

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pendahuluan dan uji kuat tekan kolom tersusun. Adapun uji pendahuluan berupa uji kuat tarik baja, uji kuat geser sambungan las, dan uji tekan profil siku yang sesuai dengan elemen yang digunakan dalam menyusun kolom tersusun prismatis. Pengujian ini berguna untuk menentukan kekuatan bahan yang dipakai, dan hasil pengujian akan digunakan untuk mengetahui perilaku kolom tersusun prismatis untuk menerima beban aksial tekan sentris.

5.1.1 Hasil Uji Pendahuluan

Hasil uji pendahuluan meliputi dimensi benda uji, beban leleh (F_y), beban maksimum atau beban ultimit (P_u), dan beban pada saat putus. Hasil uji pendahuluan digunakan untuk menentukan tegangan leleh (F_y) dan tegangan ultimit (F_u) yang berguna untuk mengetahui perilaku kolom. Uji pendahuluan juga meliputi pengujian kekuatan sambungan las dan kuat tekan profil siku.

5.1.2 Uji Tarik Baja Siku

Pengujian kuat tarik material baja siku dilakukan dengan dua buah sampel uji berupa plat dari profil siku yang dibentuk dengan standar pengujian kuat tarik baja.

Adapun pengujian kuat tarik baja dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Profil Siku

Benda Uji	Luas Penampang (mm ²)	Beban Leleh (Py) (N)
1	29.9	11698
2	29.9	11895

5.1.3 Uji Kuat Tarik Sambungan Las

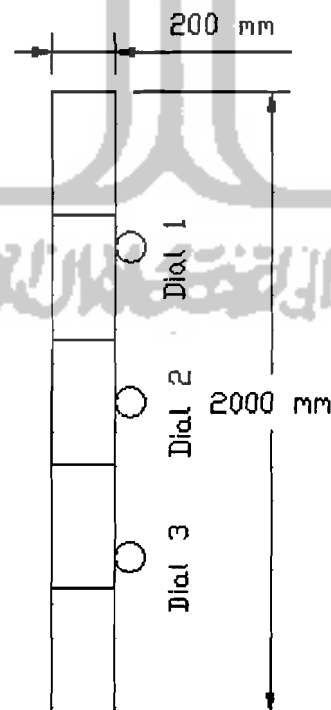
Uji las geser dilakukan guna mengetahui kekuatan las yang digunakan pada sambungan benda uji, hasil uji las ditunjukkan dalam Tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Sambungan Las

Benda Uji	P Maks (N)
1	12557
2	13341

5.1.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Tersusun

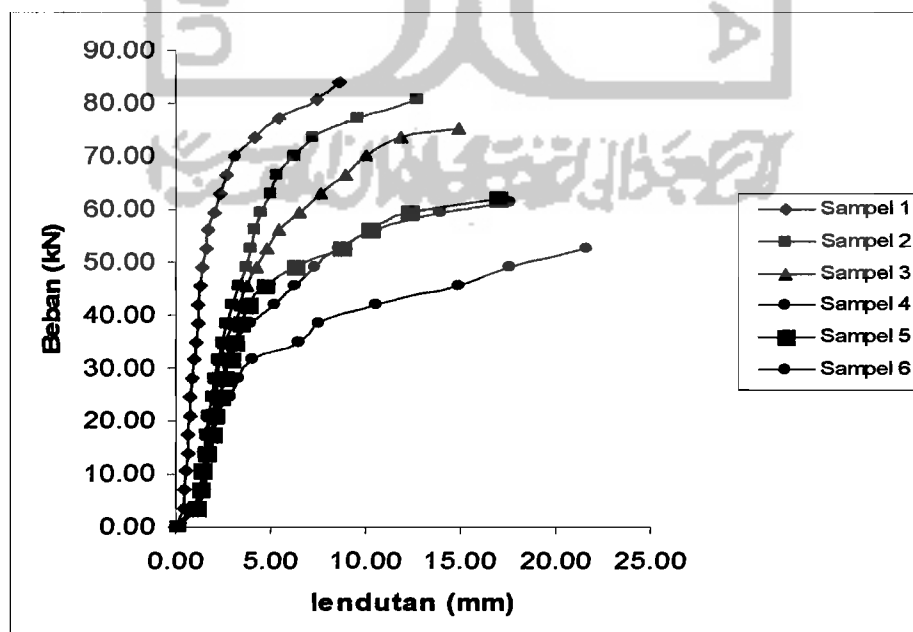
Pengujian kuat tekan kolom tersusun dilakukan dengan alat dukungan Loading Frame dan alat pembangkit beban berupa Hidraulic Jack di Laboratorium Mekanika Rekayasa Fakultas Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Struktur dibebani tekan aksial sentris secara bertahap dengan kenaikan sebesar 3,5 kN. Pada setiap tahap pembebanan lendutan yang terjadi pada tempat-tempat yang telah ditentukan diukur dengan cara melalui pembacaan skala pada dial gauge, dial gauge dipasang pada tengah panjang bentang benda uji dan atas-bawah dari tengah bentang panjang benda uji sejarak 500 mm, pemasangan dial dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan tabel hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3



Gambar 5.1 Penempatan Dial Pada Benda uji

Hasil Uji Sampel 4				Hasil Uji Sampel 5				Hasil Uji Sampel 6			
Beban (kN)	Lendutan (mm)			Beban (kN)	Lendutan (mm)			Beban (kN)	Lendutan (mm)		
	Dial 1	Dial 2	Dial 3		Dial 1	Dial 2	Dial 3		Dial 1	Dial 2	Dial 3
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.50	0.40	0.89	0.52	3.50	0.91	1.10	0.81	3.50	0.15	1.15	0.22
7.00	0.61	1.48	0.68	7.00	0.98	1.25	1.05	7.00	0.32	1.35	0.46
10.50	0.96	1.64	0.86	10.50	1.05	1.44	1.23	10.50	0.40	1.46	0.58
14.00	1.32	1.81	1.21	14.00	1.12	1.65	1.43	14.00	0.46	1.70	0.61
17.50	1.61	1.99	1.46	17.50	1.21	1.87	1.54	17.50	0.61	1.96	0.77
21.00	1.80	2.10	1.66	21.00	1.24	2.05	1.79	21.00	0.98	2.15	1.03
24.50	1.99	2.34	1.82	24.50	1.42	2.37	1.89	24.50	1.38	2.88	1.42
28.00	2.15	2.51	2.17	28.00	1.55	2.59	2.21	28.00	1.66	3.28	2.46
31.50	2.26	2.72	2.30	31.50	1.59	2.86	2.34	31.50	2.08	4.02	3.29
35.00	2.36	2.99	2.44	35.00	1.74	3.15	2.58	35.00	3.58	6.55	4.56
38.50	2.59	3.98	2.61	38.50	1.93	3.40	2.77	38.50	4.79	7.54	5.28
42.00	4.52	5.24	3.08	42.00	2.14	3.86	3.55	42.00	6.73	10.58	7.29
45.50	5.16	6.27	3.98	45.50	3.86	4.72	4.38	45.50	9.28	14.87	11.59
49.00	6.44	7.35	4.87	49.00	4.15	6.28	5.44	49.00	13.58	17.54	15.30
52.50	7.48	8.64	6.24	52.50	5.18	8.75	7.38	52.50	16.22	21.63	17.77
56.00	9.35	10.58	8.75	56.00	6.84	10.21	8.12	-	-	-	-
59.50	12.84	13.86	10.32	59.50	9.81	12.25	10.28	-	-	-	-
61.25	15.86	17.55	14.25	61.95	12.95	16.89	13.59	-	-	-	-

Data dari Tabel 5.3 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik beban dan lendutan maksimum, seperti pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Beban Dengan Lendutan Maksimum Keenam Benda Uji

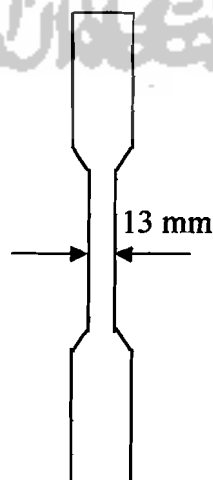
Pada semua benda uji lendutan maksimum berada di dial 2, karena dalam pengujiannya lendutan terbesar berada di dial 2 maka dial 2 dapat disebut sebagai lendutan maksimum.

5.2 Pembahasan

5.2.1 Uji Pendahuluan

Data yang diperoleh dari hasil uji tarik digunakan untuk mendapatkan beban leleh (P_y), dan beban maksimum atau beban ultimit (P_u). Tegangan leleh (F_y) didapatkan dengan membagi beban leleh dengan luas penampang ($F_y = P_y/A$). Tegangan ultimit (F_u) didapatkan dengan membagi beban maksimum dengan luas penampang ($F_u = P_u/A$). Kekuatan las didapatkan dengan membagi beban maksimum dengan panjang las, sehingga kekuatan las persatuan panjang (per millimeter) diketahui dengan cara tersebut.

5.2.2 Uji Kuat Tarik Baja



Gambar 5.2 Benda Uji Kuat Tarik Bahan

Dari hasil pengujian kuat tarik didapat hasil pada Tabel 5.4 sebagai berikut

Tabel 5.4 Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Baja

Benda Uji	Beban Leleh (Py) (N)	Beban Ultimit (Pu) (N)	Luas Penampang (mm ²)	Tegangan Leleh (Fy) (Mpa)	Tegangan Ultimit (Fu) (Mpa)
Sampel 1 Profil Siku	11698	14396	29.9	391.24	481.47
Sampel 2 Profil Siku	11895	12213	29.9	397.83	408.46
Rata-rata	-	-	-	394.53	444.97

Hasil pengujian kuat tarik dan tegangan maksimum baja rata-rata diatas menunjukkan mutu baja yang digunakan dalam penelitian.

5.2.3 Uji Kuat Tarik Sambungan Las

Uji kuat tarik las dilakukan guna mengetahui kuat tarik las yang digunakan pada sambungan benda uji, hasil uji kuat tarik las ditunjukkan dalam Tabel 5.5

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Las

Benda uji	Luas Las (mm ²)	Beban ultimit(Pu) (N)	Tegangan Leleh (Fy)
Sampel 1	69	12557	181.99
Sampel 2	69	13342	193.36
Rata-rata	-	-	187.66

Dari tabel di atas didapat bahwa tegangan leleh pada sambungan las lebih kecil bila dibandingkan dengan tegangan leleh pada profil. Hal ini menunjukkan bahwa profil lebih kuat daripada sambungan las.

5.2.4 Uji Kuat Tekan Kolom Tersusun

Data yang diperoleh dari uji pendahuluan ini berguna untuk mengetahui perilaku profil gabungan empat profil siku dengan jarak L_1 bervariasi. Dari hasil pengujian ini bisa didapatkan nilai beban kritis.

Berdasarkan dari keenam hasil pengujian sample dilaboratorium didapatkan bahwa semua benda uji mengalami tekuk keseluruhan (all buckling) dan pada benda uji 1 dengan variasi $L_1/i_{min} = 44,23$ dapat menahan beban terbesar yang diberikan pada waktu pengujian. Pada benda uji 5 dapat menahan beban lebih besar dibandingkan dengan benda uji 4, hal ini disebabkan oleh pengaruh proses pembuatan benda uji dan pengaruh proses pengujian yang dilakukan.

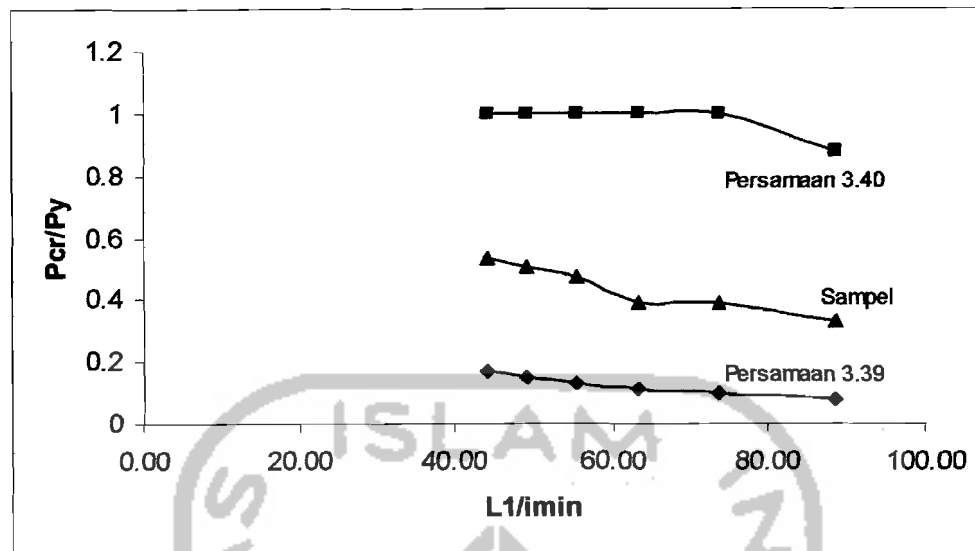
5.2.5 Perhitungan Teoritis dengan Hasil Pengujian

Perbandingan beban kritis hasil pengujian dengan beban kritis teoritis dapat ditampilkan dalam bentuk table dan grafik berikut :

Tabel 5.6 Perbandingan Beban Kritis Hasil Pengujian Dengan Teoritis

L_1/i_{min}	Teori				Pengujian	
	Persamaan 3.39		Persamaan 3.40		Pcr (N)	Pcr/Py
	Pcr (N)	Pcr/Py	Pcr (N)	Pcr/Py		
44.25	26435	0.17	448532	1.00	84000	0.53
49.16	23599	0.15	382040	1.00	80500	0.51
55.31	20757	0.13	316445	1.00	75300	0.47
63.21	17915	0.11	253079	1.00	61300	0.39
73.75	15074	0.10	193401	1.00	62000	0.39
88.50	12240	0.08	139029	0.88	52500	0.33

Dari Tabel 5.6 dapat ditampilkan dalam grafik perbandingan beban kritis (Pcr) antara beban kritis pengujian dengan beban kritis teoritis.



Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Beban Kritis Dengan Rasio L_1/i_{min} Hasil Pengujian Sampel Dengan Beban Kritis Teoritis.

Dari Gambar 5.4 tampak bahwa beban kritis pengujian yang terjadi berada dibawah beban kritis pada teori, mengalami penurunan hal ini disebabkan karena pengaruh variasi L_1/i_{min} . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan teori beda kekuatannya, hal ini disebabkan oleh pengaruh proses pembuatan benda uji dan pengaruh proses pengujian yang dilakukan.

5.2.6 Hubungan Beban – Lendutan (P – Δ) Hasil Penelitian

Pengujian kuat tekan kolom tersusun diberikan beban aksial sentris secara bertahap dengan kenaikan sebesar 3,5 kN, kemudian pada setiap tahap pembebanan besarnya pembebanan dan lendutan dicatat. Pencatatan besarnya lendutan yang terjadi dilakukan pada pembacaan masing-masing dial gauge yang dipasang dengan jarak tiap 50 cm pada masing-masing benda uji. Dari hasil

penelitian keenam benda uji dapat dibuat grafik hubungan beban – lendutan seperti pada gambar 5.2.

Data hasil pengamatan grafik hubungan beban – lendutan keenam benda uji seperti gambar 5.2 dapat disimpulkan tentang kekakuan kolom tersusun dari profil siku dengan variasi jarak antar batang transversal dalam tabel 5.7

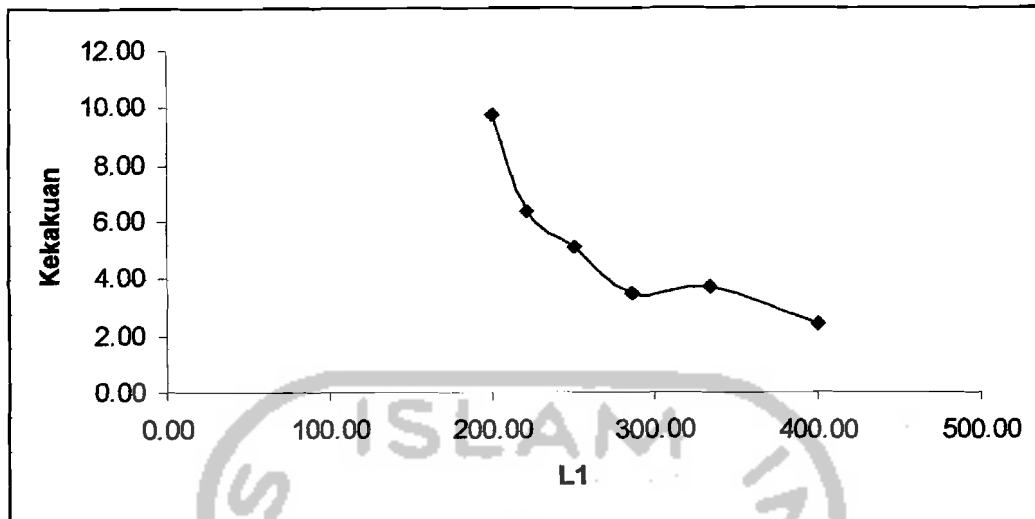
Tabel 5.7 Analisis Kekakuan dari Hubungan Beban-Lendutan

L1 m(mm)	L1/i min	Beban Max (Pmax) (kN)	Lendutan (Δ) (mm)	kekakuan (P/ Δ) (kN/mm)
200.00	44.23	84.00	8.65	9.71
222.22	49.15	80.50	12.68	6.35
250.00	55.29	75.25	14.88	5.06
285.71	63.19	61.25	17.55	3.49
333.33	73.72	61.95	16.89	3.67
400.00	88.47	52.50	21.63	2.43

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar rasio L_1/i_{min} maka, beban yang dapat ditahan kolom tersusun akan semakin mengecil dan lendutannya akan semakin membesar.

Dari Tabel 5.7 dapat dibuat grafik perbandingan antara kekakuan dengan jarak batang transversal.





Gambar 5.5 Grafik Hubungan Jarak Batang Transversal (L_1) – Kekakuan

5.2.7 Hubungan Momen-Kelengkungan

Dari hasil pengujian diperoleh grafik hubungan beban-lendutan ($P-\Delta$) sehingga dapat dicari momen (M) dan kelengkungan (Φ). Hubungan momen dan kelengkungan ($M-\Phi$) pada masing-masing benda uji tampak pada tabel 5.9.

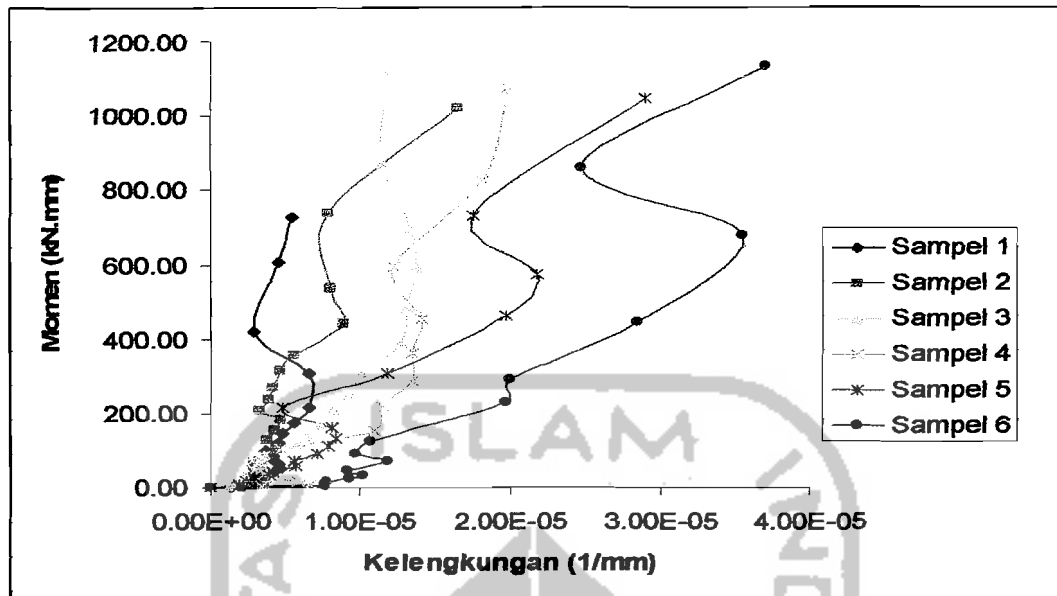
Tabel 5.8 Hubungan Momen Dan Kelengkungan

Momen dan Kelengkungan					
Sampel 1		Sampel 2		Sampel 3	
Momen kN.mm	Φ 1/mm	Momen kN.mm	Φ 1/mm	Momen kN.mm	Φ 1/mm
0.00	0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	0.00E+00
1.37	1.44E-06	3.82	2.88E-06	3.78	1.32E-06
3.29	1.88E-06	9.03	3.56E-06	9.45	1.68E-06
5.78	2.12E-06	15.75	3.00E-06	14.91	1.76E-06
8.40	2.36E-06	21.56	2.88E-06	22.12	2.24E-06
11.38	2.36E-06	27.65	3.00E-06	30.10	2.08E-06
14.91	2.40E-06	35.70	3.12E-06	39.06	2.16E-06
19.60	2.92E-06	46.55	3.24E-06	51.45	3.40E-06
24.08	3.16E-06	57.40	2.88E-06	61.32	3.20E-06
29.30	3.28E-06	69.93	3.36E-06	73.71	3.56E-06
35.70	3.76E-06	85.05	3.92E-06	89.25	3.56E-06
43.51	4.40E-06	104.72	4.44E-06	118.97	5.72E-06
50.82	4.72E-06	126.84	3.80E-06	142.80	6.36E-06
60.52	4.60E-06	152.43	4.36E-06	171.99	7.24E-06
70.56	4.32E-06	180.81	4.68E-06	210.21	8.12E-06

Momen dan Kelengkungan					
Sampel 1		Sampel 2		Sampel 3	
Momen kN.mm	Φ 1/mm	Momen kN.mm	Φ 1/mm	Momen kN.mm	Φ 1/mm
82.43	4.20E-06	205.80	3.36E-06	253.58	9.28E-06
98.56	3.68E-06	234.64	4.00E-06	305.20	1.00E-05
120.19	4.64E-06	268.94	4.20E-06	389.73	1.28E-05
146.79	4.92E-06	315.00	4.76E-06	486.99	1.32E-05
176.23	5.68E-06	358.44	5.56E-06	595.18	1.38E-05
217.00	6.60E-06	441.00	8.96E-06	699.30	1.34E-05
307.23	6.60E-06	533.61	8.04E-06	871.71	1.14E-05
418.88	2.92E-06	737.66	7.88E-06	1119.72	1.18E-05
604.56	4.56E-06	1020.74	1.66E-05	-	-
726.60	5.44E-06	-	-	-	-

Momen dan Kelengkungan					
Sampel 4		Sampel 5		Sampel 6	
Momen kN.mm	Φ 1/mm	Momen kN.mm	Φ 1/mm	Momen kN.mm	Φ 1/mm
0.00	0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	0.00E+00
3.12	3.44E-06	3.85	1.92E-06	4.03	7.72E-06
10.36	6.68E-06	8.75	1.88E-06	9.45	7.68E-06
17.22	5.84E-06	15.12	2.40E-06	15.33	7.76E-06
25.34	4.36E-06	23.10	3.00E-06	23.80	9.32E-06
34.83	3.64E-06	32.73	3.96E-06	34.30	1.02E-05
44.10	2.96E-06	43.05	4.28E-06	45.15	9.16E-06
57.33	3.48E-06	58.07	5.72E-06	70.56	1.18E-05
70.28	2.80E-06	72.52	5.68E-06	91.84	9.76E-06
85.68	3.52E-06	90.09	7.16E-06	126.63	1.07E-05
104.65	4.72E-06	110.25	7.92E-06	229.25	1.98E-05
153.23	1.10E-05	130.90	8.40E-06	290.29	2.00E-05
220.08	1.15E-05	162.12	8.12E-06	444.36	2.86E-05
285.29	1.36E-05	214.76	4.80E-06	676.59	3.55E-05
360.15	1.36E-05	307.72	1.19E-05	859.46	2.48E-05
453.60	1.42E-05	459.38	1.98E-05	1135.58	3.71E-05
592.48	1.22E-05	571.76	2.18E-05	-	-
824.67	1.82E-05	728.88	1.76E-05	-	-
1074.94	2.00E-05	1046.34	2.90E-05	-	-

Dari tabel hubungan momen dan kelengkungan di atas dapat dibuat grafik di bawah ini.



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Momen-Kelengkungan Dari Keenam Sampel

Dari data hubungan momen-kelengkungan ($M-\Phi$) pada table 5.8 dapat dicari faktor kekakuan kolom tersusun profil siku pada masing-masing benda uji seperti pada tabel 5.9 dibawah ini :

Tabel 5.9 Analisa Kekakuan Dari Hubungan Momen-Kelengkungan

Sampel	L1/imin	Momen (kN.mm)	Kelengkungan (1/mm)	EI (kN.mm ²)
1	44.23	726.60	0.54E-05	1.34E+08
2	49.15	1020.74	1.66E-05	6.13E+07
3	55.29	1119.72	1.18E-05	9.46E+07
4	63.19	1074.94	2.00E-05	5.39E+07
5	73.72	1046.34	2.90E-05	3.61E+07
6	88.47	1135.58	3.71E-05	3.06E+07

Berdasarkan tabel 5.9 di atas semakin besar momen yang terjadi maka, kelengkungannya akan semakin besar.