

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pelaksanaan pengujian kuat tekan beton dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia. Pengujian dilaksanakan dengan maksud untuk mengetahui mutu beton yang digunakan dalam penelitian. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat ditunjukkan pada Tabel (5.1).

Tabel (5.1) Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Benda Uji Silinder	D	Luas	h	Volume	Berat	Bj	Bj rata-rata	Beban	Fc'	Fc' rata-rata
	cm	cm ²	cm	cm ³	kg	kN/m ³		kN	MPa	
1	A	14.6	167.1	29.3	4883.8	12.1	24.78	216	12.932	13.058
	B	14.5	163.8	30	4914.9	12	24.42	216	13.184	
2	A	14.5	165.2	29.8	4931.1	12.4	25.15	305	14.861	14.785
	B	14.3	159.8	29.7	4751.6	12.4	26.09	305	14.708	
3	A	14.4	162.5	30	4874.2	12	24.62	216	12.679	12.549
	B	14.5	165.9	29.5	4893.5	11.9	24.32	216	12.419	

Benda uji 1 diambil $f_c' = 13,05$ MPa

Benda uji 2 diambil $f_c' = 14,78$ MPa

Benda uji 3 diambil $f_c' = 12,55$ MPa

5.2 Hasil Uji Kuat Tarik dan Kuat Leleh Baja Tulangan

Pelaksanaan pengujian kuat tarik baja dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia. Pengujian dilaksanakan dengan maksud untuk mengetahui mutu baja tulangan yang digunakan dalam penelitian. Hasil pengujian kuat tarik dan kuat leleh baja dapat ditunjukkan pada Tabel (5.2)

Tabel (5.2) Hasil pengujian kuat tarik dan kuat leleh baja

Benda uji	D cm	D rata- rata cm	A Tampang cm ²	Beban			Fy kg/cm ²	Fy MPa	Fu MPa
				Max kg	leleh kg	putus kg			
1	Atas	0,575	0,260	640	1015	750	3907.201	288,709	246,365
	Tengah	0,575							
	Bawah	0,575							
2	Atas	0,575	0,254	655	1020	750	4019.104	295,523	258,090
	Tengah	0,575							
	Bawah	0,555							
Rata-rata							3963.152	292,116	252.227

Mutu baja tulangan untuk semua benda uji diambil Fy rata-rata = 292,116 MPa

5.3 Hasil Uji Kuat Lentur Struktur Rangka Vierendeel

Pengujian kuat lentur Balok Vierendeel dilakukan di Laboratorium Mekanika Rekayasa, Universitas Islam Indonesia. Hasil pengujian kuat lentur didapat data beban dan lendutan seperti pada Tabel (5.3), (5.4), dan Tabel (5.5). Data pengujian tersebut digunakan dalam pembuatan grafik hubungan beban-lendutan (P-Δ)

5.3.1 Hubungan Beban-Deformasi

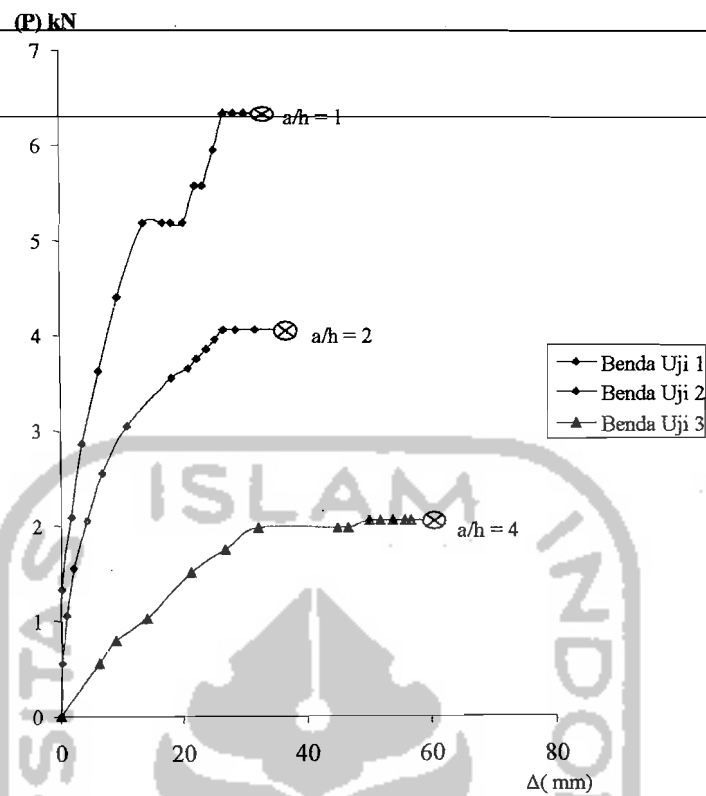
Pada pengujian kuat lentur, benda uji balok Vierendeel beton diberi baban setiap sepertiga bentang. Pada setiap bentang 1/3L diberi alat pengukur lendutan (Dial Gauge). Dengan pembebanan bertahap akan didapat data lendutan.

A. Dial 1

Data pembacaan lendutan pada Dial 1 didapat data-data seperti terlihat pada Tabel (5.3). Dari data tersebut dibuat hubungan beban-lendutan seperti Gambar (5.1).

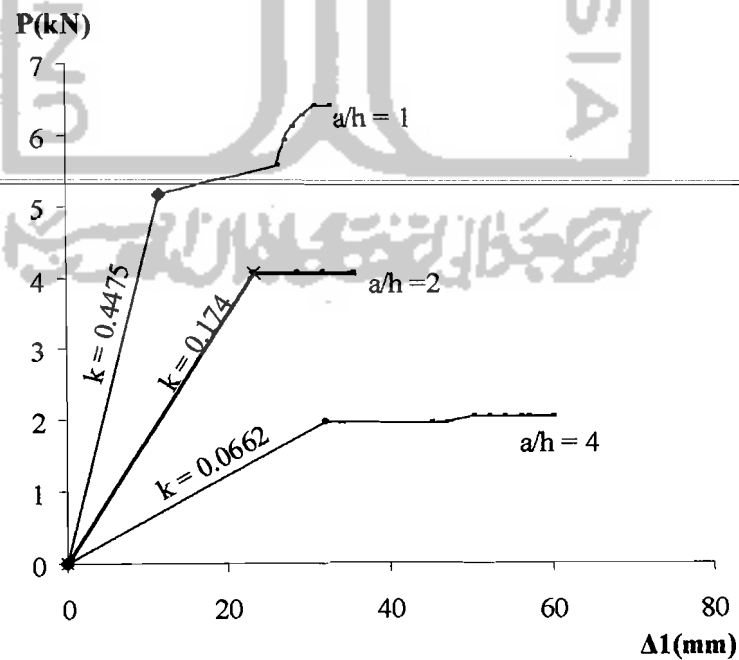
Tabel (5.3) Hasil uji kuat lentur benda uji pada dial 1

Benda Uji 1 (a/h = 1)		Benda Uji 2 (a/h = 2)		Benda Uji 3 (a/h = 4)	
P	Δ	P	Δ	P	Δ
(kN)	(mm)	(kN)	(mm)	(kN)	(mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.550	0.170	0.550	0.200	0.550	6.180
1.320	0.290	1.050	0.930	0.790	9.100
2.091	1.720	1.550	2.100	1.030	14.180
2.861	3.440	2.050	4.310	1.510	21.280
3.631	6.360	2.550	6.960	1.750	26.950
4.401	9.420	3.050	10.920	1.970	32.130
5.172	13.820	3.550	18.230	1.970	45.090
5.172	16.765	3.650	20.910	1.970	46.900
5.172	18.220	3.750	22.340	2.050	50.120
5.172	20.185	3.850	23.930	2.050	51.960
5.557	22.170	3.950	25.220	2.050	53.920
5.557	23.420	4.050	26.650	2.050	55.920
5.942	25.070	4.050	28.650	2.050	56.920
6.327	26.750	4.050	31.800	2.050	59.920
6.327	28.240	4.050	35.800		
6.327	29.905				
6.327	31.520				



Gambar (5.1) Grafik hubungan beban-deformasi benda uji pada $\Delta 1$

Hasil regresi dari Gambar (5.1) ditunjukkan oleh Gambar (5.2).



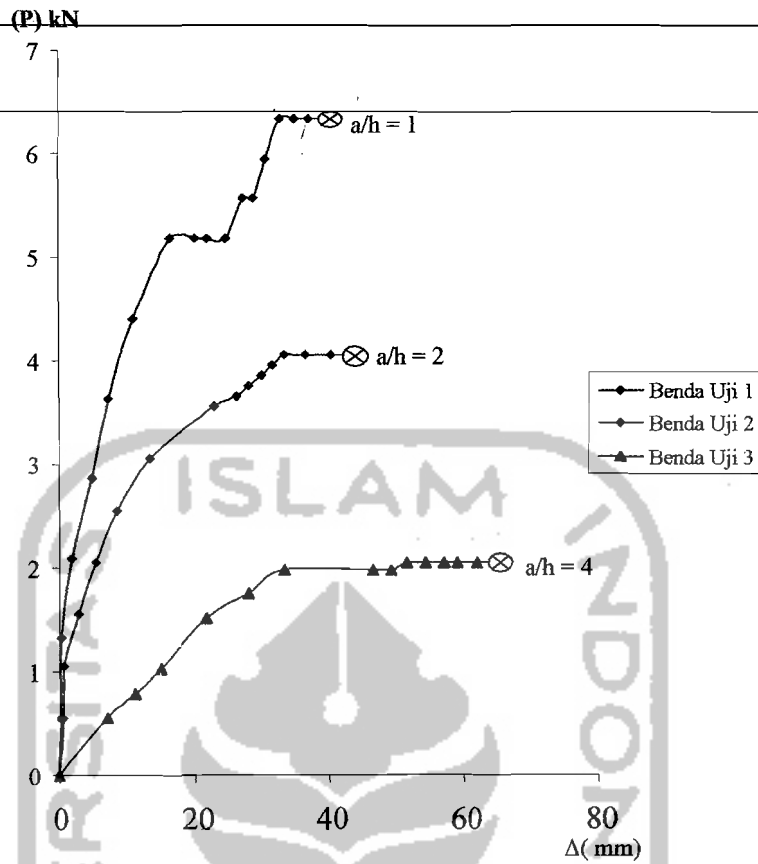
Gambar (5.2) Grafik regresi hubungan beban-deformasi pada $\Delta 1$

B. Dial 2

Data hasil pengujian kuat lentur ditunjukkan oleh Tabel (5.4)

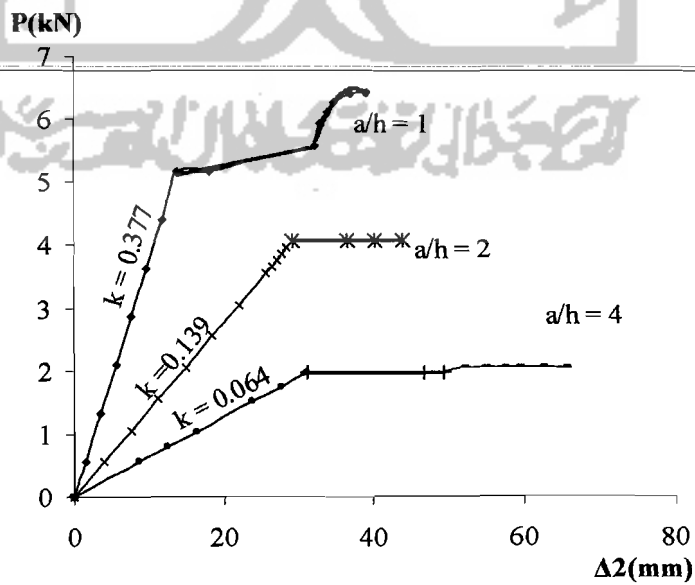
Tabel (5.4) Hasil uji kuat lentur benda uji pada dial 2

Benda Uji 1 (a/h = 1)		Benda Uji 2 (a/h = 2)		Benda Uji 3 (a/h = 4)	
P (kN)	Δ (mm)	P (kN)	Δ (mm)	P (kN)	Δ (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.550	0.280	0.550	0.050	0.550	7.140
1.320	0.420	1.050	0.730	0.790	11.100
2.091	1.990	1.550	2.960	1.030	15.040
2.861	4.980	2.050	5.560	1.510	21.780
3.631	7.340	2.550	8.700	1.750	28.000
4.401	11.000	3.050	13.490	1.970	33.250
5.172	16.510	3.550	22.860	1.970	46.690
5.172	20.250	3.650	26.240	1.970	49.330
5.172	22.050	3.750	28.080	2.050	51.710
5.172	24.650	3.850	29.910	2.050	54.520
5.557	27.200	3.950	31.500	2.050	57.220
5.557	28.800	4.050	33.260	2.050	59.220
5.942	30.640	4.050	36.510	2.050	62.220
6.327	32.670	4.050	40.310	2.050	65.220
6.327	34.830	4.050	43.810		
6.327	37.040				
6.327	39.220				



Gambar (5.3) Grafik hubungan beban-deformasi benda uji pada Δ2

Hasil regresi dari Gambar (5.3) ditunjukkan oleh Gambar (5.4).



Gambar (5.4) Grafik regresi hubungan beban-deformasi pada Δ2

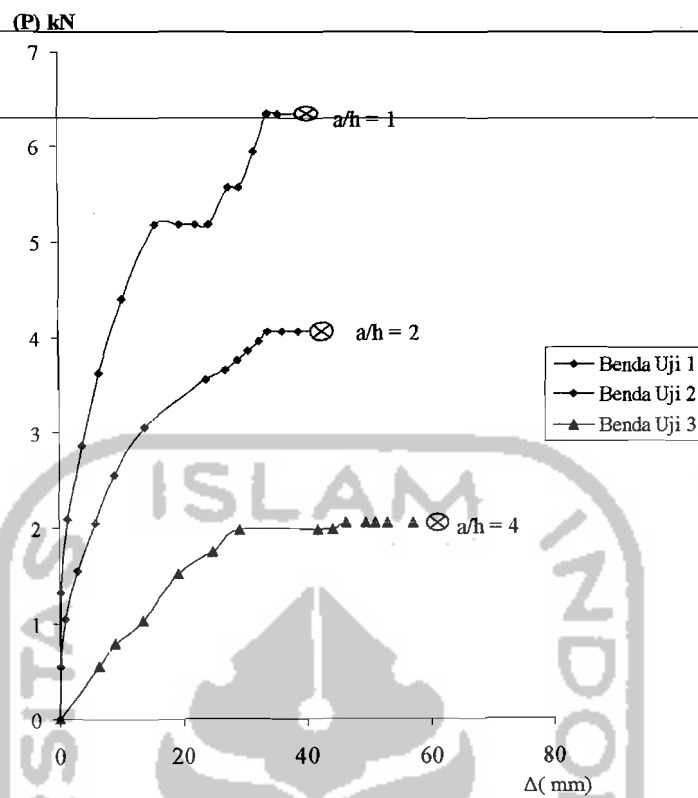
C. Dial 3

Data hasil pengujian kuat lentur ditunjukkan oleh Tabel (5.5)

Tabel (5.5) Hasil uji kuat lentur benda uji pada dial 3

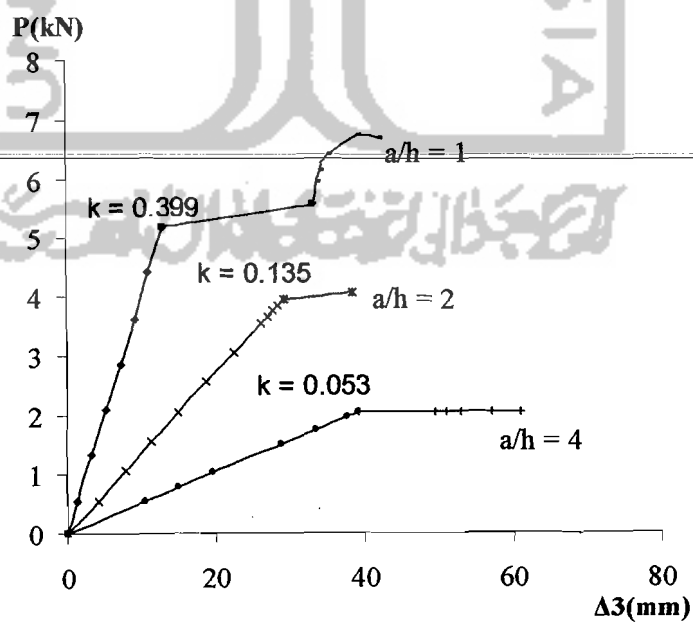
Benda Uji 1 (a/h = 1)		Benda Uji 2 (a/h = 2)		Benda Uji 3 (a/h = 4)	
P (kN)	Δ (mm)	P (kN)	Δ (mm)	P (kN)	Δ (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.550	0.200	0.550	0.110	0.550	6.480
1.320	0.290	1.050	0.920	0.790	9.070
2.091	1.460	1.550	3.000	1.030	13.450
2.861	3.720	2.050	5.940	1.510	19.230
3.631	6.480	2.550	8.950	1.750	24.900
4.401	10.380	3.050	13.910	1.970	29.190
5.172	15.670	3.550	24.000	1.970	41.700
5.172	19.550	3.650	27.100	1.970	44.040
5.172	22.310	3.750	28.950	2.050	46.210
5.172	24.500	3.850	30.785	2.050	49.450
5.557	27.550	3.950	32.640	2.050	50.980
5.557	29.400	4.050	33.930	2.050	52.980
5.942	31.770	4.050	36.180	2.050	56.980
6.327	33.880	4.050	38.740	2.050	60.980
6.327	35.610	4.050	41.990		
6.327	38.780				
6.327	40.600				

Hubungan antara beban-deformasi (P- Δ) ditunjukkan oleh Gambar 5.5



Gambar (5.5) Grafik hubungan beban-deformasi benda uji pada Δ_3

Hasil regresi dari Gambar (5.5) ditunjukkan oleh Gambar (5.6).



Gambar (5.6) Grafik regresi hubungan beban-deformasi pada Δ_3

keterangan gambar : \otimes = batas pengujian

Pengujian dihentikan sampai pada batas pengujian seperti tampak pada Gambar (5.1), (5.3), dan (5.5), karena kondisi benda uji telah mengalami kerusakan pada ketiak-ketiak (joint) rangka Vierendeel.

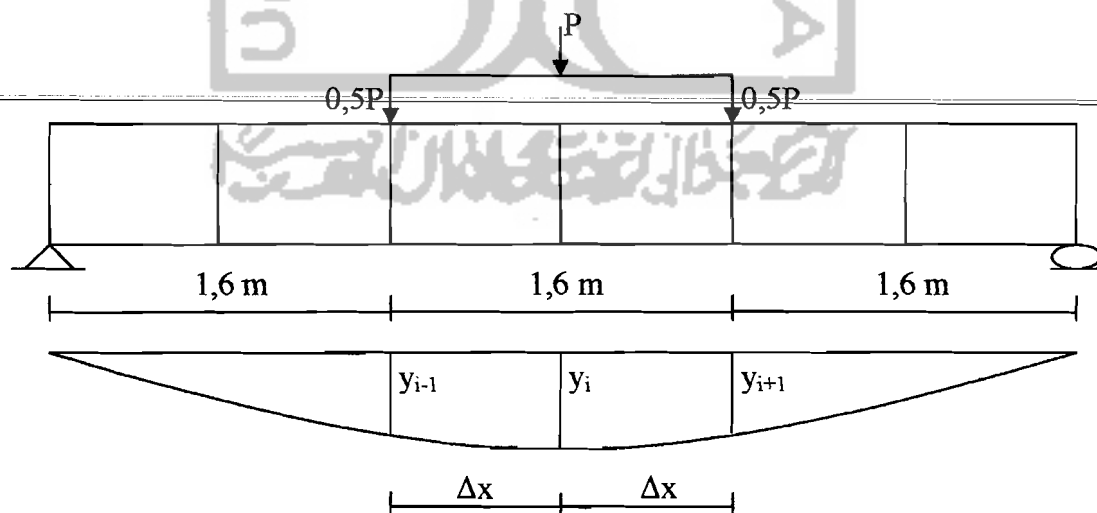
5.3.2 Hubungan Momen-Kelengkungan

Hubungan momen (M) dan kelengkungan (Φ) dapat dicari setelah data hubungan $P-\Delta$ pada Tabel (5.3), (5.4), dan Tabel (5.5) yang didapat dari hasil pengujian kuat lentur struktur rangka Vierendeel.

Untuk mendapatkan nilai momen dan kelengkungan dapat menggunakan Persamaan (49) yang ditulis kembali pada Persamaan (51):

$$\Phi = \frac{y_{i+1} - 2y_i - y_{i-1}}{(\Delta x)^2} \quad (51)$$

yang didapat berdasar Gambar (5.7)



Gambar (5.7) Diagram hubungan beban-lendutan dan momen-kelengkungan

A. Benda uji 1

Tabel (5.6) Hubungan Momen-Kelengkungan

No	Beban (kN)	Deformasi (Δ)			Momen (kN m)	Φ (1/m)
		Yi-1 (m)	Yi (m)	Yi+1 (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	0	0	0	0	0	0
2	0.550	0.170	0.280	0.200	0.440	0.0000008
3	1.320	0.290	0.420	0.290	1.056	0.0000013
4	2.091	1.720	1.990	1.460	1.672	0.0000066
5	2.861	3.440	4.980	3.720	2.289	0.0000151
6	3.631	6.360	7.340	6.480	2.905	0.0000228
7	4.401	9.420	11.000	10.380	3.521	0.0000329
8	5.172	13.820	16.510	15.670	4.137	0.0000487
9	5.172	16.765	20.250	19.550	4.137	0.0000589
10	5.172	18.220	22.050	22.310	4.137	0.0000625
11	5.172	20.185	24.650	24.500	4.137	0.0000703
12	5.557	22.170	27.200	27.550	4.445	0.0000766
13	5.557	23.420	28.800	29.400	4.445	0.0000807
14	5.942	25.070	30.640	31.770	4.753	0.0000853
15	6.327	26.750	32.670	33.880	5.062	0.0000910
16	6.327	28.240	34.830	35.610	5.062	0.0097300
17	6.327	29.905	37.040	38.780	5.062	0.0101900
18	6.327	31.520	39.220	40.600	5.062	0.0108400

B. Benda uji 2

Tabel (5.7) Hubungan Momen-Kelengkungan

No	Beban (kN)	Deformasi (Δ)			Momen (kN m)	Φ (1/m)
		Yi-1 (m)	Yi (m)	Yi+1 (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	0	0	0	0	0	0
2	0.550	0.200	0.500	0.110	0.000	0.0000000
3	1.050	0.930	0.730	0.920	0.440	0.0000017
4	1.550	2.100	2.960	3.000	0.840	0.0000023
5	2.050	4.310	5.560	5.940	1.240	0.0000078
6	2.550	6.960	8.700	8.950	1.640	0.0000148
7	3.050	10.920	13.490	13.910	2.040	0.0000241
8	3.550	18.230	22.860	24.000	2.440	0.0000375
9	3.650	20.910	26.240	27.100	2.840	0.0000624
10	3.750	22.340	28.080	28.950	2.920	0.0000723



Lanjutan

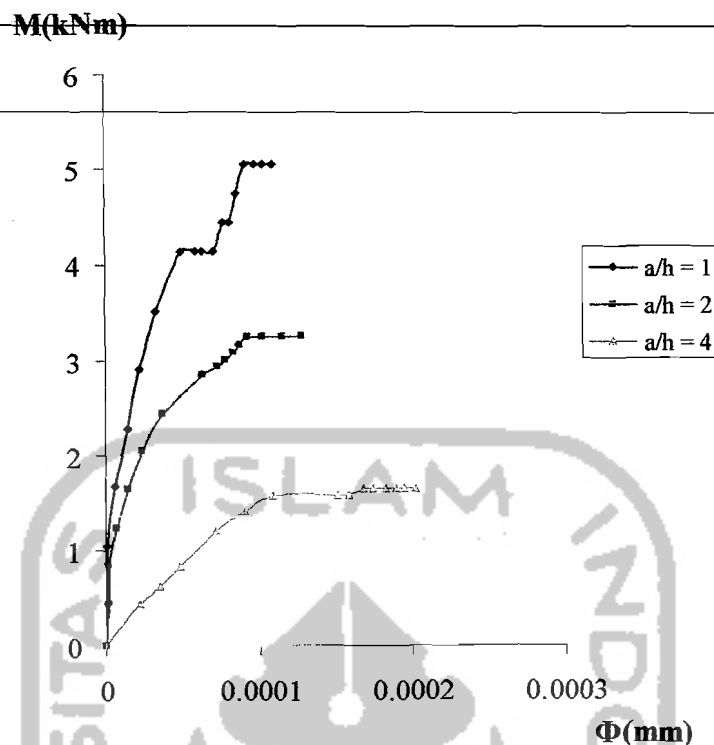
No	Beban (kN)	Deformasi (Δ)			Momen (kN m)	Φ (1/m)
		Yi-1 (m)	Yi (m)	Yi+1 (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)
11	3.850	23.930	29.910	30.785	3.000	0.0000774
12	3.950	25.220	31.500	32.640	3.080	0.0000828
13	4.050	26.650	33.260	33.930	3.160	0.0000868
14	4.050	28.650	36.510	36.180	3.240	0.0000926
15	4.050	31.800	40.310	38.740	3.240	0.0001023
16	4.050	35.800	43.810	41.990	3.240	0.0001151

C. Benda uji 3

Tabel (5.8) Hubungan Momen-Kelengkungan

No	Beban (kN)	Deformasi (Δ)			Momen (kN m)	Φ (1/m)
		Yi-1 (m)	Yi (m)	Yi+1 (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	0	0	0	0	0	0
2	0.550	6.180	7.140	6.480	0.440	0.0000218
3	0.790	9.100	11.100	9.070	0.632	0.0000347
4	1.030	14.180	15.040	13.450	0.824	0.0000481
5	1.510	21.280	21.780	19.230	1.208	0.0000713
6	1.750	26.950	28.000	24.900	1.400	0.0000907
7	1.970	32.130	33.250	29.190	1.576	0.0001085
8	1.970	45.090	46.690	41.700	1.576	0.0001512
9	1.970	46.900	49.330	44.040	1.576	0.0001586
10	2.050	50.120	51.710	46.210	1.640	0.0001677
11	2.050	51.960	54.520	49.450	1.640	0.0001743
12	2.050	53.920	57.220	50.980	1.640	0.0001834
13	2.050	55.920	59.220	52.980	1.640	0.0001897
14	2.050	56.920	62.220	56.980	1.640	0.0001943
15	2.050	59.920	65.220	60.980	1.640	0.0002022

Hubungan momen-kelengkungan yang didapat dari Tabel (5.6), (5.7), (5.8) dapat dibuat grafik hubungan seperti Gambar (5.8)



Gambar (5.8) Grafik hubungan momen-kelengkungan

5.4 Pembahasan Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Berdasarkan data hasil pengujian silinder beton yang dilakukan di laboratorium, mutu beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton dengan

$f_c' = 13.5 \text{ MPa} < f_c'_{\text{rencana}} = 15 \text{ MPa}$. Tidak terpenuhinya $f_c'_{\text{rencana}}$ karena beberapa hal, diantaranya :

- kesalahan dalam mix design karena f_{as} rencana tidak terpenuhi,
- kurangnya pemadatan pada saat pengecoran.

5.5 Pembahasan Hasil Uji Kuat Lentur Rangka *Vierendeel*

Grafik hubungan beban-deformasi Gambar (5.1), Gambar (5.3) dan Gambar (5.5) menunjukkan bahwa pengaruh rasio a/h cukup besar pada benda uji 3 dengan

rasio $a/h = 4$. Dari gambar-gambar tersebut terlihat jelas pada saat pembebanan awal terjadi deformasi yang relative besar pada benda uji 3 dibanding dengan benda uji 1 dan benda uji 2. Hal ini bisa disebabkan oleh factor kekakuan masing-masing benda uji.

Dari grafik hubungan beban-deformasi seperti Gambar (5.2), (5.4), dan Gambar (5.6) nilai kekakuan masing-masing benda uji dengan Persamaan (25) yang ditulis kembali pada Persamaan (52):

$$K = \frac{P}{\Delta} \quad (52)$$

Data nilai kekakuan setiap benda uji ditunjukkan oleh Tabel (5.9)

Tabel (5.9) Nilai kekakuan benda uji Vierendeel

Benda uji		Beban (Py)	Deformasi (Δy)	Kekakuan $K_i = \frac{Py}{\Delta y}$	K_i rata-rata	$\frac{K_i}{K_1}$	Keterangan
		kN	mm	kN/mm			
I	Dial 1	5,172	11,551	0,448	0,401	1	$a/h = 1$
	Dial 2	5,172	13,721	0,377			
	Dial 3	5,172	12,938	0,399			
II	Dial 1	4,050	23,249	0,174	0,151	0,377	$a/h = 2$
	Dial 2	4,050	29,074	0,139			
	Dial 3	4,050	29,238	0,138			
III	Dial 1	1,970	32,130	0,066	0,061	0,152	$a/h = 4$
	Dial 2	1,970	31,024	0,064			
	Dial 3	1,970	39,048	0,051			

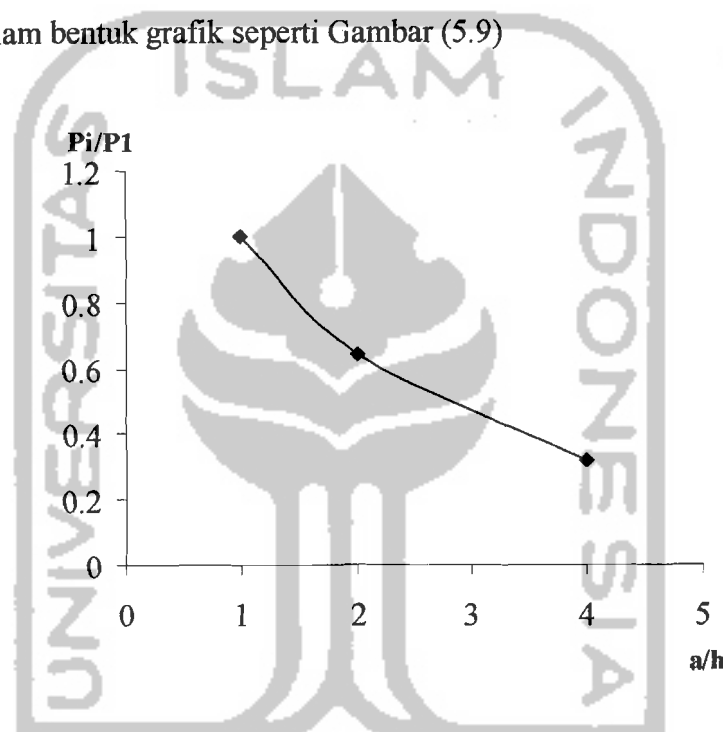
Berdasarkan Tabel (5.9) terlihat, bahwa rasio a/h mempengaruhi nilai kekakuan. Semakin kecil rasio a/h akan menghasilkan nilai kekakuan serta kekuatan menahan beban yang besar. Hal ini disebabkan oleh factor kelangsingan batang. Semakin besar rasio a/h , batang menjadi langsing.

Rasio a/h juga berpengaruh pada beban maksimum yang mampu ditahan oleh rangka *Vierendeel* seperti ditunjukkan Tabel (5.10)

Tabel (5.10) Beban transversal maksimum balok *Vierendeel* dengan rasio a/h

Benda uji	Rasio a/h	P_{max} (kN)	Rasio P_{max}
1	1	6.33	1.00
2	2	4.05	0.64
3	4	2.05	0.32

atau dalam bentuk grafik seperti Gambar (5.9)



Gambar (5.9) Hubungan rasio a/h terhadap rasio pembebanan

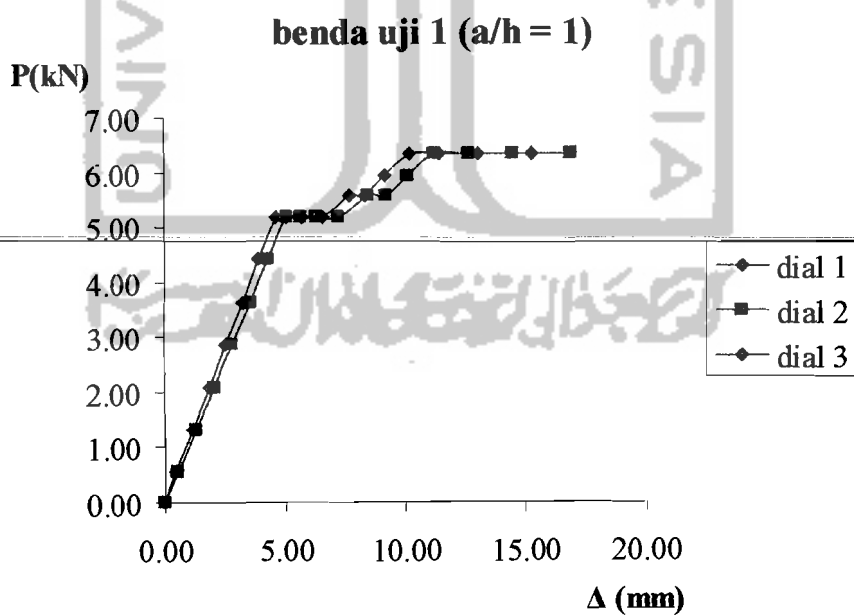
Dari Gambar (5.9) terlihat, bahwa semakin tinggi rasio a/h , kemampuan menahan gaya transeversal semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh kelangsing batang. Semakin besar a/h , kelangsingan semakin tinggi.

5.5.1 Pembahasan Teoritis Kuat Lentur Rangka *Vierendeel*

Nilai hasil perhitungan kuat lentur secara teoritis didapat dari hasil perhitungan dengan program SAP 2000.

Tabel (5.11) Perhitungan teoritis benda uji 1

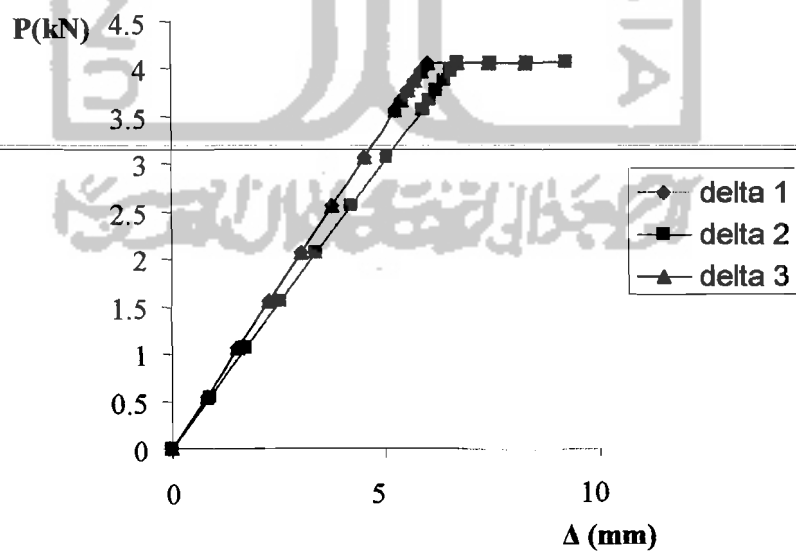
P	Delta 1	Delta 2	Delta 3
kn	(mm)	(mm)	(mm)
0.000	0.000	0.000	0.000
0.550	0.489	0.540	0.489
1.320	1.173	1.297	1.173
2.091	1.857	2.054	1.857
2.861	2.541	2.810	2.541
3.631	3.226	3.567	3.226
4.401	3.910	4.324	3.910
5.172	4.594	5.080	4.594
5.172	5.105	5.645	5.105
5.172	5.743	6.350	5.743
5.172	6.563	7.258	6.563
5.557	7.657	8.467	7.657
5.557	8.353	9.237	8.353
5.942	9.188	10.161	9.188
6.327	10.209	11.290	10.209
6.327	11.485	12.701	11.485
6.327	13.126	14.515	13.126
6.327	15.314	16.934	15.314



Gambar 5.10 Grafik hubungan beban-deformasi pada benda uji 1

Tabel (5.12) Perhitungan teoritis benda uji 2

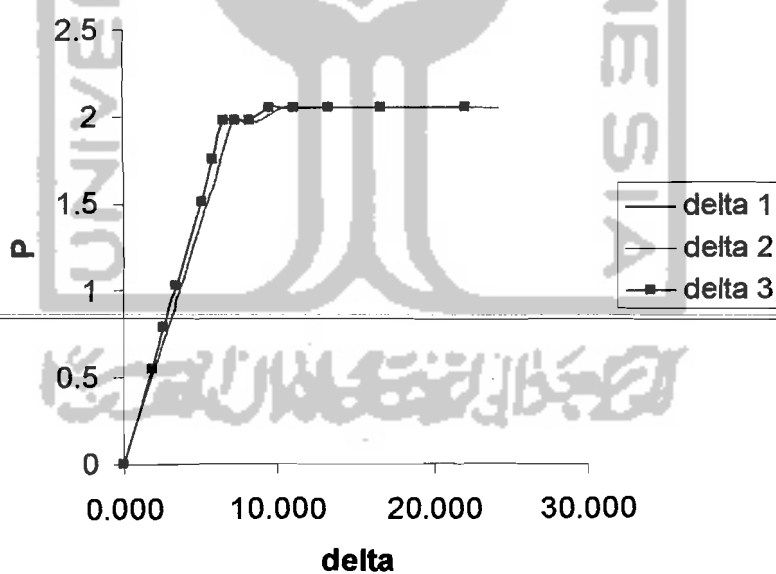
P kn	Delta 1	Delta 2	Delta 3
0	0	0	0
0.55	0.821	0.916	0.821
1.05	1.568	1.749	1.568
1.55	2.314	2.582	2.314
2.05	3.061	3.415	3.061
2.55	3.807	4.248	3.807
3.05	4.554	5.081	4.554
3.55	5.300	5.913	5.300
3.65	5.450	6.080	5.450
3.75	5.599	6.246	5.599
3.85	5.748	6.413	5.748
3.95	5.897	6.580	5.897
4.05	6.047	6.747	6.047
4.05	6.719	7.496	6.719
4.05	7.465	8.329	7.465
4.05	8.295	9.255	8.295



Gambar 5.11 Grafik hubungan beban-deformasi pada benda uji 2

Tabel (5.13) Perhitungan teoritis benda uji 3

P kn	Delta 1	Delta 2	Delta 3
0	0.000	0.000	0.000
0.55	1.857	2.026	1.857
0.79	2.667	2.910	2.667
1.03	3.478	3.794	3.478
1.51	5.098	5.563	5.098
1.75	5.909	6.447	5.909
1.97	6.651	7.257	6.651
1.97	7.390	8.063	7.390
1.97	8.314	9.071	8.314
2.05	9.502	10.367	9.502
2.05	11.086	12.095	11.086
2.05	13.303	14.514	13.303
2.05	16.628	18.143	16.628
2.05	22.171	24.190	22.171



Gambar 5.11 Grafik hubungan beban-deformasi pada benda uji 2

5.5.2 Kuat Lentur Rangka *Vierendeel* Ditinjau Sebagai Balok-Kolom

Rangka *Vierendeel* sebagai balok-kolom menerima gaya aksial dan momen lentur untuk setiap batang. Analisis sebagai balok-kolom dipengaruhi oleh factor kelangsingan. Kolom langsing yang menahan kombinasi beban aksial-lentur akan mendapatkan momen lentur tambahan (momen sekunder) akibat efek $P-\Delta$ dan mengalami deformasi arah lateral, dimana P adalah beban aksial dan Δ adalah defleksi kolom arah lateral pada penampang yang ditinjau.

Tingkat kelangsingan suatu kolom dinyatakan sebagai rasio kelangsingan seperti Persamaan (53)

$$\frac{kl}{r} \quad (53)$$

dengan ketentuan :

$$\frac{kl}{r} > 22 \quad \text{kelangsingan diperhitungkan}$$

$$\frac{kl}{r} < 22 \quad \text{kelangsingan diabaikan}$$

Rasio kelangsingan untuk masing-masing benda uji ditunjukkan Tabel 5.11

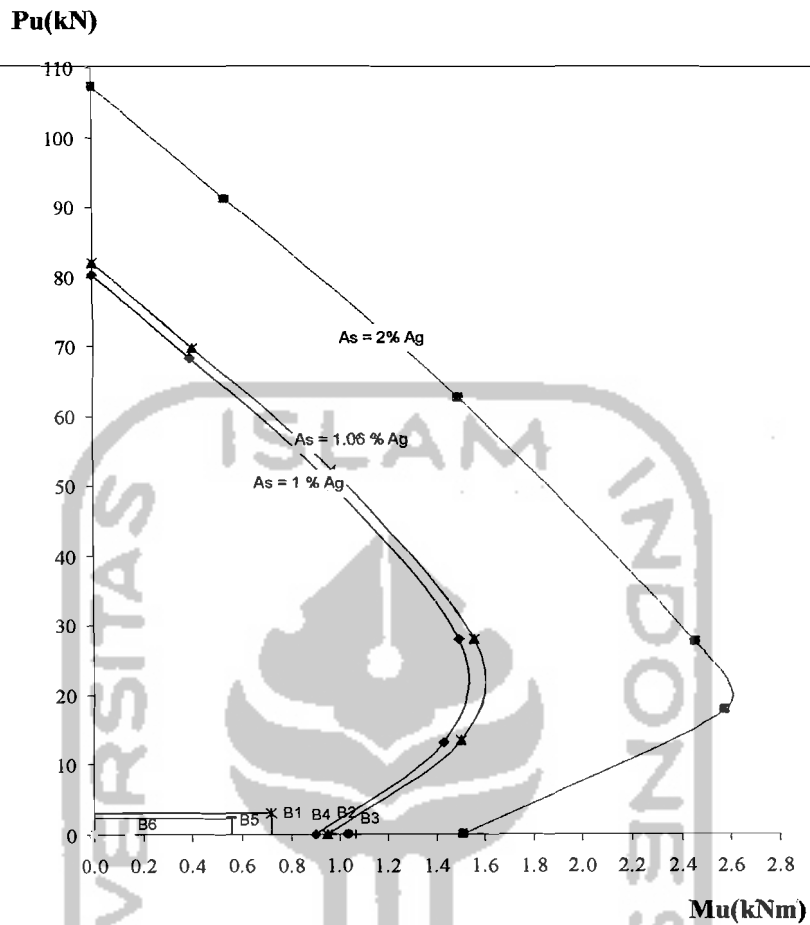
Tabel 5.14 Rasio kelangsingan untuk masing-masing benda uji

Benda uji	$\frac{\lambda}{h}$	Kl/r		keterangan	
		Tepi	Transversal	Kl/r	
				Tepi	Transversal
1	1	8.660	11.547	diabaikan	diabaikan
2	2	17.320	11.547	diabaikan	diabaikan
3	4	34.640	11.547	diperhitungkan	diabaikan

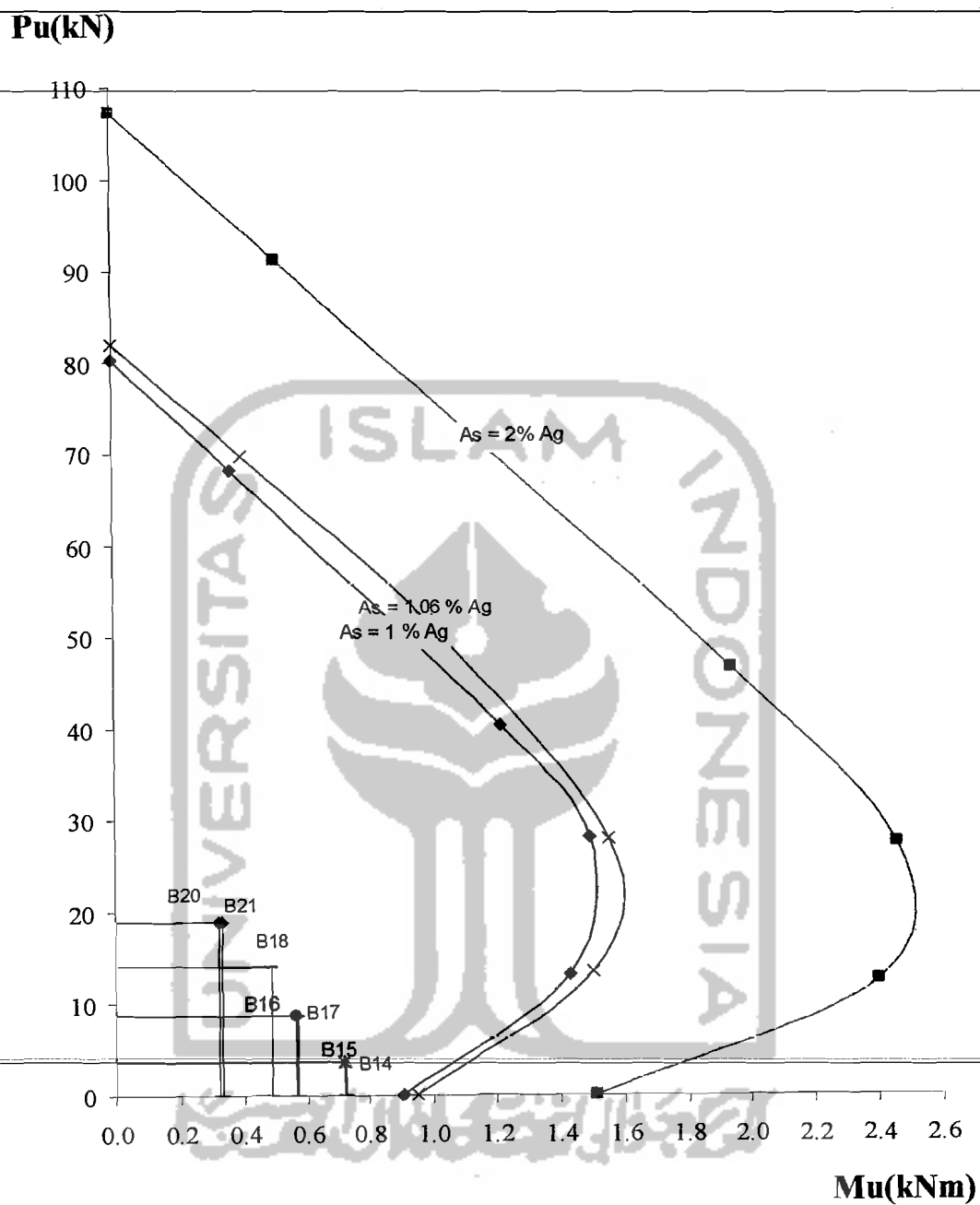
Besarnya gaya-gaya aksial dan momen yang diterima oleh rangka *Vierendeel* sebagai balok kolom akibat beban maksimum dapat ditunjukkan oleh Tabel (5.14), Tabel (5.15) dan Tabel (5.16).

Tabel (5.14) Gaya aksial dan momen pada benda uji 1

Batang	Gaya aksial (kN)	Momen (kNm)	Keterangan
Transversal			
1	3.015	0.721	tekan
2	0.055	1.036	tekan
3	0.011	1.067	tarik
4	0.076	0.964	tekan
5	2.476	0.558	tekan
6	0.077	0.145	tekan
7	0.077	0	tekan
8	0.077	0.145	tekan
9	2.476	0.558	tekan
10	0.076	0.964	tekan
11	0.011	1.067	tarik
12	0.055	1.036	tekan
13	3.015	0.721	tekan
Tepi			
14	3.591	0.721	tarik
15	3.591	0.716	tekan
16	8.769	0.565	tarik
17	8.769	0.573	tekan
18	14.105	0.484	tarik
19	14.105	0.481	tekan
20	18.932	0.319	tarik
21	18.932	0.332	tekan
22	21.723	0.197	tarik
23	21.723	0.216	tekan
24	22.441	0.115	tarik
25	22.441	0.106	tekan
26	22.441	0.106	tarik
27	22.441	0.106	tekan
28	21.723	0.216	tarik
29	21.723	0.197	tekan
30	18.932	0.332	tarik
31	18.932	0.319	tekan
32	14.105	0.481	tarik
33	14.105	0.484	tekan
34	8.769	0.573	tarik
35	8.769	0.565	tekan
36	3.591	0.716	tarik
37	3.591	0.721	tekan



Gambar (5.10) Hubungan Mn-Pn Tinjauan Dimensi Batang Transversal Benda uji 1
 Dari Gambar (5.10) tampak, bahwa batang tepi yang mengalami kerusakan adalah Batang 2, Batang 3, Batang 11 dan Batang 12 akibat momen.



Gambar (5.11) Hubungan Mn-Pn Tinjauan Dimensi Batang Tepi Benda uji 1

Dari Gambar (5.11) tampak, bahwa semua batang masih aman menerima gaya aksial dan momen.

A. Benda uji 2

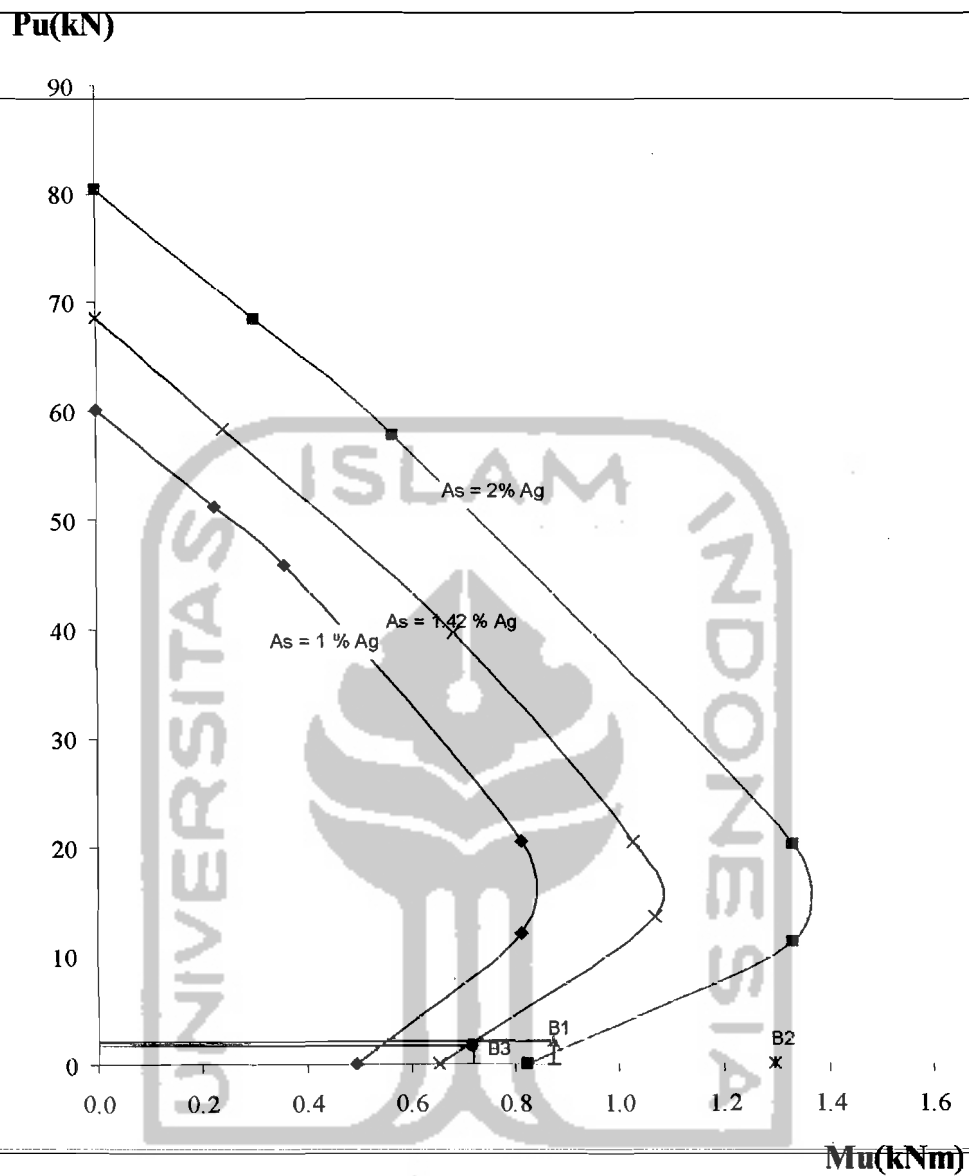
Tinjauan sebagai balok-kolom ditunjukkan oleh hubungan M-P sebagai berikut :

Tabel (5.15) Gaya aksial dan momen pada benda uji 2

Batang Transversal	Gaya aksial (kN)	Momen (kNm)	Keterangan
1	2.070	0.874	tekan
2	0.030	1.294	tekan
3	1.632	0.720	tekan
4	0.032	0	tekan
5	1.632	0.720	tekan
6	0.030	1.294	tekan
7	2.070	0.874	tekan
Tepi			
8	4.365	0.874	tarik
9	4.365	0.872	tekan
10	10.834	0.588	tarik
11	10.834	0.592	tekan
12	14.433	0.152	tarik
13	14.433	0.156	tekan
14	14.433	0.152	tarik
15	14.433	0.156	tekan
16	10.834	0.588	tarik
17	10.834	0.592	tekan
18	4.365	0.874	tarik
19	4.365	0.872	tekan

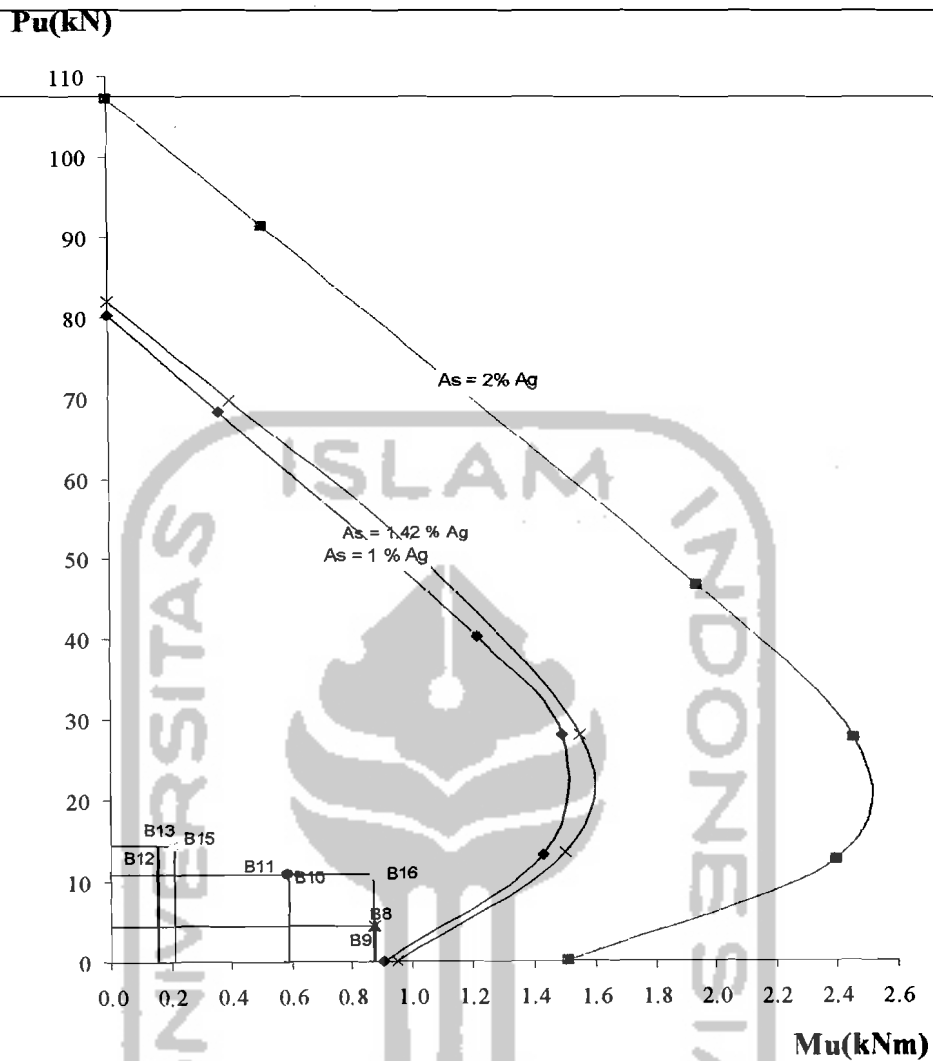
Hubungan aksial-momen dari analisis balok kolom untuk setiap tampang ditunjukkan

oleh Gambar (5.12) dan Gambar (5.13). Dari Gambar (5.12) tampak, bahwa pada batang transversal Batang (1), Batang (2) dan Batang (3) menerima momen yang cukup besar melebihi kapasitas tumpangannya.



Gambar (5.12) Hubungan Mn-Pn Tinjauan Batang Transversal Benda uji 2

Dari Gambar (5.13) tampak bahwa, gaya aksial dan momen yang diterima setiap elemen batang transversal lebih kecil dari kapasitas tampangnya.



Gambar (5.13) Hubungan Mn-Pn Tinjauan Dimensi Batang Tepi Benda uji 2

B. Benda uji 3

Tinjauan sebagai balok-kolom ditunjukkan oleh hubungan M-P sebagai berikut :

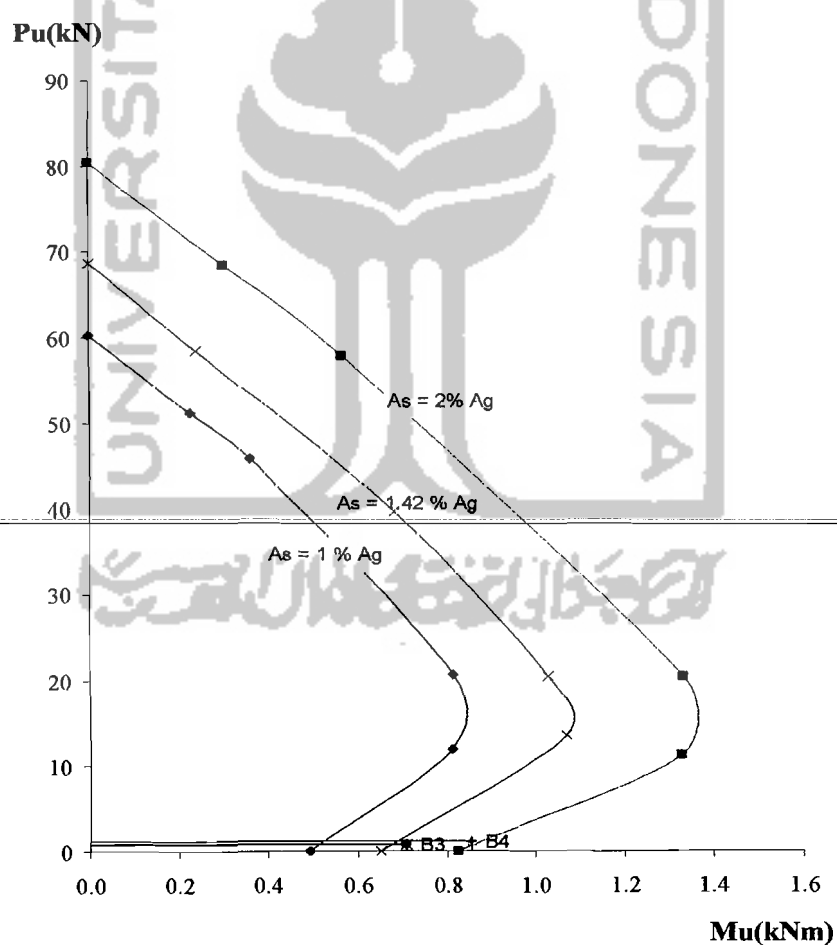
Tabel (5.16) Gaya aksial dan momen pada benda uji 3

Batang Transversal	Gaya aksial (kN)	Momen (kNm)	Keterangan
1	1.222	0.857	tekan
2	0.841	0.710	tekan
3	0.841	0.710	tekan
4	1.222	0.857	tekan

Lanjutan

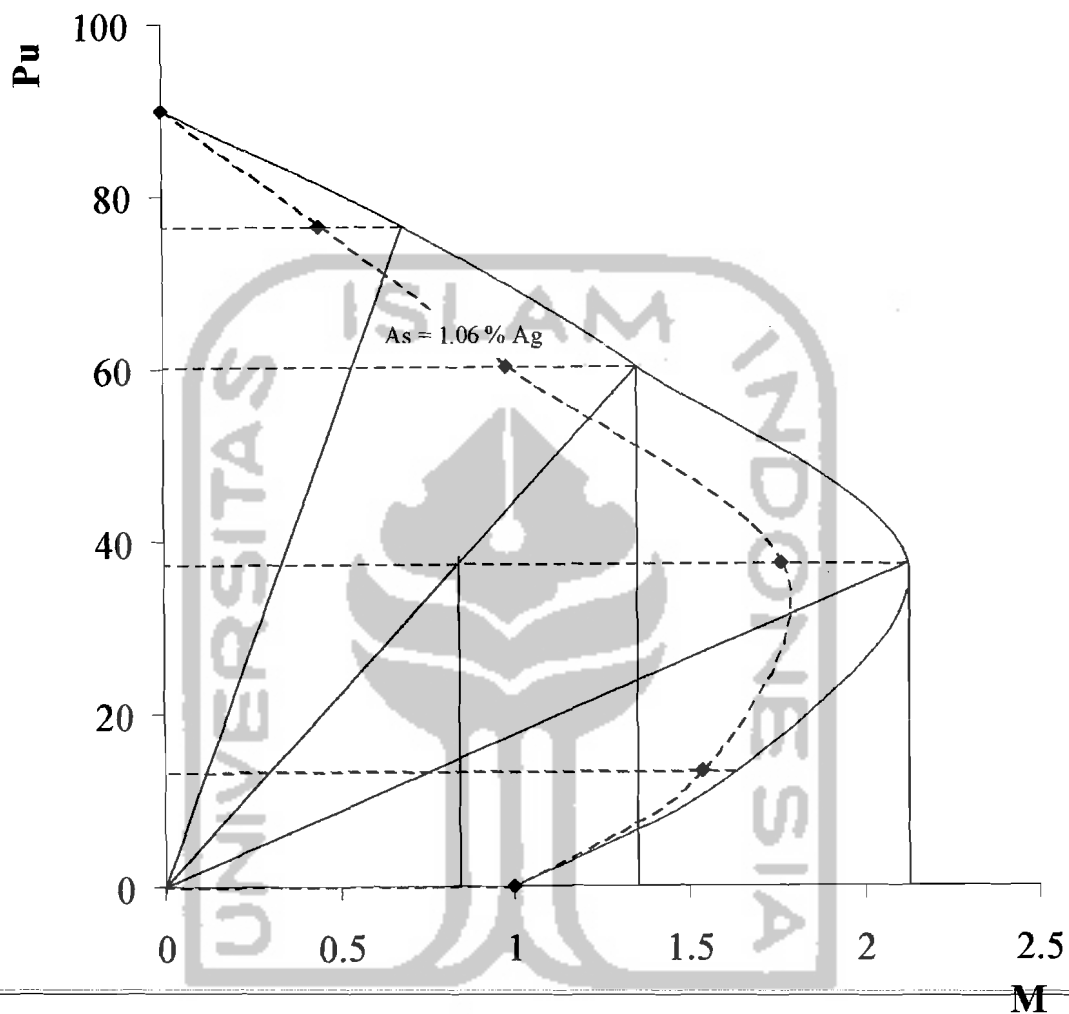
Batang	Gaya aksial (kN)	Momen (kNm)	Keterangan
tepi			
5	4.283	0.857	tarik
6	4.283	0.857	tekan
7	7.833	0.140	tarik
8	7.833	0.140	tekan
9	4.283	0.850	tarik
10	4.283	0.850	tekan

Hubungan aksial-momen dari analisis balok kolom untuk setiap tampang ditunjukkan oleh Gambar (5.14) dan Gambar (5.15)



Gambar (5.14) Hubungan Mn-Pn Tinjauan Batang Transversal Benda uji 3

Dari Gambar (5.14) tampak, bahwa semua batang tepi mengalami kerusakan akibat momen yang diterima melebihi kapasitas tampangnya.



Gambar (5.15) Hubungan Mn-Pn Tinjauan Dimensi Batang Tepi Benda uji 3

Dari Gambar (5.15) tampak, bahwa gaya aksial dan momen yang diterima oleh setiap elemen batang tepi masih lebih kecil dari kapasitas tampangnya.

5.6 Perbandingan Analisis SAP dan Metode Portal

Perhitungan rasio analisis SAP dan metode portal dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh besarnya penyimpangan yang terjadi terhadap asumsi bahwa titik-titik belok berada di tengah elemen batang. Seperti ditunjukkan oleh Tabel perbandingan Analisis SAP dan metode Portal pada Lampiran (5). Dari hasil perhitungan pada Lampiran didapat nilai penyimpangan atau standar deviasi seperti ditunjukkan oleh Tabel 5.15 yang didapat dari rumus :

$$SD(\delta) = \sqrt{\frac{\sum FX^2}{\sum F} - \left(\frac{\sum FX}{\sum F}\right)^2} \quad (54)$$

dimana :

δ : besar penyimpangan (standar deviasi)
 x : rasio analisis SAP terhadap metode portal
 F : frekuensi rasio

Tabel (5.15) Nilai penyimpangan (δ) pada masing-masing benda uji

Benda uji	Rasio a/h	Gaya aksial	Gaya geser	momen
1	1	0.078	0.067	0.067
2	2	0.064	0.067	0.506
3	4	0.040	0.367	0.220

Dari data Tabel 5.15 dapat dilihat, bahwa nilai penyimpangan relative kecil. Oleh karena itu asumsi titik belok ada ditengah bentang elemen batang masih bisa digunakan.