

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pendahuluan dan uji kuat tekan kolom tersusun non prismatis. 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 non prismatis. Pengujian ini berguna untuk menentukan kekuatan bahan yang dipakai, dan hasil pengujian akan digunakan untuk mengetahui perilaku kolom tersusun non prismatis untuk menerima beban aksial konsentris.

5.1.1 Hasil Uji Pendahuluan

Hasil uji pendahuluan meliputi dimensi benda uji, beban leleh (P_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.

5.1.1.1 Uji Tarik Baja Siku dan Pelat

Pengujian kuat tarik material baja siku dilakukan dengan tiga buah sampel uji berupa plat dari profil siku yang dibentuk simetris 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 Bahan

Benda Uji	Py Leleh (kN)	Pu Maks (kN)	P Putus (kN)
Sampel 1 siku	18,54	23,79	15,69
Sampel 2 siku	19,91	26,46	23,54
Sampel 3 pelat	12,46	16,53	15,40
Sampel 4 pelat	12,51	16,58	15,35

5.1.1.2 Uji Kuat Geser Sambungan Las

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

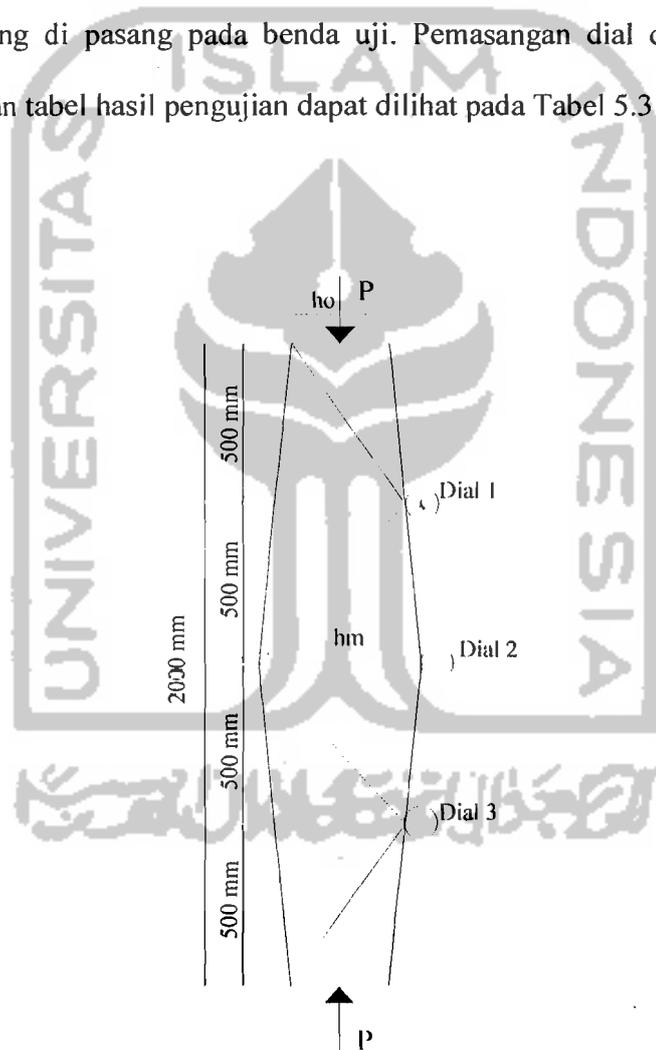
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Las

Benda Uji	Pu Maks (kN)
Sampel 1 siku	17,46
Sampel 2 siku	21,04
Sampel 3 pelat	4,32
Sampel 4 pelat	7,06

5.1.1.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Tersusun

Pengujian kuat tekan kolom tersusun non prismatis 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 3kN. Pada setiap tahap pembebanan yang terjadi pada tempat-tempat yang telah di tentukan, di ukur dengan cara melalui pembacaan skala pada dial gauge yang di pasang pada benda uji. Pemasangan dial dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan tabel hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3 :

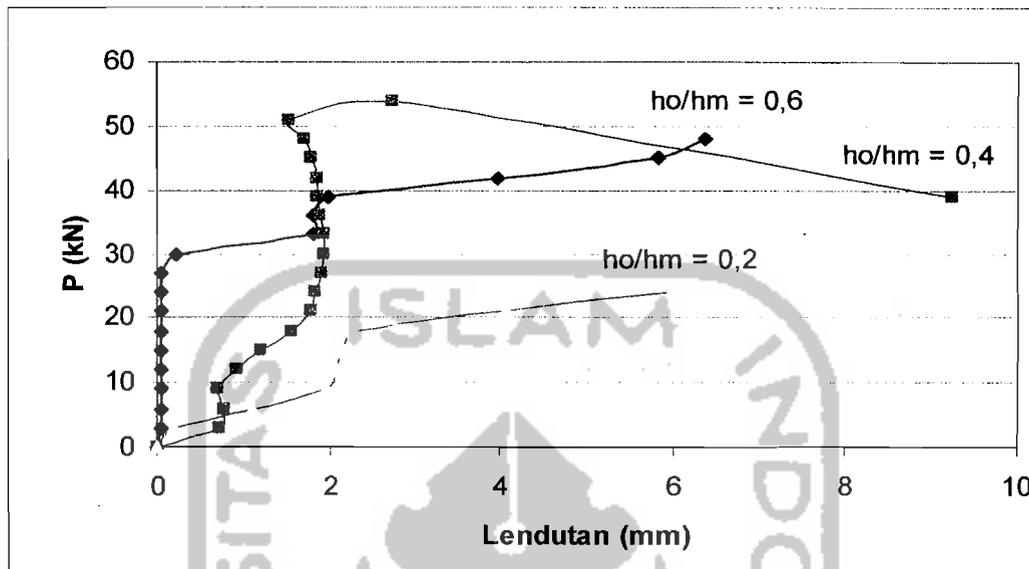


Gambar 5.1 Penempatan Dial Pada Benda uji

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Tekan Kolom Tersusun Dengan Lendutan Arah Lateral

Beban (kN)	LENDUTAN ARAH LATERAL								
	Sampel I $h_o/h_m = 0,6$			Sampel II $h_o/h_m = 0,4$			Sampel III $h_o/h_m = 0,2$		
	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)	Dial 1 (mm)	Dial 2 (mm)	Dial 3 (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,06	0,43	0,18	0,45	0,72	0,32	0,20	0,28	1,08
6	0,06	0,47	0,21	1,27	0,79	0,34	1,10	1,51	2,02
9	0,06	0,45	0,23	1,88	0,71	0,34	1,95	2,42	2,66
12	0,06	0,25	0,18	1,88	0,94	0,49	2,09	2,75	3,10
15	0,06	0,16	0,13	1,91	1,21	0,74	2,17	2,93	3,47
18	0,06	0,08	0,10	1,98	1,55	1,05	2,29	3,12	3,74
21	0,06	0,02	0,07	2,03	1,78	1,24	4,08	3,46	4,07
24	0,04	0,12	0,04	2,06	1,83	1,31	5,99	4,06	4,40
27	0,05	0,31	0,12	2,10	1,90	1,34			
30	0,23	0,53	0,27	2,12	1,94	1,35			
33	1,80	0,88	0,54	2,14	1,93	1,35			
36	1,82	1,20	0,80	2,14	1,88	1,32			
39	1,99	1,71	1,27	2,16	1,86	1,12			
42	3,98	2,37	1,90	2,16	1,85	1,12			
45	5,84	3,28	2,64	2,16	1,79	0,99			
48	6,35	4,00	3,57	2,16	1,71	0,82			
51				2,16	1,53	0,63			
54				2,40	2,74	1,22			
39				2,96	9,24	5,98			

Hasil pengujian dari data 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

Pada benda uji 1 dan 3 lendutan maksimum berada di dial 1 sedangkan pada benda uji 2 lendutan maksimum berada di dial 2. Dari 3 sampel, kita mendapatkan lendutan yang paling maksimal dari sampel 2, dengan perbandingan $h_o/h_m = 0,4$ sebesar 9,24 mm.

5.2 Pembahasan

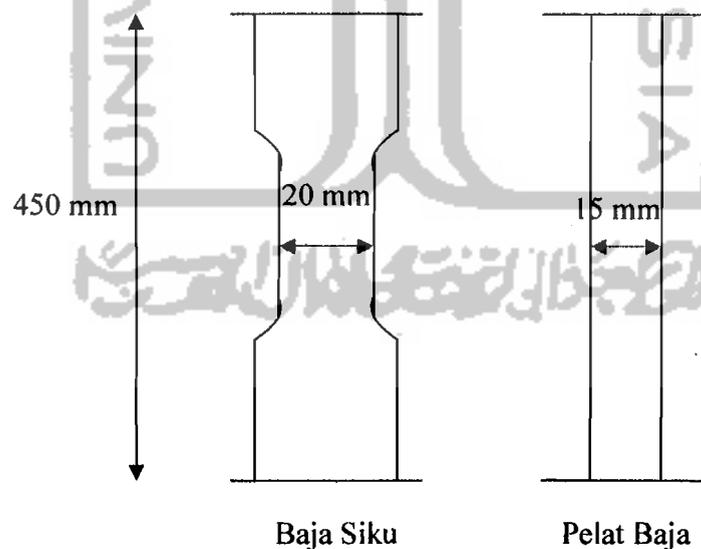
5.2.1 Uji Pendahuluan

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 ($F_u = P_u/A$). Baja yang di gunakan adalah profil siku dan pelat untuk perangkainya. Kekuatan las didapatkan dengan membagi beban maksimum dengan panjang las, sehingga kekuatan las persatuan panjang (per millimeter) diketahui dengan cara tersebut, sedangkan pada uji tekan di gunakan untuk mencari beban kritis (P_{cr}) maksimum yang terjadi akibat dari gaya tekan aksial.

5.2.1.1 Uji Kuat Tarik Baja

Pengujian kuat tarik baja, menggunakan bahan yang sudah di bentuk sesuai dengan ketentuan, seperti pada Gambar 5.3 dan dari hasil pengujian kuat tarik didapat hasil pada Tabel 5.4 dan 5.5 sebagai berikut :



5.3 Gambar Benda Uji Kuat Tarik Baja

Tabel 5.4 Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Baja Siku

Benda uji	Beban Leleh (Py) (kN)	Beban ultimit(Pu) (kN)	Luas Benda Uji (A) (mm)	Tegangan Leleh(Fy) (Mpa)	Tegangan ultimit(Fu) (Mpa)
Sampel 1 Siku	18,54	23,79	0,40	463,50	594,75
Sampel 2 Siku	19,91	26,46	0,40	497,75	661,50
Rata-rata	19,23	25,13	0,40	480,63	628,13

Tabel 5.5 Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Pelat Baja

Benda uji	Beban Leleh (Py) (kN)	Beban ultimit(Pu) (kN)	Luas Benda Uji (A) (mm)	Tegangan Leleh(Fy) (Mpa)	Tegangan ultimit(Fu) (Mpa)
Sampel 3 Pelat	12,46	16,53	0,30	415,33	551,00
Sampel 4 Pelat	12,51	16,58	0,30	417,00	552,67
Rata-rata	12,49	16,55	0,30	416,17	551,84

Hasil pengujian kuat tarik dan tegangan maksimum baja diatas menunjukkan mutu baja yang digunakan dalam penelitian. Mutu baja yang digunakan memenuhi syarat untuk masuk sebagai baja struktur spesifikasi ASTM (American Society Testing and Materials) dengan mutu A500. Pada bahan profil siku tegangan yang terjadi lebih besar bila dibandingkan dengan pelat karena semakin besar ukuran pelat yang digunakan maka tegangan yang dapat ditahan juga semakin besar.

5.2.1.2. Uji Kuat Geser Sambungan Las

Uji las geser dilakukan guna mengetahui kuat geser las yang digunakan pada sambungan benda uji, hasil uji geser las ditunjukkan dalam Tabel 5.6 dan Tabel 5.7

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Las Baja siku

Benda uji	Beban ultimit(Pu) (kN)
Sampel 1 Siku	17,46
Sampel 2 Siku	21,04
Rata-rata	19,25

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Las Pelat Baja

Benda uji	Beban ultimit(Pu) (kN)
Sampel 3 Pelat	4,32
Sampel 4 Pelat	7,06
Rata-rata	5,69

Hasil yang didapatkan dari rata – rata uji las geser dalam sambungan pada Tabel 5.6 untuk beban ultimit pengujian kuat tarik las baja siku adalah 19,25 kN dan beban ultimit pengujian kuat tarik las pelat baja adalah 5,69 kN. Mutu baja profil baja siku lebih kuat dari pada pelat baja, karena pada profil siku bahan yang digunakan mempunyai penampang lebih besar sehingga beban yang dapat ditahan oleh profil siku juga besar.

5.2.1.3 Uji Kuat Tekan Kolom Tersusun

Data yang diperoleh dari hasil pengujian ini berguna untuk mengetahui perilaku profil gabungan empat profil siku dengan jarak h_o/h_m bervariasi. Dari hasil pengujian ini bisa didapatkan nilai beban kritis dan tegangan kritis. Dan dari pengujian ini juga diharapkan mampu memberikan penjelasan mengenai pengaruh

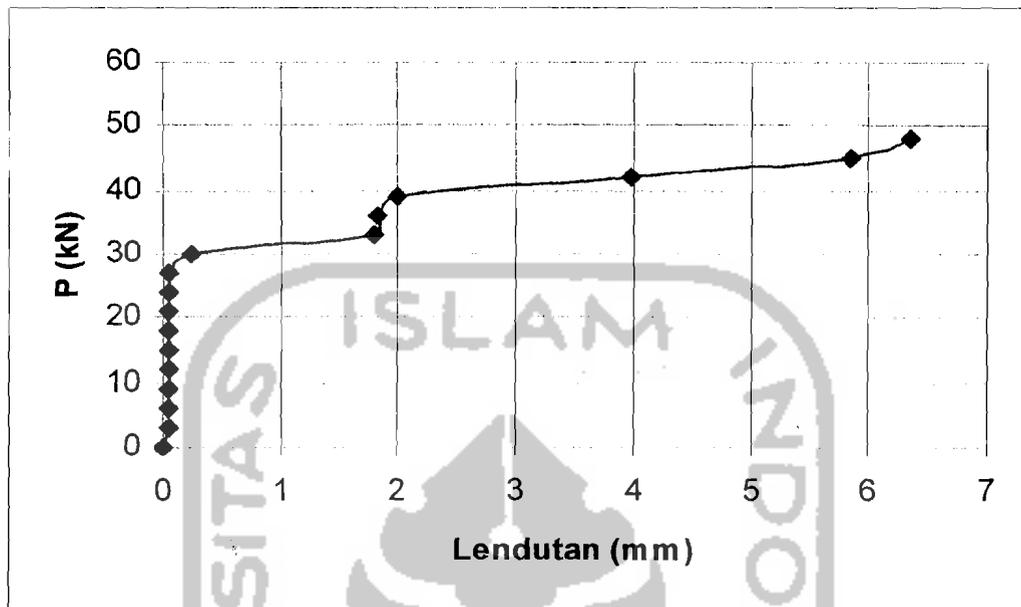
pengelasan pada proses penyambungan perangkat pada kolom tersusun non prismatis profil siku. Karena nilai beban kritis (P_{cr}) hasil pengujian masih sangat kasar maka nilai yang didapatkan diregresi terlebih dahulu.

Dari data hasil pengujian Tabel 5.3 sampel I dengan variasi $h_o/h_m = 0,6$ dapat dianalisis dengan menggunakan hasil regresi kekuatan kolom tersusun dengan batang melintang dan diagonal dengan jarak h_o/h_m bervariasi dapat dilihat pada Tabel 5.8a

Tabel 5.8a Hasil Regresi Kekuatan Kolom

Sampel I variasi $h_o/h_m = 0,6$		
Lendutan (mm)	P_{cr} (kN)	P_{cr} Reg (kN)
0	0	0
0,06	3	1,417
0,06	6	1,417
0,06	9	1,417
0,06	12	1,417
0,06	15	1,417
0,06	18	1,417
0,06	21	1,417
0,04	24	0,947
0,05	27	1,183
0,23	30	5,328
1,8	33	34,096
1,82	36	34,377
1,99	39	36,678
3,98	42	52,046
5,84	45	47,143
6,35	48	42,547

Dari data Tabel 5.8a dapat di buat grafik beban kritis hasil pengujian seperti Gambar 5.4



Gambar 5.4 Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian pada variasi $h_o/h_m = 0,6$

Berdasarkan gambar grafik diatas pada variasi $h_o/h_m=0.6$ tampak bahwa nilai lendutan berubah tidak sebanding dengan bertambahnya beban (P_{cr}) hasil regresi, perubahan tersebut terjadi secara acak.

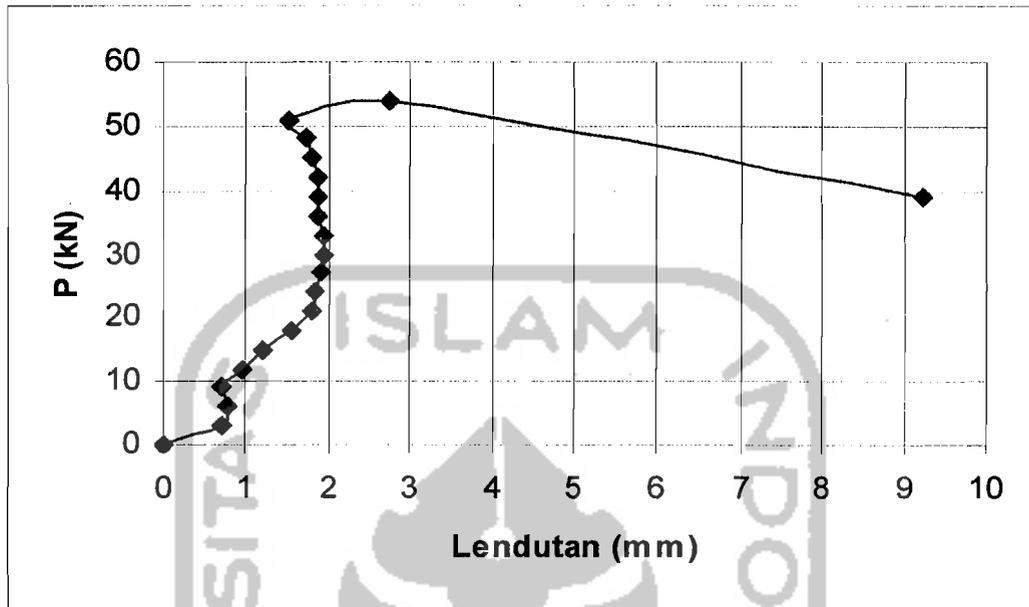
Dari data hasil pengujian Tabel 5.3 sampel II dengan variasi $h_o/h_m = 0,4$ dapat dianalisis dengan menggunakan hasil regresi kekuatan kolom tersusun dengan batang melintang dan diagonal dengan jarak h_o/h_m bervariasi dapat dilihat pada Tabel 5.8b

Tabel 5.8b Hasil Regresi Kekuatan Kolom

Sampel II variasi $h_o/h_m = 0,4$		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0
0,72	3	14,824
0,79	6	16,159
0,71	9	14,632
0,94	12	18,958
1,21	15	23,778
1,55	18	29,452
1,78	21	33,039
1,83	24	33,792
1,9	27	34,830
1,94	30	35,415
1,93	33	35,269
1,88	36	34,535
1,86	39	34,239
1,85	42	34,091
1,79	45	33,190
1,71	48	31,969
1,53	51	29,130
2,74	54	45,826
9,24	39	39,656

Dari data Tabel 5.8b dapat di buat grafik beban kritis hasil pengujian seperti

Gambar 5.5



Gambar 5.5 Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian pada variasi $h_o/h_m = 0,4$

Berdasarkan gambar grafik diatas pada variasi $h_o/h_m=0.4$ tampak bahwa nilai lendutan berubah tidak sebanding dengan bertambahnya beban (P_{cr}) hasil regresi, perubahan tersebut terjadi secara acak.

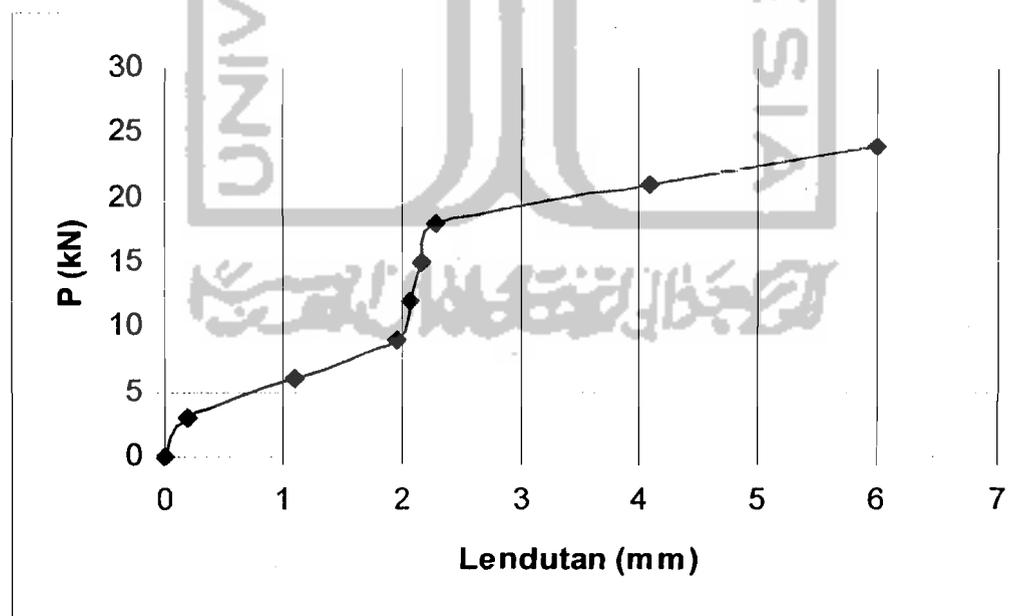
Dari data hasil pengujian Tabel 5.3 sampel III dengan variasi $h_o/h_m = 0,2$ dapat dianalisis dengan menggunakan hasil regresi kekuatan kolom tersusun dengan batang melintang dan diagonal dengan jarak h_o/h_m bervariasi dapat dilihat pada Tabel 5.8c



Tabel 5.8c Hasil Regresi Kekuatan Kolom

Sampel III variasi $h_o/h_m = 0,2$		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0
0,2	3	1,483
1,1	6	7,580
1,95	9	12,469
2,09	12	13,194
2,17	15	13,597
2,29	18	14,189
4,08	21	21,014
5,99	24	24,168

Dari data Tabel 5.8c dapat di buat grafik beban kritis hasil pengujian seperti Gambar 5.4



Gambar 5.6 Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian pada variasi $h_o/h_m = 0,2$

Berdasarkan gambar grafik diatas pada variasi $h_0/h_m=0.2$ tampak bahwa nilai lendutan berubah tidak sebanding dengan bertambahnya beban (P_{cr}) hasil regresi, perubahan tersebut terjadi secara acak.

5.2.2. Perhitungan Teoritis dengan Metode Friedich Bleich

Tegangan kritis (F_{cr}) secara teori dapat ditentukan berdasarkan kekuatan kolom menahan tekuk keseluruhan dengan menggunakan persamaan tekuk. Tekuk dapat terjadi dikarenakan besarnya beban yang diberikan. Semakin lebar batang perangkai, maka kekuatan kolom akan semakin besar, tetapi semakin panjang jarak antar perangkai maka kekuatan kolom akan berkurang sehingga dapat terjadi tekuk (*all buckling*) Persamaan yang digunakan untuk mengetahui tegangan kritis (F_{cr}) pada Friedich Bleich (1952) adalah persamaan 3.43

$$P_{cr} = \mu \frac{\pi^2 E I_m}{l^2} \quad (3.43)$$

dengan μ :

$$\mu = \frac{1 + 4k_1^2}{4\pi^2} \left(\frac{l}{a}\right)^2 = \frac{1 + 4k_1^2}{\pi^2} \left(1 - \frac{h_0}{h_m}\right)^2 \quad (3.44)$$

Kolom sampel 1 ($h_0/h_m = 0,6$) menggunakan 4 profil siku 25 x 25 x 3 mm, $A_{tunggal} = 96 \text{ mm}^2$, $A_{gab} = 384 \text{ mm}^2$, $E = 200000 \text{ Mpa}$, $L = 2000 \text{ mm}$, $I_{max} = 99,1 \text{ mm}^4$

Maka :

$$P_{cr} = 0,749 \frac{\pi^2 * 200000 * 99,1}{2000^2} = 21,94N$$

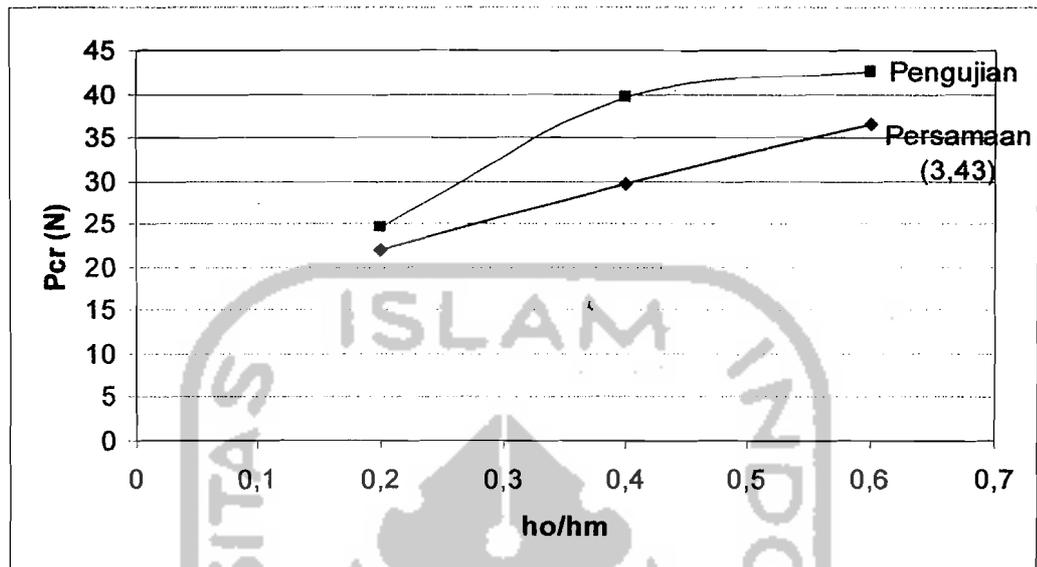
Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Persamaan Friedich Bleich (1952)
Untuk Mengetahui Beban Kritis (Pcr)

Sampel	ho/hm (mm)	μ	E (Mpa)	I (mm ⁴)	L (mm ²)	Pcr (N)
1	0,6	0,749	200000	99,1	2000	21,94
2	0,4	0,61	200000	99,1	2000	29,80
3	0,2	0,449	200000	99,1	2000	36,59

Tabel 5.10 Hasil Perbandingan Persamaan (3.43) dan Pengujian

Benda uji ho/hm	Pcr (N)	
	Persamaan (3.43)	Pengujian
0,2	21,94	24,1681
0,4	29,80	39,6556
0,6	36,59	42,5471

Perbandingan beban kritis hasil pengujian dengan beban kritis teoritis (pers 3.43) menunjukkan bahwa nilai beban kritis hasil pengujian lebih kecil di bandingkan dengan nilai beban kritis teoritis (pers 3.43). Data dari Tabel 5.10 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik perbandingan beban kritis (Pcr Persamaan 3.43) dengan beban kritis (Pcr) hasil pengujian, seperti pada Gambar 5.7



Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Beban Kritis (P_{cr}) teori Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil pengujian.

Dari Gambar 5.7 tampak bahwa beban kritis pengujian yang terjadi berada diatas beban kritis pada teori Friedich Bleich (1952). Dikarenakan nilai momen inersia yang terjadi juga besar sehingga menghasilkan nilai P_{cr} yang juga besar. Dengan adanya pengujian ini, dapat di pergunakan untuk variasi bentuk kolom karena dapat mencapai kekuatan yang besar sehingga pengujian ini dapat di lanjutkan dengan menggunakan batang-batang perangkai yang lebih besar sehingga dapat mencapai hasil yang lebih maksimum.