

## BAB V

### ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Data dan Asumsi Desain

Pada perencanaan beton prategang ini kami mengambil panjang bentang yang bervariasi yaitu, 15 m, 20m, 25 m, 30 m, dan 35 m. Sedangkan untuk jarak antar balok kami pakai panjang 3,5 m. Dan desain prategang parsial dipakai sebesar 15%, 20%, dan 30%. Beban-beban yang bekerja didasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia 1983. Data-data beban yang bekerja pada bentang seperti tersebut dibawah ini:

1. Untuk panjang bentang (L) 15 meter.

$$W_{bs} = 7 \quad \text{KN/m}$$

$$W_d = 23,8362 \quad \text{KN/m}$$

$$W_l = 8,75 \quad \text{KN/m}$$

2. Untuk panjang bentang (L) 20 meter.

$$W_{bs} = 9 \quad \text{KN/m}$$

$$W_d = 25,8362 \quad \text{KN/m}$$

$$W_l = 8,75 \quad \text{KN/m}$$

3. Untuk panjang bentang (L) 25 meter.

$$W_{bs} = 11 \quad \text{KN/m}$$

$$W_d = 27,8362 \quad \text{KN/m}$$

$$W_l = 8,75 \quad \text{KN/m}$$

4. Untuk panjang bentang (L) 30 meter.

$$W_{bs} = 15 \quad \text{KN/m}$$

$$W_d = 31,8362 \quad \text{KN/m}$$

$$W_l = 8,75 \quad \text{KN/m}$$

5. Untuk panjang bentang (L) 35 meter.

$$W_{bs} = 19 \quad \text{KN/m}$$

$$W_d = 35,8362 \quad \text{KN/m}$$

$$W_l = 8,75 \quad \text{KN/m}$$

Dari data diatas dengan perhitungan mekanika diperoleh momen eksternal untuk masing-masing bentang, yang selanjutnya momen eksternal ini sebagai dasar untuk pemilihan profil tampang. Pemilihan profil tampang T didasarkan pada tabel H Nilson yang bisa dilihat pada lampiran 6.

Mutu bahan yang digunakan dalam perencanaan ini untuk beton menggunakan kuat karakteristik ( $f'c$ )= 45 Mpa, tegangan ultimit tendon ( $f_{pu}$ )= 1860 Mpa dan mutu baja non-prategang ( $f_y$ )= 360 Mpa.

## 5.2. Pembahasan Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada bab ini diperoleh beberapa hasil untuk selanjutnya dianalisa menurut keadaan yang terjadi didalam perhitungan.

1. Didalam perencanaan tugas akhir ini kami hanya menggunakan satu macam profil tampang yaitu, yaitu profil tampang T tipe (1-j) yang bisa dilihat pada lampiran 6.
2. Pemakaian bentang yang panjang akan mengakibatkan beban dan gaya prategang yang dibutuhkan semakin besar. Hubungan antara gaya prategang dan bentang merupakan hubungan garis lurus.
3. Pemakaian tipe tendon untuk tiap bentang didasarkan atas gaya prategang. Pada kondisi prategang parsial yang ada hanya pengurangan jumlah serat tendon. Pengurangan ini seiring berkurangnya gaya prategang yang terjadi.
4. Dalam analisa tegangan beton yang terjadi untuk prategang parsial asumsi gaya yang bekerja tetap bekerja 100 %. Karena gaya yang ditahan baja non-prategang dianggap tetap bekerja bersamaan dengan baja prategang.

5. Pada saat transfer tegangan yang terjadi pada serat atas adalah terjadi tarik, dengan adanya pemakaian tulangan non-prategang pada prategang parsial tegangan tarik yang terjadi akan berkurang bahkan dapat menjadi tegangan tekan. Hal ini dikarenakan peningkatan pemakaian baja non-prategang dan pengurangan baja prategang yang digunakan akan mengurangi lendutan keatas (camber).
6. Pada prategang parsial dengan tipe tendon yang sama penambahan pemakaian baja non-prategang akan meningkatkan kapasitas momen dari penampang.
7. Pengurangan prosentase gaya prategang pada prategang parsial akan mengurangi momen retak yang terjadi akibat lendutan ke atas (camber). Sementara penggunaan baja non-prategang untuk kondisi layan (beban service) akan mengurangi retak yang tidak beraturan akibat lendutan.
8. Adanya penggunaan prategang parsial mengakibatkan berkurangnya eksentrisitas yang terjadi. Secara umum akan mengurangi panjang tendon yang digunakan.

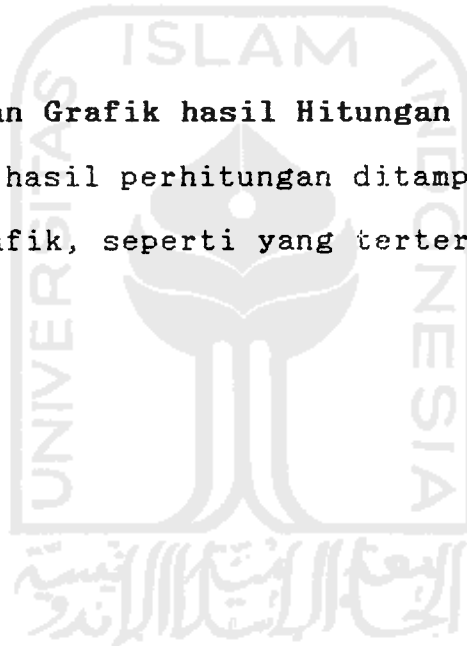
Pemilihan mutu bahan yang digunakan untuk beton akan sangat berpengaruh terhadap tegangan izin beton setelah transfer dan saat layan (akhir). Semakin tinggi mutu beton yang digunakan tegangan izin beton yang

disyaratkan akan semakin besar, hal ini akan mempengaruhi luasan beton yang dibutuhkan.

Kenaikkan jumlah tendon dan besarnya gaya prategang awal yang digunakan sebanding dengan luas penampang yang dipakai dengan mutu bahan yang sama, karena pada prinsipnya dasar perencanaan beton prategang terdapat pada kemampuan tampang betonya. Peningkatan mutu baja prategang akan memperkecil luasan baja prategang yang digunakan.

## 5.2. Tabel dan Grafik hasil Hitungan

Seluruh hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, seperti yang tertera dibawah ini.



Tabel 5.1. Tegangan yang terjadi pada prategang penuh dan prategang sebagian untuk panjang bentang (L) = 15 meter.

NO	% PRATEGANG	TYPE TENDON	E (mm)	TEGANGAN BETON (Mpa)				TEGANGAN TENDON (Mpa)	
				SAAT TRANSFER		SAAT LAYAN		SAAT TRANSFER	SAAT LAYAN
				$f_a$	$f_b$	$f'_a$	$f'_b$	$f_{se}$	$f'_{se}$
1	100 %	12Sc	306,44	-6,61	-13,70	-11,56	2,15	1229,62	1270,50
2	85 %	12Sc	278,33	-8,21	-12,59	-9,29	-0,53	1235,02	1282,76
3	80 %	12Sc	274,01	-8,47	-12,30	-9,04	-0,85	1236,43	1281,13
4	70 %	12Sc	280,79	-9,06	-11,58	-8,60	-1,45	1239,94	1278,02

Keterangan :

$f'_c = 45$  Mpa

$f_{pu} = 1860$  Mpa

$f_y = 360$  Mpa

$f_{ci} = 27,00$  Mpa

$f_{cs} = 20,25$  Mpa

$f_a$  = Tegangan serat atas saat transfer (Mpa)

$f'_a$  = Tegangan serat atas saat layan (Mpa)

$f_{se}$  = Tegangan tendon saat transfer (Mpa)

E = Eksentrisitas (mm)

$W_{bs} = 7$  KN/M

$W_d = 23,8362$  KN/M

$W_l = 8,75$  KN/M

$f_{ti} = 1,677$  Mpa

$f_{ts} = 3,354$  Mpa

$f_b$  = Tegangan serat bawah saat transfer (Mpa)

$f'_b$  = Tegangan serat bawah saat layan (Mpa)

$f'_{se}$  = Tegangan tendon saat layan (Mpa)

Tabel 5.2. Luasan tulangan baja prategang dan baja non-prategang serta kapasitas momen untuk bentang (L) = 15 meter

NO	%	TYPE	$P_i$	$P_e$	$M_n$	$A_{ps}$	$A_s$
	PRATEGANG	TENDON	(KN)	(KN)	(KN-M)	(MM <sup>2</sup> )	(MM <sup>2</sup> )
1	100 %	12Sc	2019,501	1615,601	1523,8778	1557,75	-
2	85 %	12Sc	1716,576	1373,261	1520,8014	1009,29	1788,30
3	80 %	12Sc	1615,601	1292,480	1528,5493	949,92	2023,76
4	70 %	12Sc	1413,651	1130,920	1542,6449	831,18	2494,67

Keterangan :

$f'_c = 45$  Mpa

$f_{pu} = 1860$  Mpa

$f_y = 360$  Mpa

$P_i$  = Gaya prategang awai (KN)

$A_{ps}$  = Luas baja prategang (mm<sup>2</sup>)

$M_n$  = Kapasitas tampang (KN-M)

$W_{bs} = 7$  KN/M

$W_d = 23,8362$  KN/M

$W_l = 8,75$  KN/M

$P_e$  = Gaya prategang efektif (KN)

$A_s$  = Luas baja non-prategang (mm<sup>2</sup>)

$M_u = 1428,44928$  (KN-M)

Tabel 5.3. Tegangan yang terjadi pada prategang penuh dan prategang sebagian untuk panjang bentang (L) = 20 meter.

NO	% PRATEGANG	TYPE TENDON	E (mm)	TEGANGAN BETON (Mpa)				TEGANGAN TENDON (Mpa)	
				SAAT TRANSFER		SAAT LAYAN		SAAT TRANSFER	SAAT LAYAN
				$f_a$	$f_b$	$f'_a$	$f'_b$	$f_{se}$	$f'_{se}$
1	100 %	19Sc	421,19	-6,10	-14,59	-10,87	0,82	1221,99	1281,75
2	85 %	19Sc	387,85	-7,53	-13,75	-8,99	-1,46	1226,27	1279,54
3	80 %	19Sc	382,05	-7,80	-13,50	-8,75	-1,78	1227,55	1277,84
4	70 %	12Sc	372,84	-8,22	-12,99	-8,31	-2,39	1230,15	1274,58

Keterangan :

$f'_c = 45$ Mpa	$w_{bs} = 9$ KN/M
$f_{pu} = 1860$ Mpa	$w_d = 25,8362$ KN/M
$f_y = 360$ Mpa	$w_i = 8,75$ KN/M
$f_{ci} = 27,00$ Mpa	$f_{ti} = 1,677$ Mpa
$f_{cs} = 20,25$ Mpa	$f_{ts} = 3,354$ Mpa
$f_a$ = Tegangan serat atas saat transfer (Mpa)	$f_b$ = Tegangan serat bawah saat transfer (Mpa)
$f'_a$ = Tegangan serat atas saat layan (Mpa)	$f'_b$ = Tegangan serat bawah saat layan (Mpa)
$f_{se}$ = Tegangan tendon saat transfer (Mpa)	$f'_{se}$ = Tegangan tendon saat layan (Mpa)
$E$ = Eksentrisitas (mm)	



Tabel 5.3. Tegangan yang terjadi pada prategang penuh dan prategang sebagian untuk panjang bentang (L) = 20 meter.

NO	% PRATEGANG	TYPE TENDON	E (mm)	TEGANGAN BETON (Mpa)				TEGANGAN TENDON (Mpa)	
				SAAT TRANSFER		SAAT LAYAN		SAAT TRANSFER	SAAT LAYAN
				$f_a$	$f_b$	$f'_a$	$f'_b$	$f_{se}$	$f'_{se}$
1	100 %	19Sc	421,19	-6,10	-14,59	-10,87	0,82	1221,99	1281,75
2	85 %	19Sc	387,85	-7,53	-13,75	-8,99	-1,46	1226,27	1279,54
3	80 %	19Sc	382,05	-7,80	-13,50	-8,75	-1,78	1227,55	1277,84
4	70 %	12Sc	372,84	-8,22	-12,99	-8,31	-2,39	1230,15	1274,58

Keterangan :

$f'_c = 45$  Mpa

$f_{pu} = 1860$  Mpa

$f_y = 360$  Mpa

$f_{ci} = 27,00$  Mpa

$f_{cs} = 20,25$  Mpa

$f_a$  = Tegangan serat atas saat transfer (Mpa)

$f'_a$  = Tegangan serat atas saat layan (Mpa)

$f_{se}$  = Tegangan tendon saat transfer (Mpa)

E = Eksentrisitas (mm)

$W_{bs} = 9$  KN/M

$W_d = 25,8362$  KN/M

$W_i = 8,75$  KN/M

$f_{ti} = 1,677$  Mpa

$f_{ts} = 3,354$  Mpa

$f_b$  = Tegangan serat bawah saat transfer (Mpa)

$f'_b$  = Tegangan serat bawah saat layan (Mpa)

$f'_{se}$  = Tegangan tendon saat layan (Mpa)

Tabel 5.5. Tegangan yang terjadi pada prategang penuh dan prategang sebagian untuk panjang bentang (L) = 25 meter.

NO	% PRATEGANG	TYPE TENDON	E (mm)	TEGANGAN BETON (Mpa)				TEGANGAN TENDON (Mpa)	
				SAAT TRANSFER		SAAT LAYAN		SAAT TRANSFER	SAAT LAYAN
				$f_a$	$f_b$	$f'_a$	$f'_b$	$f_{se}$	$f'_{se}$
1	100 %	22Sc	581,57	-5,63	-15,36	-10,02	-0,87	1214,87	1284,24
2	85 %	19Sc	544,63	-6,76	-14,85	-8,61	-2,64	1217,58	1274,59
3	80 %	19Sc	536,84	-7,02	-14,66	-8,37	-2,95	1218,58	1272,90
4	70 %	19Sc	520,25	-7,59	-14,13	-7,95	-3,54	1221,40	1269,65

Keterangan :

$f'_c = 45$  Mpa  
 $f_{pu} = 1860$  Mpa  
 $f_y = 360$  Mpa  
 $f_{ci} = 27,00$  Mpa  
 $f_{cs} = 20,25$  Mpa  
 $f_a$  = Tegangan serat atas saat transfer (Mpa)  
 $f'_a$  = Tegangan serat atas saat layan (Mpa)  
 $f_{se}$  = Tegangan tendon saat transfer (Mpa)  
 $E$  = Eksentrisitas (mm)

$w_{bs} = 11$  KN/M  
 $w_d = 27,8362$  KN/M  
 $w_l = 8,75$  KN/M  
 $f_{ti} = 1,677$  Mpa  
 $f_{ts} = 3,354$  Mpa  
 $f_b$  = Tegangan serat bawah saat transfer (Mpa)  
 $f'_b$  = Tegangan serat bawah saat layan (Mpa)  
 $f'_{se}$  = Tegangan tendon saat layan (Mpa)

Tabel 5.6. Luasan tulangan baja prategang dan baja non-prategang serta kapasitas momen untuk bentang (L) = 25 meter

NO	% PRATEGANG	TYPE TENDON	$P_i$ (KN)	$P_e$ (KN)	$M_n$ (KN-M)	$A_{ps}$ (MM <sup>2</sup> )	$A_s$ (MM <sup>2</sup> )
1	1006%	22Sc	3939,698	3151,7587	5351,1173	3038,91	-
2	85 %	19Sc	3348,743	2678,9944	4853,0862	1954,03	2744,80
3	80 %	19Sc	3151,758	2521,4069	4876,8235	1839,09	3239,07
4	70 %	19Sc	2757,789	2206,2312	4920,1587	1609,20	4227,60

Keterangan :

$f'_c = 45$  Mpa

$f_{pu} = 1860$  Mpa

$f_y = 360$  Mpa

$P_i$  = Gaya prategang awal (KN)

$A_{ps}$  = Luas baja prategang (mm<sup>2</sup>)

$M_n$  = Kapasitas tampang (KN-M)

$W_{bs} = 11$  KN/M

$W_d = 27,8362$  KN/M

$W_l = 8,75$  KN/M

$P_e$  = Gaya prategang efektif (KN)

$A_s$  = Luas baja non-prategang (mm<sup>2</sup>)

$M_u = 4564,78156$  (KN-M)

Tabel 5.7. Tegangan yang terjadi pada prategang penuh dan prategang sebagian untuk panjang bentang (L) = 30 meter.

NO	% PRATEGANG	TYPE TENDON	E (mm)	TEGANGAN BETON (Mpa)				TEGANGAN TENDON (Mpa)	
				SAAT TRANSFER		SAAT LAYAN		SAAT TRANSFER	SAAT LAYAN
				$f_a$	$f_b$	$f'_a$	$f'_b$	$f_{se}$	$f'_{se}$
1	100 %	31Sc	729,78	-4,85	-16,71	-9,54	-1,83	1206,16	1279,69
2	85 %	27Sc	692,73	-5,74	-16,55	-8,42	-3,26	1207,03	1271,78
3	80 %	27Sc	683,69	-5,98	-16,45	-8,19	-3,57	1207,57	1270,06
4	70 %	22Sc	665,97	-6,45	-16,15	-7,78	-4,15	1209,19	1266,83

Keterangan :

$f'_c = 45$  Mpa

$f_{pu} = 1860$  Mpa

$f_y = 360$  Mpa

$f_{ci} = 27,00$  Mpa

$f_{cs} = 20,25$  Mpa

$f_a$  = Tegangan serat atas saat transfer (Mpa)

$f'_a$  = Tegangan serat atas saat layan (Mpa)

$f_{se}$  = Tegangan tendon saat transfer (Mpa)

$E$  = Eksentrisitas (mm)

$W_{bs} = 15$  KN/M

$W_d = 31,8362$  KN/M

$W_l = 8,75$  KN/M

$f_{ti} = 1,677$  Mpa

$f_{ts} = 3,354$  Mpa

$f_b$  = Tegangan serat bawah saat transfer (Mpa)

$f'_b$  = Tegangan serat bawah saat layan (Mpa)

$f'_{se}$  = Tegangan tendon saat layan (Mpa)

Tabel 5.8. Luasan tulangan baja prategang dan baja non-prategang serta kapasitas momen untuk bentang (L) = 30 meter

NO	% PRATEGANG	TYPE TENDON	$P_i$ (KN)	$P_e$ (KN)	$M_n$ (KN-M)	$A_{ps}$ (MM <sup>2</sup> )	$A_s$ (MM <sup>2</sup> )
1	100 %	31Sc	5525,217	4420,173	8839,1383	4261,90	-
2	85 %	27Sc	4696,434	3757,147	7743,4895	2736,43	3387,09
3	80 %	27Sc	4420,173	3536,138	7781,1706	2575,47	4090,46
4	70 %	22Sc	3867,651	3094,121	7849,9256	2253,53	5497,19

Keterangan :

$f'_c = 45$  Mpa

$f_{pu} = 1860$  Mpa

$f_y = 360$  Mpa

$P_i$  = Gaya prategang awal (KN)

$A_{ps}$  = Luas baja prategang (mm<sup>2</sup>)

$M_n$  = Kapasitas tampang (KN-M)

$w_{bs} = 15$  KN/M

$w_d = 31,8362$  KN/M

$w_l = 8,75$  KN/M

$P_e$  = Gaya prategang efektif (KN)

$A_s$  = Luas baja non-prategang (mm<sup>2</sup>)

$M_u = 7282,97062$  (KN-M)

Tabel 5.9. Tegangan yang terjadi pada prategang penuh dan prategang sebagian untuk panjang bentang (L) = 35 meter.

NO	%	TYPE	E	TEGANGAN BETON (Mpa)				TEGANGAN TENDON (Mpa)		
				PRATEGANG	TENDON	(mm)	SAAT TRANSFER		SAAT LAYAN	
							$f_a$	$f_b$	$f'_a$	$f'_b$
1	100 %	42Sc	908,81	-4,22	-17,80	-9,15	-2,60	1198,78	1276,09	
2	85 %	37Sc	868,39	-5,00	-17,86	-8,26	-3,78	1198,42	1269,47	
3	80 %	37Sc	857,65	-5,22	-17,81	-8,03	-4,08	1198,69	1267,79	
4	70 %	31Sc	837,60	-5,63	-17,65	-7,62	-4,66	1199,57	1264,52	

Keterangan :

$f'_c = 45$  Mpa

$f_{pu} = 1860$  Mpa

$f_y = 360$  Mpa

$f_{ci} = 27,00$  Mpa

$f_{cs} = 20,25$  Mpa

$f_a$  = Tegangan serat atas saat transfer (Mpa)

$f'_a$  = Tegangan serat atas saat layan (Mpa)

$f_{se}$  = Tegangan tendon saat transfer (Mpa)

E = Eksentrisitas (mm)

$W_{bs} = 19$  KN/M

$W_d = 35,8362$  KN/M

$W_l = 8,75$  KN/M

$f_{ti} = 1,677$  Mpa

$f_{ts} = 3,354$  Mpa

$f_b$  = Tegangan serat bawah saat transfer (Mpa)

$f'_b$  = Tegangan serat bawah saat layan (Mpa)

$f'_{se}$  = Tegangan tendon saat layan (Mpa)

Tabel 5.10. Luasan tulangan baja prategang dan baja non-prategang serta kapasitas momen untuk bentang (L) = 35 meter

NO	% PRATEGANG	TYPE TENDON	$P_i$ (KN)	$P_e$ (KN)	$M_n$ (KN-M)	$A_{ps}$ (MM <sup>2</sup> )	$A_s$ (MM <sup>2</sup> )
1	100 %	42Sc	7155,973	5724,778	13608,561	5519,79	-
2	85 %	37Sc	6082,577	4866,061	11595,481	3539,46	3920,84
3	80 %	37Sc	5724,778	4579,822	11651,589	3331,25	4843,95
4	70 %	31Sc	5009,181	4007,344	11753,958	2914,85	6690,16

Keterangan :

$f'_c$  = 45 Mpa

$f_{pu}$  = 1860 Mpa

$f_y$  = 360 Mpa

$P_i$  = Gaya prategang awal (KN)

$A_{ps}$  = Luas baja prategang (mm<sup>2</sup>)

$M_n$  = Kapasitas tampang (KN-M)

$W_{bs}$  = 19 KN/M

$W_d$  = 35,8362 KN/M

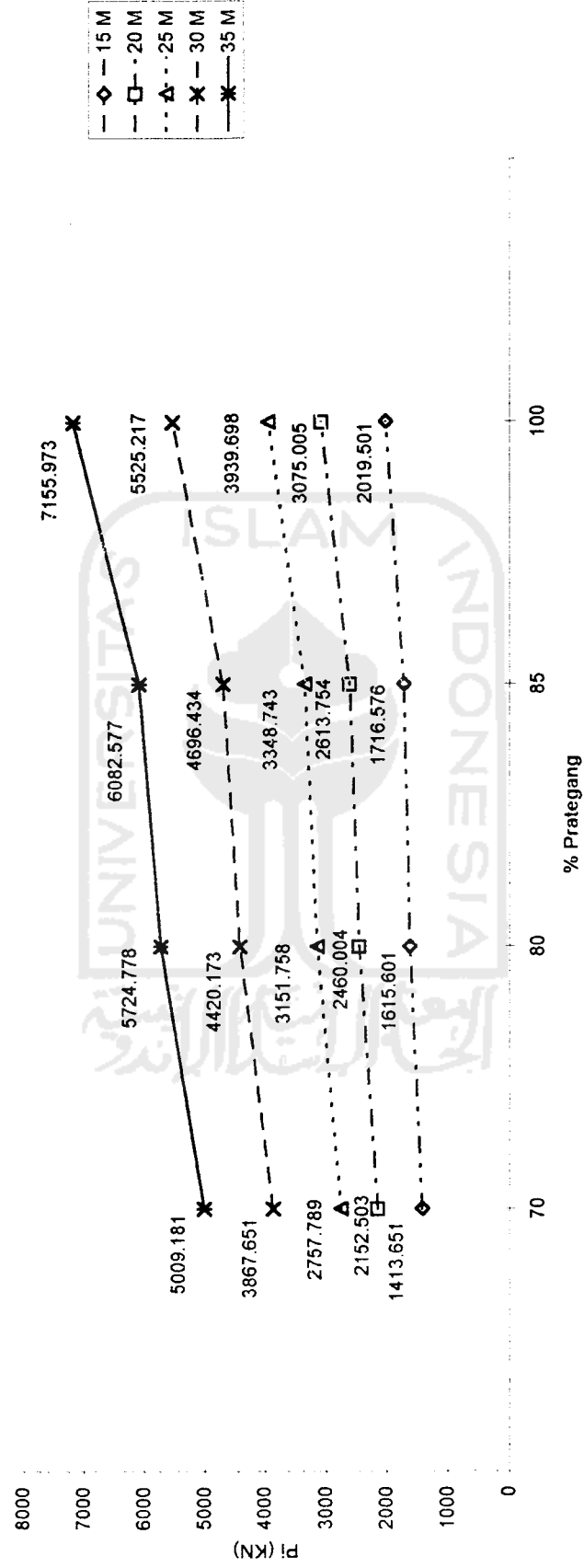
$W_l$  = 8,75 KN/M

$P_e$  = Gaya prategang efektif (KN)

$A_s$  = Luas baja non-prategang (mm<sup>2</sup>)

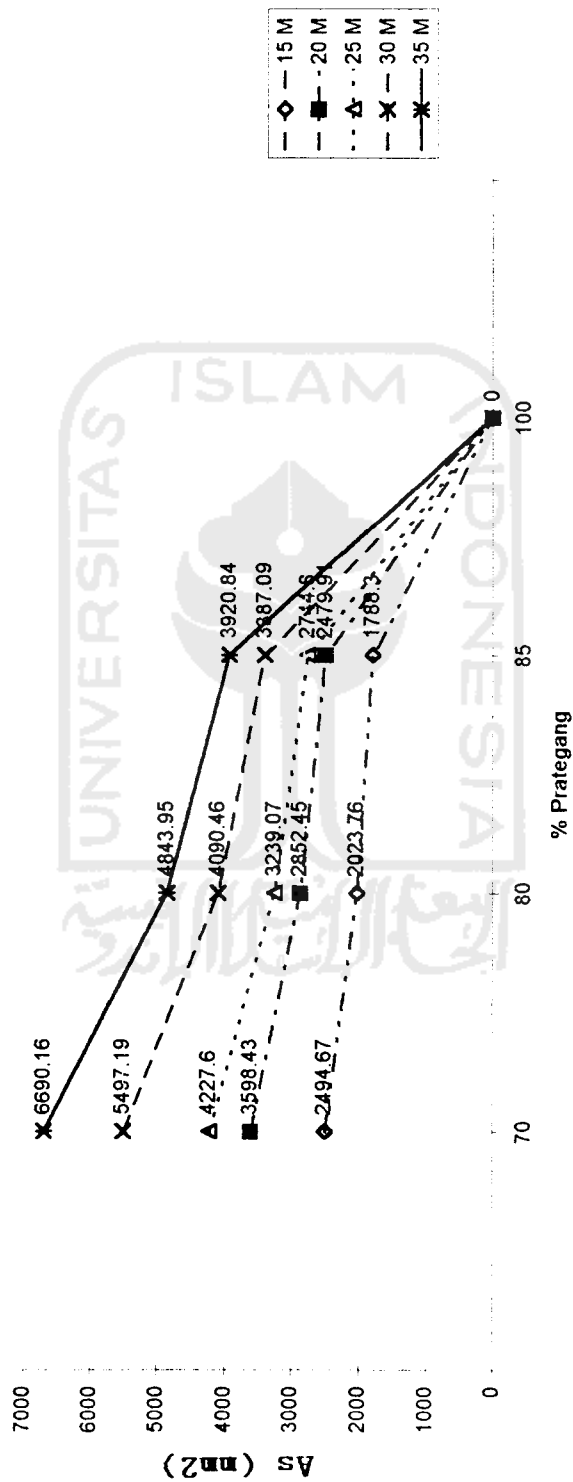
$M_u$  = 10906,4519 (KN-M)

Grafik 5.1. Prosentase Prategang Terhadap Gaya Prategang Awal

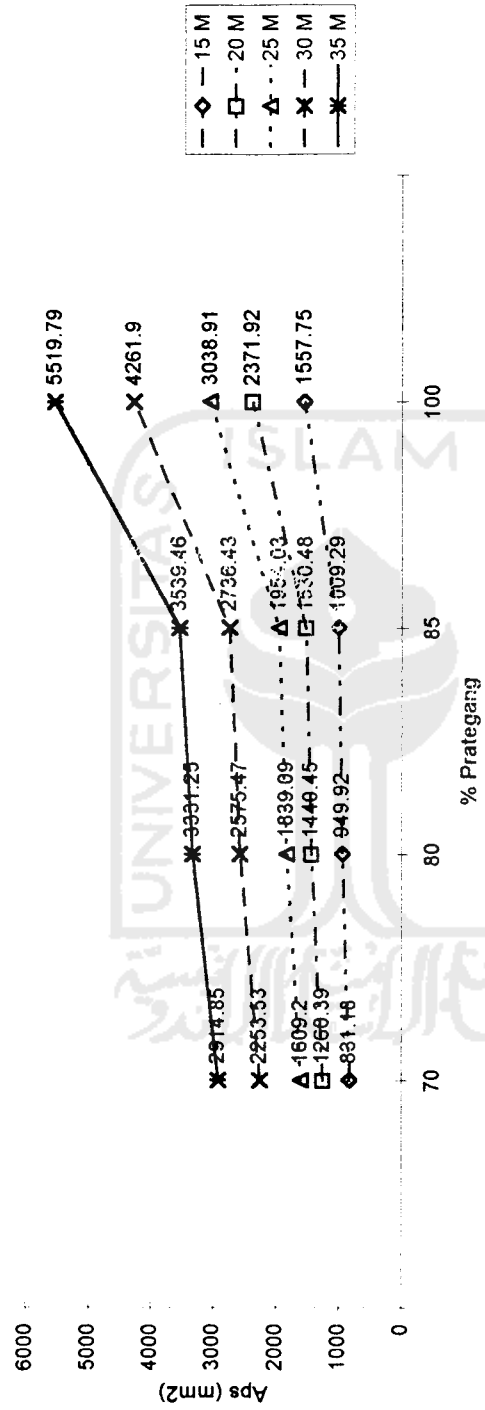




Grafik 5.2. Prosentase Prategang Terhadap Luasan Baja Non-Prategang



Grafik 5.3. Prosentase Prategang terhadap Luasan Baja Prategang.



Grapik 5.4. Prosentase Prategang Terhadap Momen Nominal

