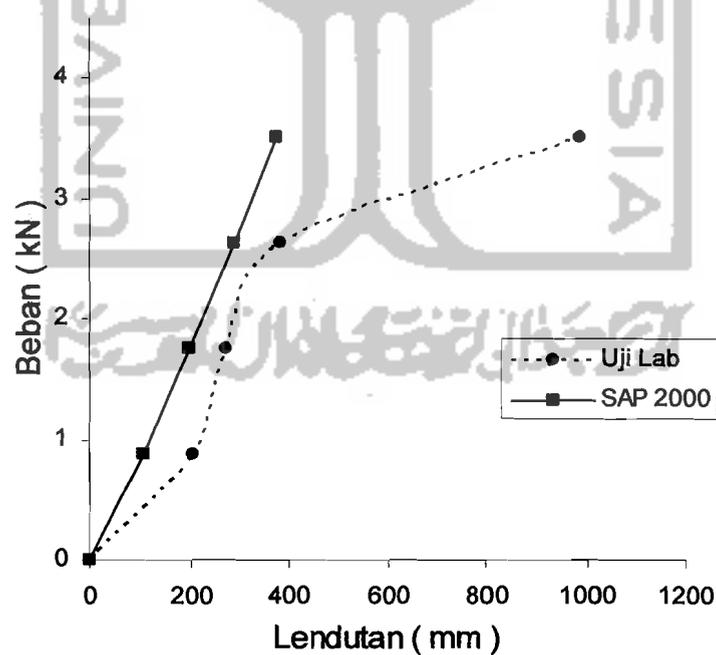
Gambar 5.9 Regresi hubungan beban – lendutan benda uji 4

### 5.3.2 Kurva Hubungan Beban – Lendutan Analisis SAP 2000 dan Hasil Lab

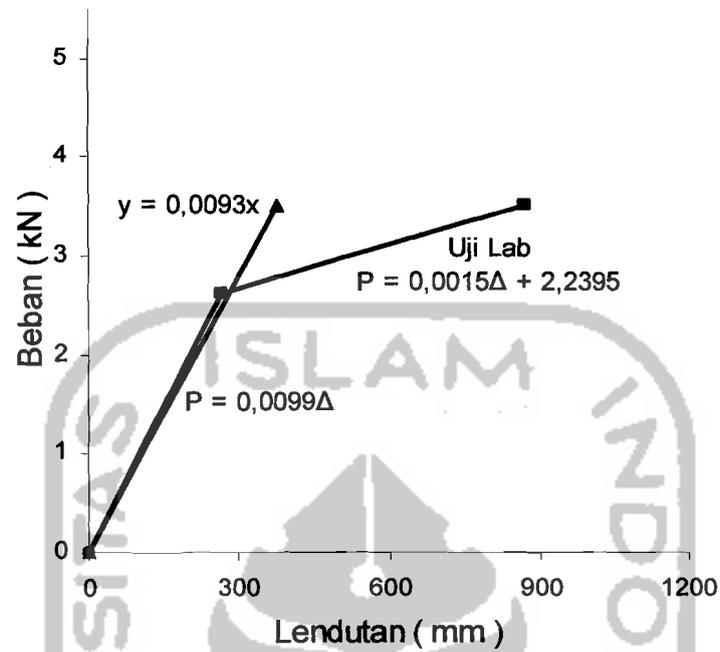
Hubungan beban – lendutan yang didapat dari SAP 2000 berdasarkan data laboratorium disajikan pada Tabel 5.9 dan grafik hubungan beban – lendutan dan hasil regresi dari data tersebut seperti pada Gambar 5.10 dan Gambar 5.11

**Tabel 5.9** Hubungan beban – lendutan analisis SAP 2000 benda uji 1

No	Beban (kN)	Dial 1 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 2 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 3 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )
1	0,000	0	0	0
2	0,875	86	171	86
3	1,750	157	314	157
4	2,625	227	454	227
5	3,500	298	597	298



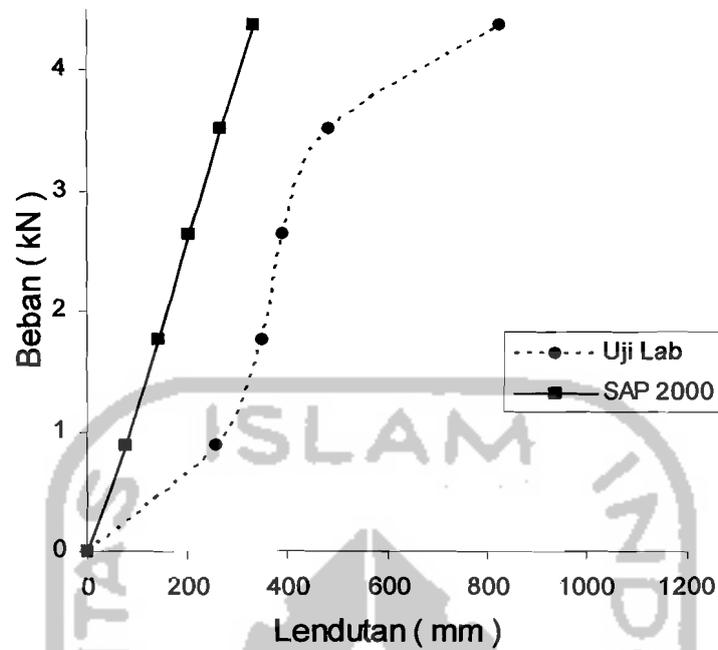
**Gambah 5.10** Grafik Beban – Lendutan analisis SAP 2000 benda uji 1



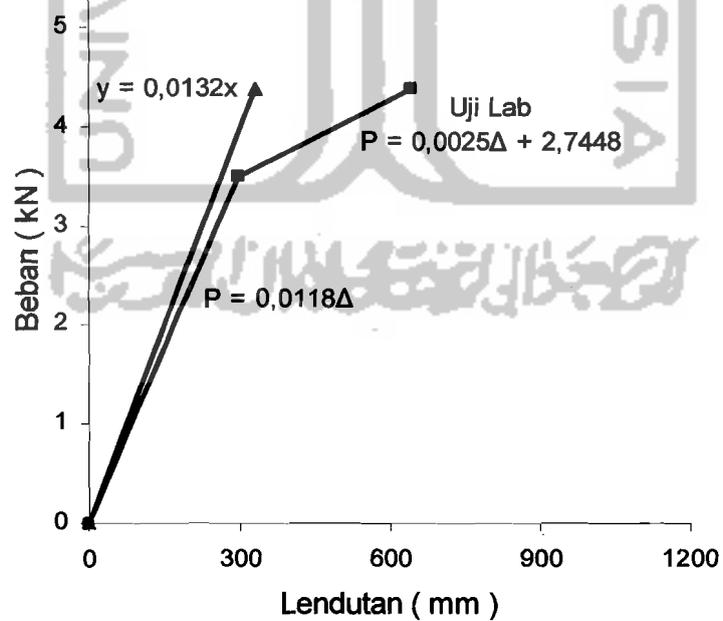
**Gambah 5.11** Regresi Beban – Lendutan analisis SAP 2000 benda uji 1

**Tabel 5.10** Hubungan beban – lendutan analisis SAP 2000 benda uji 2

No	Beban (kN)	Dial 1 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 2 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 3 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )
1	0,000	0	0	0
2	0,875	156	176	156
3	1,750	279	318	279
4	2,625	400	459	400
5	3,500	523	602	523
6	4,375	646	743	646



Gambar 5.12 Grafik Beban – Lendutan analisis SAP 2000 benda uji 2

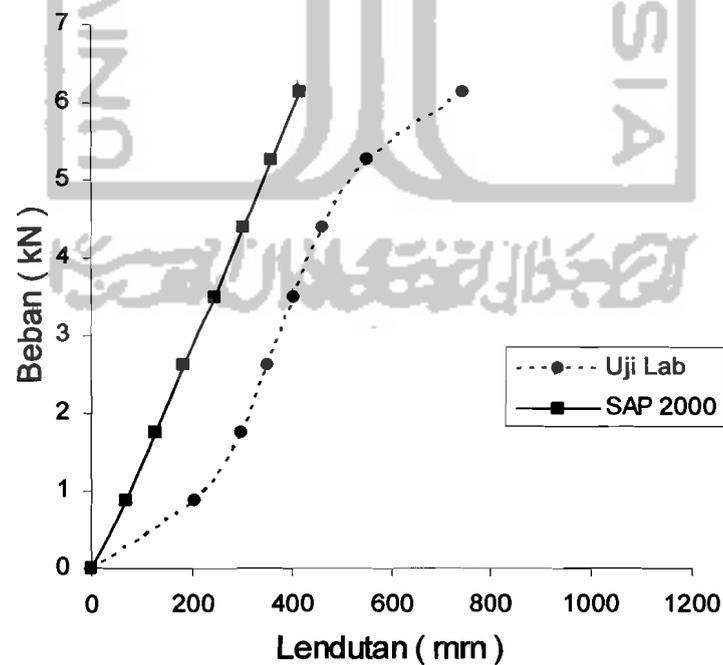


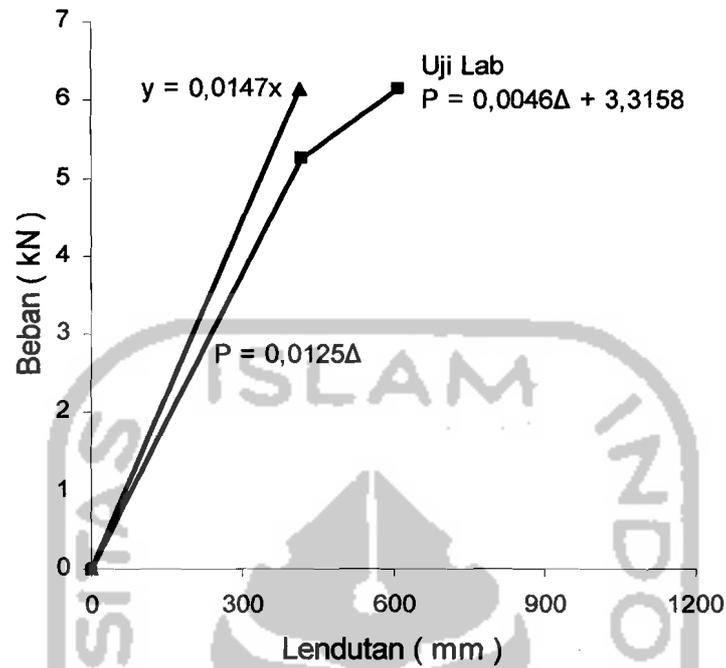
Gambar 5.13 Regresi Beban – Lendutan analisis SAP 2000 benda uji 2



**Tabel 5.10** Hubungan beban – lendutan analisis SAP 2000 benda uji 3

No	Beban (kN)	Dial 1 (mm) ( $\cdot 10^{-2}$ )	Dial 2 (mm) ( $\cdot 10^{-2}$ )	Dial 3 (mm) ( $\cdot 10^{-2}$ )
1	0,000	0	0	0
2	0,875	50	100	50
3	1,750	91	182	91
4	2,625	131	263	131
5	3,500	172	345	172
6	4,375	213	426	213
7	5,250	254	507	254
8	6,125	294	589	294

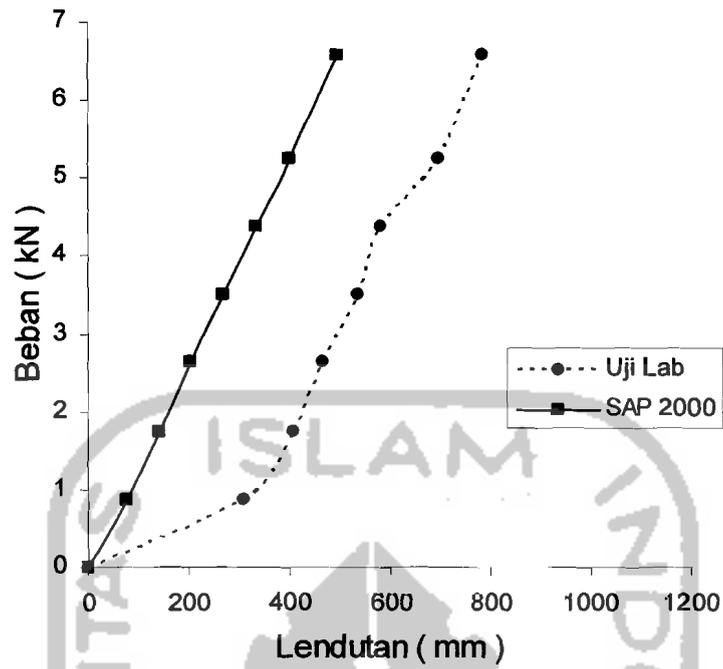
**Gambar 5.14** Grafik Beban – Lendutan analisis SAP 2000 bebda uji 3



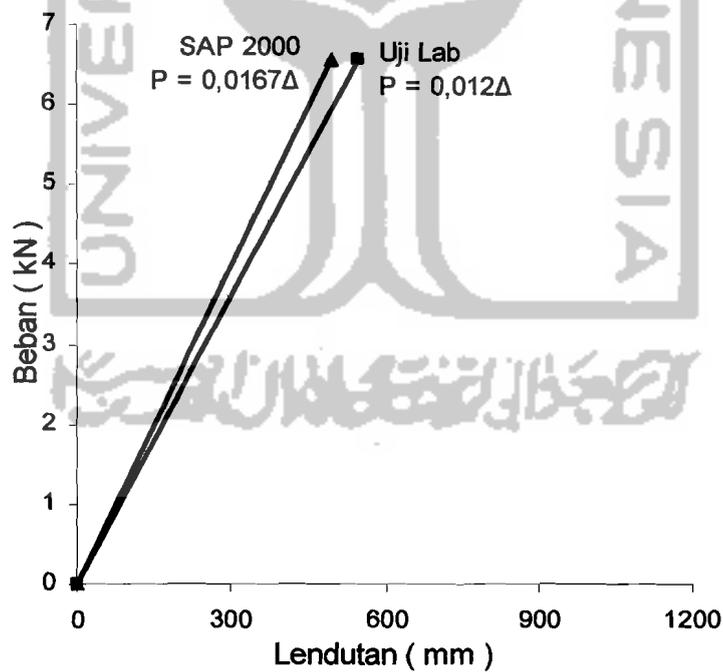
**Gambah 5.15** Regresi Beban – Lendutan analisis SAP 2000 bebda uji 3

**Tabel 5.9** Hubungan beban – lendutan analisis SAP 2000 benda uji 4

No	Beban (kN)	Dial 1 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 2 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )	Dial 3 (mm) (*10 <sup>-2</sup> )
1	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,875	109,132	123,872	109,132
3	1,750	197,152	225,821	197,152
4	2,625	284,171	326,611	284,171
5	3,500	372,190	428,559	372,190
6	4,375	459,709	529,928	459,709
7	5,250	547,228	631,298	547,228
8	6,562	678,256	783,062	678,256



**Gambar 5.10** Grafik hubungan beban – lendutan analisis SAP 2000

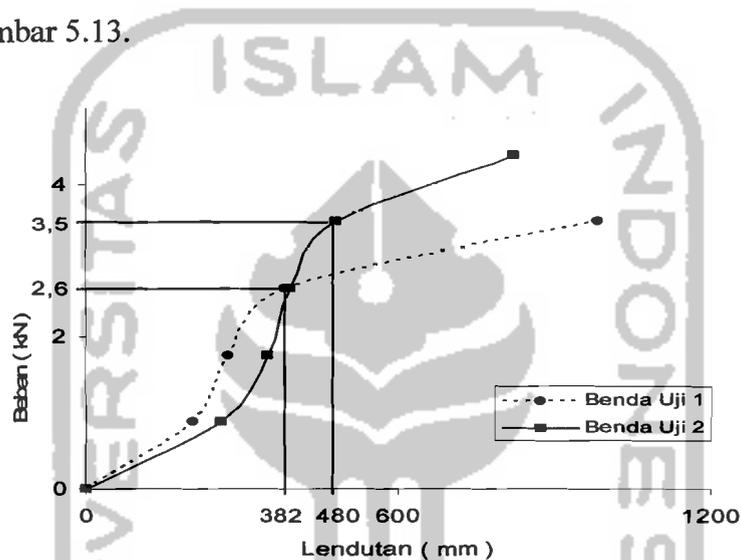


**Gambar 5.11** Regresi hubungan beban – lendutan analisis SAP 2000

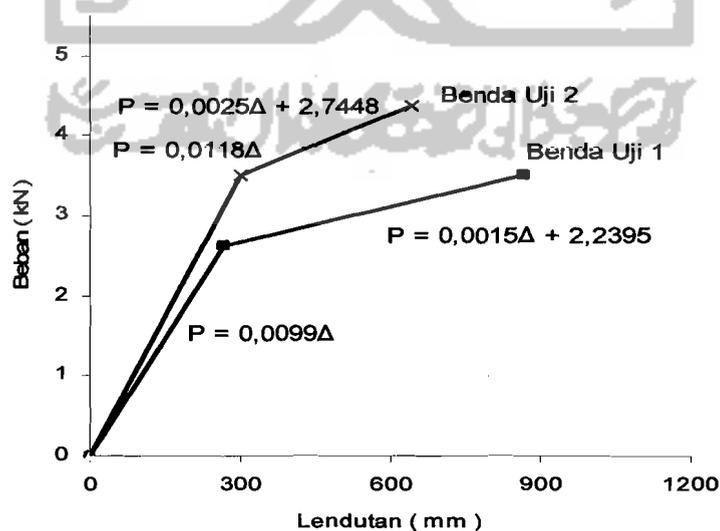
### 5.3.3 Analisis Kekakuan Rangka Batang

Grafik hubungan beban – lendutan rangka kuda-kuda dengan ukuran profil yang sama tiap benda uji pada beban maksimum dibandingkan seperti pada Gambar 5.10 dan Gambar 5.12, kemiringan grafik hubungan beban – lendutan merupakan nilai kekakuan struktur,  $k = \text{tg}\alpha = \frac{Py}{\Delta y}$ , yang terlihat pada Gambar

5.11 dan Gambar 5.13.



Gambar 5.10 Grafik Hubungan Beban (P) – Lendutan ( $\Delta$ )

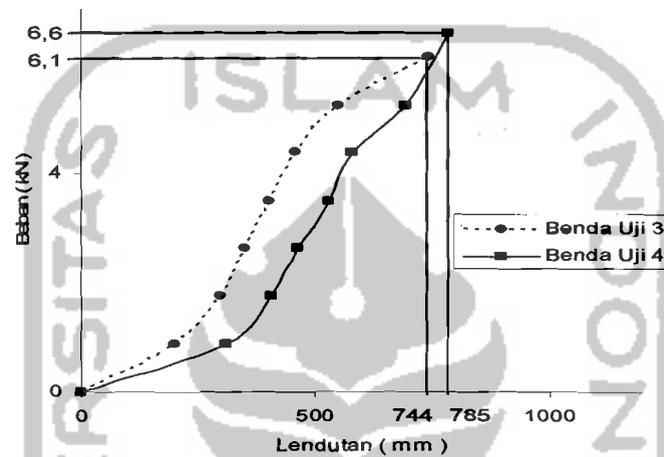
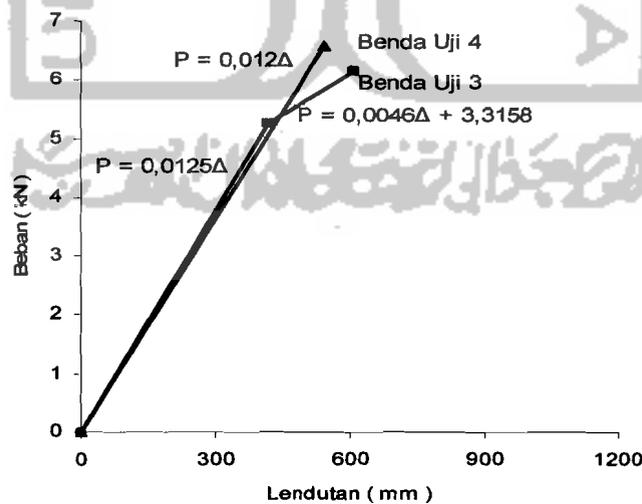


Gambar 5.11 Regresi Hubungan Beban – Lendutan

**Tabel 5.10** Analisis Perbandingan Nilai kekakuan (Profil C60x22x8x1,2)

Benda Uji 1 dan 2

Benda Uji	P yield (kN)	$\Delta$ yield (mm)	Kekakuan (k) (kN/mm)	(k/k)
1 (Tanpa Batang Nol)	2,624993	3,82	0,687	0,942
2 (Dengan Batang Nol)	3,499991	4,80	0,729	

**Gambar 5.12** Grafik Hubungan Beban (P) – Lendutan ( $\Delta$ )**Gambar 5.13** Regresi Hubungan Beban – Lendutan

**Tabel 5.11** Analisis Perbandingan Nilai kekakuan (profil C70x22x8x1,2)

## Benda Uji 3 dan 4

Benda Uji	P yield ( kN )	Δ yield ( mm )	Kekakuan ( k ) ( kN / mm )	( k / k )
3 (Tanpa Batang Nol)	6,124985	7,44	0,823	0,985
4 (Dengan Batang Nol)	6,562484	7,85	0,836	

Empat benda uji rangka kuda-kuda howe dengan batang nol dan kuda-kuda howe tanpa batang nol dengan beda profil diperoleh perbedaaan lendutan dari masing-masing benda uji, menggunakan persamaan  $k = tg\alpha = \frac{Py}{\Delta y}$ , nilai kekakuan untuk masing masing benda uji terlihat pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.11 di diatas.

Berdasarkan gambar 5.10 dan perhitungan kekakuan pada tabel 5.10, benda uji 1 memiliki nilai kekakuan sebesar 0,687 kN/mm dan benda uji 2 memiliki nilai kekakuan sebesar 0,729 kN/mm, sehingga dapat diperoleh nilai perbandingan kekakuan benda uji 1 dan kekakuan benda uji 2 sebesar 0,942.

Berdasarkan gambar 5.12 dan perhitungan kekakuan pada tabel 5.11, benda uji 3 memiliki nilai kekakuan sebesar 0,823 kN/mm dan benda uji 4 memiliki nilai kekakuan sebesar 0,836 kN/mm, sehingga dapat diperoleh nilai perbandingan kekakuan benda uji 3 dan kekakuan benda uji 4 sebesar 0,985.

#### 5.4 Hubungan Momen - Kelengkungan

Dari hasil penelitian didapatkan data beban ( $P$ ) – lendutan ( $\Delta$ ), sehingga dapat dicari momen ( $M$ ) – kelengkungan ( $\phi$ ) rumus yang dipakai dalam perhitungan ini adalah:

$$\text{Kelengkungan (pers 3.60)} : \phi = \frac{\Delta_1 - 2\Delta_2 + \Delta_3}{\Delta x^2}$$

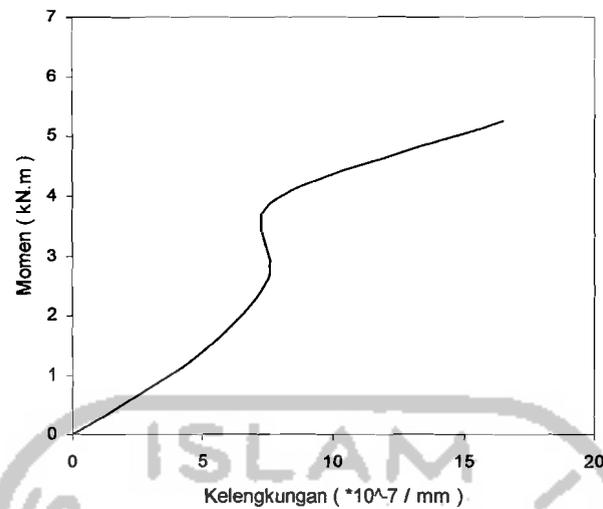
$$\text{Momen} = \frac{1}{4} \times P \times L$$

##### 5.4.1 Hubungan momen ( $P$ ) - Kelengkungan ( $\phi$ ) Hasil Pengujian

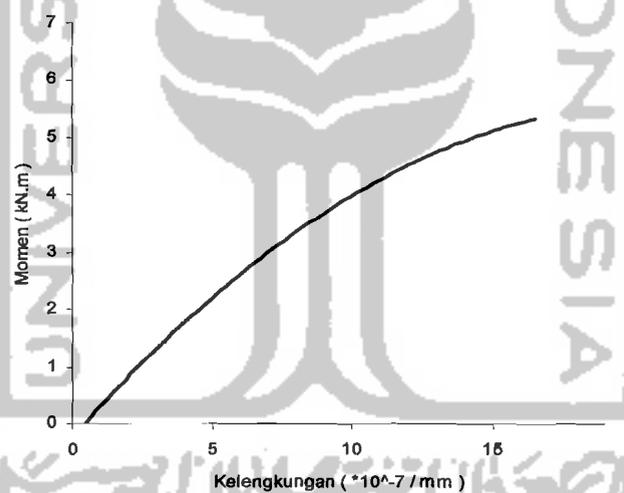
Seperti halnya yang terjadi pada grafik beban dan lendutan, pada grafik momen dan kelengkungan menunjukkan bahwa rangka batang *truss* memiliki faktor kekakuan seperti pada tabel 5.11

**Table 5.11** Hubungan momen - kelengkungan benda uji 1

Beban (kN)	Pembacaan dial ( $\cdot 10^{-2}$ mm)			Momen (kN.m)	Kelengkungan ( $\cdot 10^{-5}$ /mm)
	Dial 1	Dial 2	Dial 3		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,875	1,750	2,050	1,270	1,312	4,800
1,750	2,020	2,740	1,770	2,625	7,511
2,625	3,690	3,820	2,200	3,937	7,778
3,500	8,940	9,850	7,050	5,250	16,489



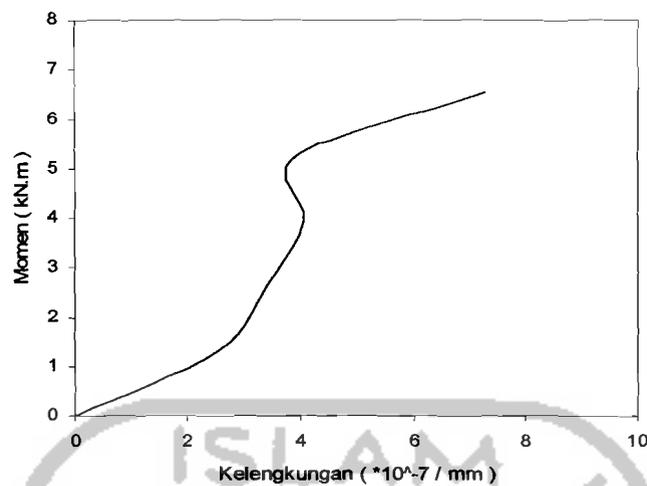
**Gambar 5.14** Grafik Hubungan momen - kelengkungan benda uji 1



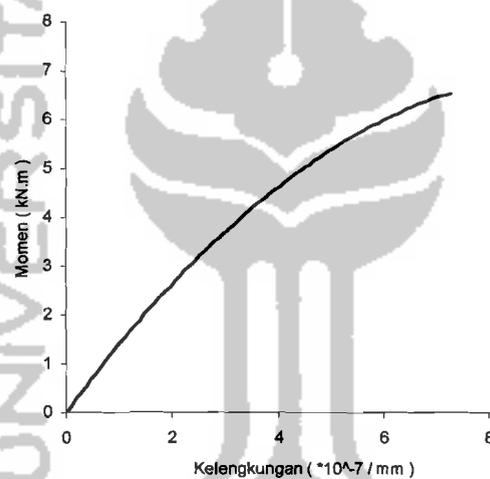
**Gambar 5.15** Regresi Hubungan Momen - kelengkungan benda uji 1

**Table 5.12** Hubungan momen - kelengkungan benda uji 2

Beban (kN)	Pembacaan dial ( $\cdot 10^{-2} \text{ mm}$ )			Momen (kN.m)	Kelengkungan ( $\cdot 10^{-5} / \text{mm}$ )
	Dial 1	Dial 2	Dial 3		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,875	2,38	2,57	2,19	1,312	2,533
1,750	3,12	3,50	3,11	2,625	3,422
2,625	3,64	3,91	3,27	3,937	4,044
3,500	4,52	4,80	4,20	5,250	3,911
4,375	7,51	8,25	7,35	6,562	7,289



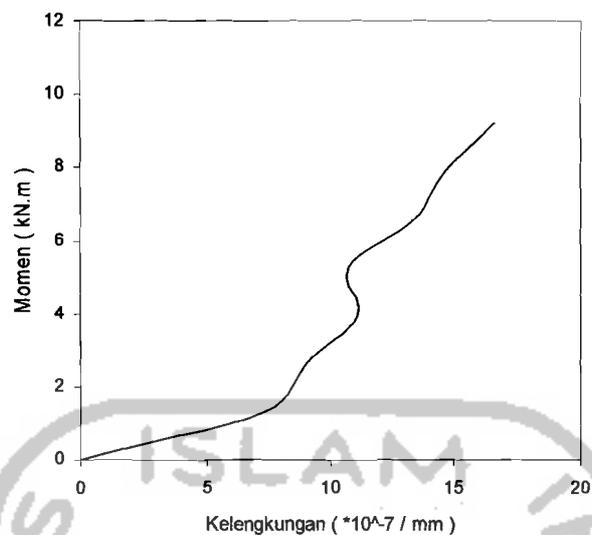
**Gambar 5.16** Grafik Hubungan momen - kelengkungan benda uji 2



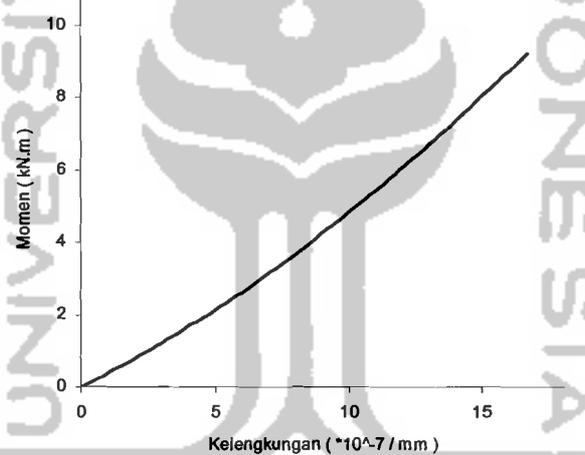
**Gambar 5.17** Regresi Hubungan Momen - kelengkungan benda uji 2

**Table 5.13** Hubungan momen - kelengkungan benda uji 3

Beban (kN)	Pembacaan dial ( $\cdot 10^{-2} \text{ mm}$ )			Momen (kN.m)	Kelengkungan ( $\cdot 10^{-5} / \text{mm}$ )
	Dial 1	Dial 2	Dial 3		
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
0,875	1,33	2,04	1,10	1,312	7,3330
1,750	2,00	3,00	1,97	2,625	9,0220
2,625	2,36	3,53	2,20	3,937	11,111
3,500	2,75	4,05	2,93	5,250	10,756
4,375	3,12	4,61	3,09	6,562	13,378
5,250	3,79	5,54	4,00	7,875	14,622
6,125	5,19	7,44	5,95	9,187	16,622



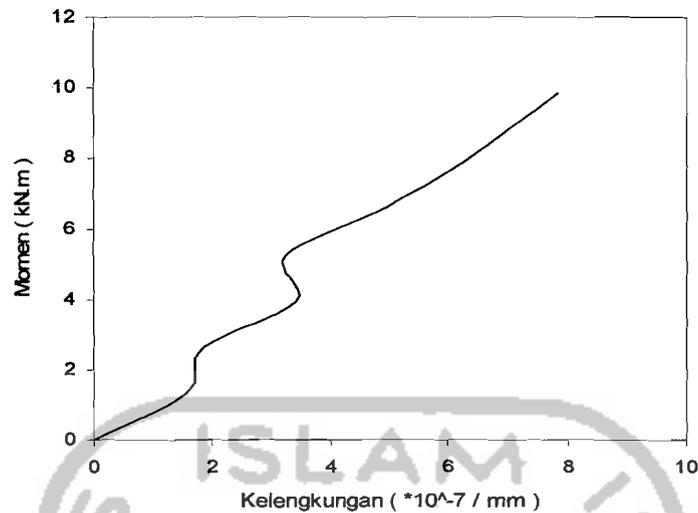
**Gambar 5.18** Grafik Hubungan momen - kelengkungan benda uji 3



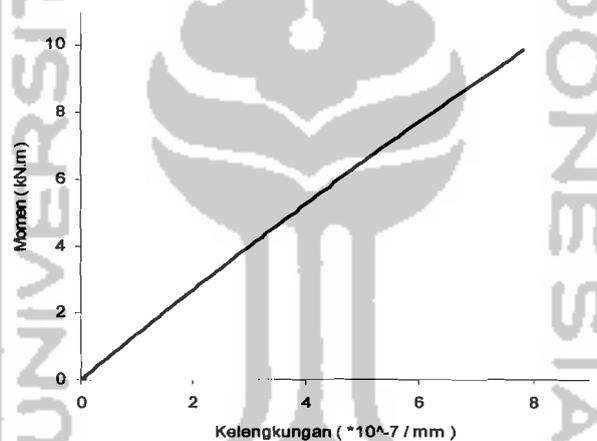
**Gambar 5.19** Regresi Hubungan Momen - kelengkungan benda uji 3

**Table 5.14** Hubungan momen - kelengkungan benda uji 4

Beban (kN)	Pembacaan dial ( $\cdot 10^{-2}$ mm)			Momen (kN.m)	Kelengkungan ( $\cdot 10^{-3}$ /mm)
	Dial 1	Dial 2	Dial 3		
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
0,875	2,89	3,12	3,00	1,312	1,556
1,750	3,82	4,10	3,96	2,625	1,867
2,625	4,32	4,65	4,21	3,937	3,422
3,500	4,96	5,35	5,01	5,250	3,244
4,375	5,37	5,80	5,13	6,562	4,889
5,250	6,24	6,95	6,25	7,875	6,267
6,562	6,84	7,85	7,10	9,844	7,822



**Gambar 5.20** Grafik Hubungan momen - kelengkungan benda uji 4

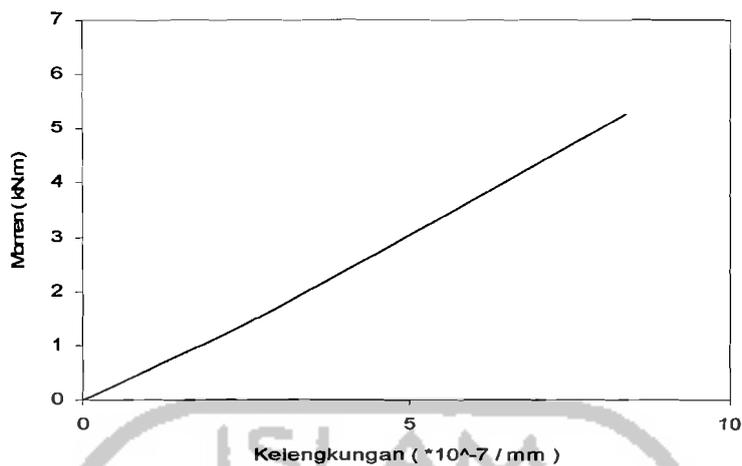


**Gambar 5.21** Regresi Hubungan Momen - kelengkungan benda uji 4

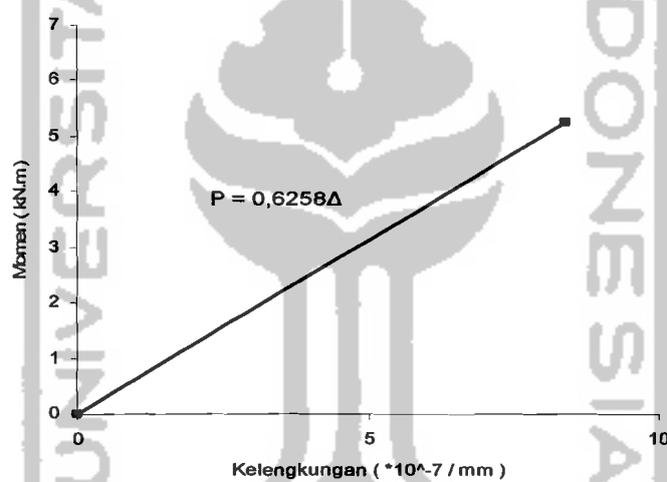
#### 5.4.2 Hubungan momen (P) - Kelengkungan ( $\phi$ ) Hasil Analisis SAP 2000

**Table 5.15** Hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 1

No	Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Momen (kN.m)	Kelengkungan (*10 <sup>-7</sup> /mm)
1	0	0,0000	0,0000	0,0000	0	0,000
2	0,875	0,2704	0,5408	0,2704	1,312	2,403
3	1,750	0,4957	0,9914	0,4957	2,625	4,406
4	2,625	0,7184	1,4369	0,7184	3,937	6,386
5	3,500	0,9437	1,8875	0,9437	5,250	8,389



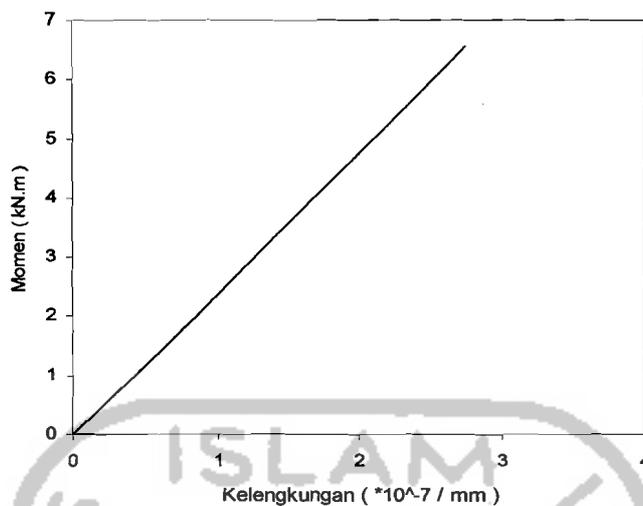
**Gambar 5.22** Grafik Hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 1



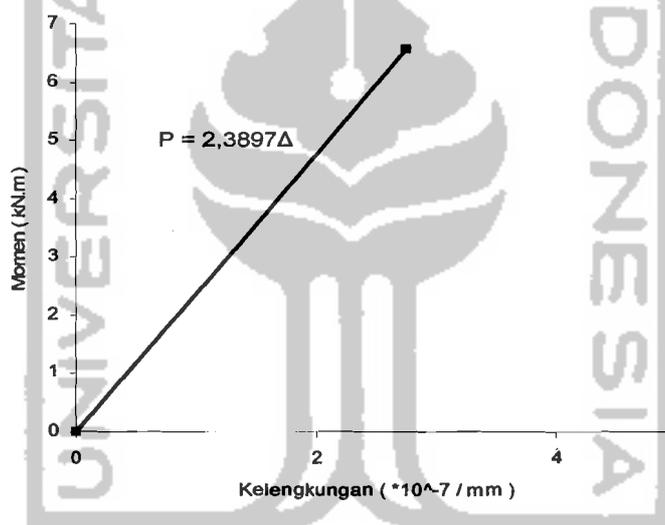
**Gambar 5.23** Regresi Hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 1

**Table 5.16** Hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 2

No	Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Momen (kN.m)	Kelengkungan (*10 <sup>-7</sup> / mm)
1	0	0	0	0	0	0,000
2	0,875	0,49	0,56	0,49	1,312	0,566
3	1,750	0,88	1,01	0,88	2,625	1,114
4	2,625	1,27	1,45	1,27	3,937	1,655
5	3,500	1,65	1,90	1,65	5,250	2,202
6	4,375	2,04	2,35	2,04	6,562	2,746



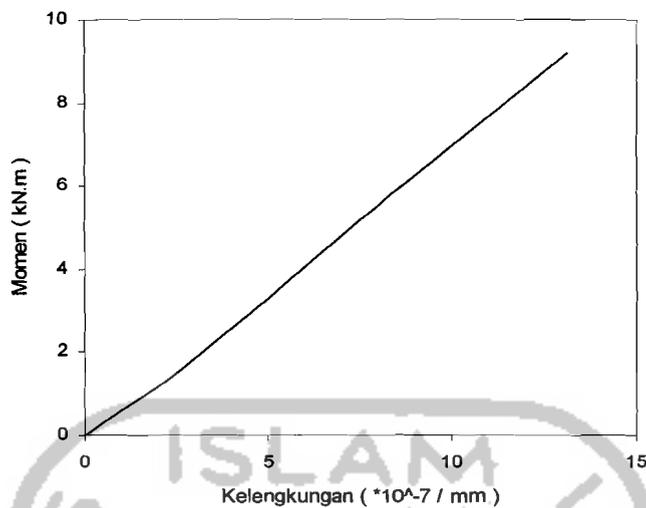
**Gambar 5.24** Grafik Hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 2



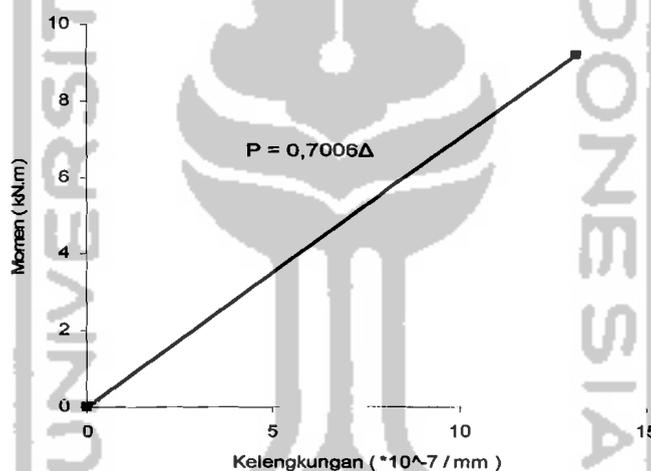
**Gambar 5.25** Regresi Hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 2

**Table 5.17** Hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 3

No	Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Momen (kN.m)	Kelengkungan (*10 <sup>-7</sup> /mm)
1	0	0	0	0	0	0,000
2	0,875	0,25	0,50	0,25	1,312	2,226
3	1,750	0,46	0,91	0,46	2,625	4,049
4	2,625	0,66	1,32	0,66	3,937	5,852
5	3,500	0,86	1,73	0,86	5,250	7,675
6	4,375	1,07	2,13	1,07	6,563	9,488
7	5,250	1,27	2,54	1,27	7,875	11,301
8	6,125	1,48	2,95	1,48	9,187	13,114



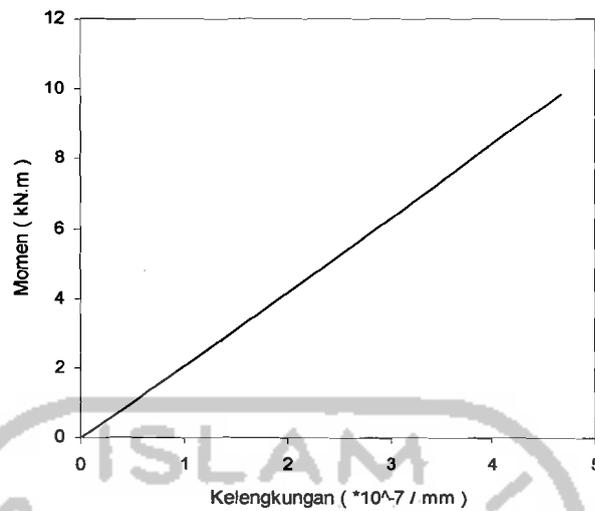
**Gambar 5.26** Grafik Hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 3



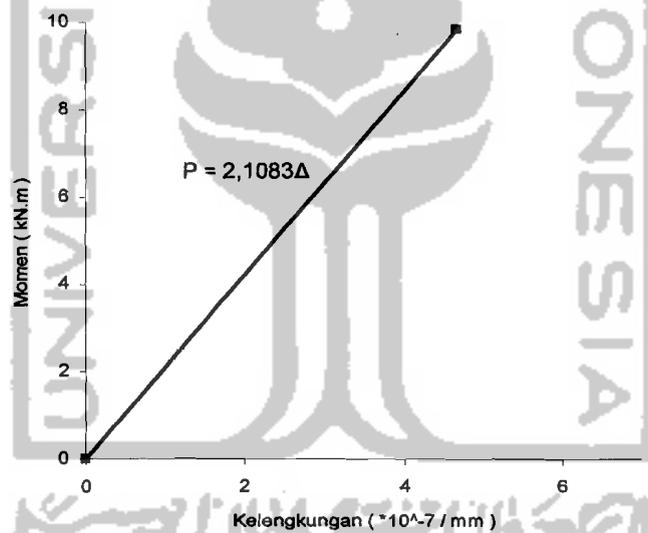
**Gambar 5.27** Regresi hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 3

**Table 5.18** Hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 4

No	Beban (kN)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Momen (kN.m)	Kelengkungan ( $*10^{-7}/\text{mm}$ )
1	0	0	0	0	0	0,000
2	0,875	0,55	0,62	0,55	1,312	0,657
3	1,750	0,99	1,13	0,99	2,625	1,277
4	2,625	1,42	1,64	1,42	3,937	1,891
5	3,500	1,87	2,15	1,87	5,250	2,511
6	4,375	2,30	2,66	2,30	6,562	3,128
7	5,250	2,74	3,16	2,74	7,875	3,745
8	6,562	3,40	3,92	3,40	9,844	4,669



**Gambar 5.28** Grafik Hubungan Momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 4



**Gambar 5.29** Regresi hubungan momen - kelengkungan analisis SAP 2000 Benda uji 4

Grafik hubungan momen dengan kelengkungan menunjukkan faktor kekakuan 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 5.24 menunjukkan analisis rangka batang dari empat benda uji dengan bentuk yang sama.

### 5.5 Analisis Faktor Kekakuan Rangka Batang Hasil Pengujian

Seperti halnya yang terjadi pada grafik beban dan lendutan, pada grafik momen dan kelengkungan menunjukkan bahwa rangka batang *truss* memiliki faktor kekakuan seperti pada tabel 5.19

**Tabel 5.19** Faktor Kekakuan Rangka Batang berdasarkan Hasil Pengujian

Benda Uji	Momen maks ( kN - m )	Kelengkungan ( $\phi$ ) ( $10^{-7}/\text{mm}$ )	Faktor Kekakuan ( kNmm <sup>2</sup> )
1	5,249986875	16,489	0,318395430
2	6,562483594	7,2890	0,900340737
3	9,187477031	16,622	0,552722549
4	9,843725391	7,8220	1,258430803

### 5.6 Analisis Faktor Kekakuan Rangka Batang Hasil Analisis SAP 2000

**Tabel 5.20** Faktor Kekakuan Rangka Batang berdasarkan analisis SAP 2000

Benda Uji	Momen maks ( kN - m )	Kelengkungan ( $\phi$ ) ( $10^{-7}/\text{mm}$ )	Faktor Kekakuan ( kNmm <sup>2</sup> )
1	5,2500	8,389	0,6258
2	6,5625	2,746	2,3897
3	9,1875	13,114	0,7006
4	9,8437	4,669	2,1083

### 5.7 Tinjauan Analitis

Uji lentur kuda-kuda yang dilakukan dilaboratorium menghasilkan beban maksimum yang dapat dipikul oleh kuda-kuda. Gaya batang masing-masing elemen kuda-kuda didapat berdasarkan analisis SAP 2000 dengan menggunakan beban maksimum ( $P$  eksperimen ). Gaya batang analisis SAP 2000 untuk tiap elemen terdapat pada lampiran 3

### 5.7.1 Nilai Koefisien Tekuk

#### a. Koefisien Tekuk Uji Desak

Berdasarkan uji desak benda uji profil lipped channel 70 x 22 x 8 x 1,2 mm, didapat nilai  $F_{cr}$  untuk masing masing benda uji.  $F_{cr}$  digunakan untuk mencari nilai koefisien tekuk dengan menggunakan persamaan (3.29) seperti pada lampiran 6 hasil perhitungan pada tabel 5.21 sebagai berikut:

**Tabel 5.21** Koefisien Tekuk Uji Lentur Profil 70 x 22 x 8 x 1,2 mm

Benda Uji	$F_{cr}$ (Mpa)	A (mm)	(b/t)	Koefisien Tekuk (k)
Benda uji 1	84,615	156	18,333	0,157494
Benda uji 2	84,295	156	18,333	0,156898
Benda uji 3	93,910	156	18,333	0,174795

**Tabel 5.22** Koefisien Tekuk Uji Lentur Profil 60 x 22 x 8 x 1,2 mm

Benda Uji	$F_{cr}$ (Mpa)	A (mm)	(b/t)	Koefisien Tekuk (k)
Benda uji 1	80,556	156	18,333	0,149939
Benda uji 2	92,708	156	18,333	0,172557
Benda uji 3	96,528	156	18,333	0,179667

#### b. Koefisien Tekuk Uji Lentur

Dari hasil analisis SAP 2000 diperoleh *element forces* (P) sehingga dapat dicari nilai  $F_{cr}$  seperti yang terdapat pada lampiran 6 dan dapat dicari pula koefisien tekuk (k) pelat menggunakan persamaan (3.30). koefisien tekuk (k) hanya dapat diperoleh dari batang yang rusak akibat tekuk yang terlihat pada sampel benda uji.

**Tabel 5.23** Koefisien Tekuk Uji Lentur

Benda Uji	Batang	$P_{cr}$ (Mpa)	$F_{cr}$ (Mpa)	A (mm)	(b/t)	Koefisien Tekuk (k)
BU 1	1 dan 4	5,394	34,576	156	18,333	0,064357
BU 2	10 dan 13	6,729	43,135	156	18,333	0,080287
BU 3	1 dan 4	9,258	9,2580	156	18,333	0,110466
BU 4	10 dan 13	9,900	9,2580	156	18,333	0,118117