

BAB VII

HASIL DAN PEMBAHASAN

7.1 Analisis P-Delta

Analisis struktur yang biasa dipakai dalam praktek untuk menetapkan distribusi momen lentur, gaya lintang, maupun gaya normal yang terjadi didalam struktur akibat beban luar adalah analisis linear (*"first order analysis"*). Pada analisis tersebut, hubungan antara tegangan dan regangan dari bahan dianggap linear dan pengaruh dari deformasi terhadap persamaan keseimbangan struktur diabaikan. Analisis tersebut menghasilkan hubungan antara beban dan lendutan bersifat linear dan *"overestimate"* baik kekakuan (*"stiffness"*) maupun kekuatan (*"strength"*) struktur yang dianalisis.

Analisis yang lebih akurat dapat dilakukan dengan cara persamaan keseimbangan struktur diformulasikan berdasarkan konfigurasi struktur yang sudah terdeformasi (*"deformed configuration"*) yang nilainya belum diketahui. Dengan kata lain momen sekunder (efek P-Delta) yang dihasilkan oleh gaya aksial yang bekerja pada kolom yang telah mengalami goyangan ke samping telah diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis, yaitu analisis nonlinear (*"second order analysis"*).

Dalam penulisan tugas akhir ini, dicoba untuk melakukan analisis P-Delta dengan metode yang telah disederhanakan dan dapat dipakai dalam batas-batas

tertentu untuk menggantikan analisis nonlinear yang cukup rumit dan mahal.

Adapun metode yang dipakai adalah metode P-Delta yang disederhanakan (PDS) dan metode pembesaran momen (MPM) dengan memodifikasi gaya-gaya dalam hasil analisis linear.

Setelah dilakukan analisis dan perhitungan dengan menggunakan metode-metode diatas terhadap konfigurasi, dimensi dan beban-beban yang bekerja pada struktur portal yang ditinjau dengan langkah dan teknik perhitungan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, dapat diketahui hasil akhir dari metode tersebut. Adapun hasil akhir tersebut adalah momen akhir dan persentase penambahan momen yang terjadi pada elemen kolom dan elemen balok pada portal yang ditinjau sesuai dengan variasi jumlah tingkat (6, 10, 14 tingkat) yang ditunjukkan pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 7.1 Momen Kolom yang terjadi pada portal 6 Tingkat

Elemen Struktur	Momen Kolom (kg)		
	Metode TPD	Metode PDS	Metode MPM
Tingkat 1	8503,36	8702,52	8579,90
Tingkat 2	11467,78	11896,22	11864,47
Tingkat 3	12331,83	12740,21	12539,78
Tingkat 4	10867,85	11170,30	11023,65
Tingkat 5	6996,43	7164,43	7100,87
Tingkat 6	2263,05	2296,34	2213,61

Tabel 7.2 Momen Kolom yang terjadi pada portal 10 Tingkat

Elemen Struktur	Momen Kolom (kg)		
	Metode TPD	Metode PDS	Metode MPM
Tingkat 1	8965,30	9276,39	9258,83
Tingkat 2	12397,35	13223,57	13053,02
Tingkat 3	13918,85	14840,27	14636,44
Tingkat 4	13663,74	14524,44	14287,58
Tingkat 5	12723,49	13454,62	13234,69
Tingkat 6	11314,39	11892,90	11710,62
Tingkat 7	9453,23	9886,53	9739,29
Tingkat 8	7089,86	7367,04	7275,50
Tingkat 9	4118,09	4078,10	4220,39
Tingkat 10	3105,36	3263,38	3087,83

Tabel 7.3 Momen Kolom yang terjadi pada portal 14 Tingkat

Elemen Struktur	Momen Kolom (kg)		
	Metode TPD	Metode PDS	Metode MPM
Tingkat 1	8051,86	8680,24	8411,95
Tingkat 2	11203,18	12388,73	12112,44
Tingkat 3	12747,35	14095,48	13664,44
Tingkat 4	12743,20	14067,31	13580,60
Tingkat 5	12251,33	13470,64	12986,86
Tingkat 6	11493,67	12575,00	12119,70
Tingkat 7	10542,00	11472,61	11059,51
Tingkat 8	9415,00	10192,17	9827,78
Tingkat 9	8115,42	8741,63	8429,96
Tingkat 10	6635,04	7117,12	6860,28
Tingkat 11	5623,08	5793,87	5626,01
Tingkat 12	4939,66	5260,73	5073,03
Tingkat 13	2975,16	3141,76	3031,69
Tingkat 14	1956,16	2014,85	1989,41

Tabel 7.4 Momen Balok yang terjadi pada portal 6 Tingkat

Elemen Struktur	Momen Balok (kg)		
	Metode TPD	Metode PDS	Metode MPM
Tingkat 1	38097,29	38662,89	38331,01
Tingkat 2	38080,02	38843,10	38610,73
Tingkat 3	34331,99	34752,26	34726,58
Tingkat 4	28923,89	29185,26	29209,88
Tingkat 5	23290,40	23434,39	23490,40
Tingkat 6	11908,70	11953,91	11975,37

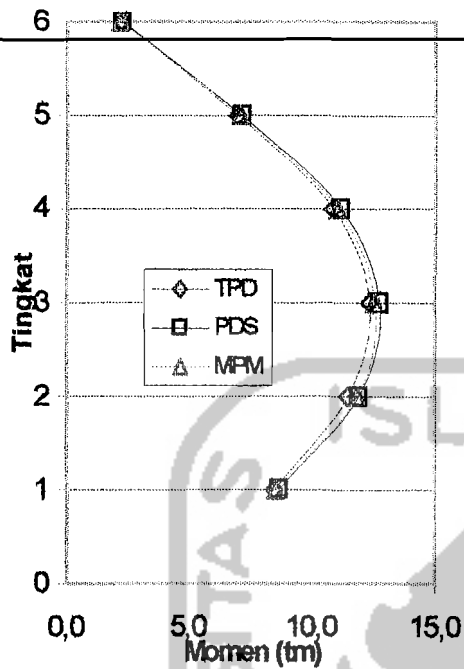
Tabel 7.5 Momen Balok yang terjadi pada portal 10 Tingkat

Elemen Struktur	Momen Balok (kg)		
	Metode TPD	Metode PDS	Metode MPM
Tingkat 1	42920,25	44214,73	43655,20
Tingkat 2	44874,39	46339,58	46266,14
Tingkat 3	43499,35	44838,51	44694,28
Tingkat 4	40838,62	41950,68	41808,74
Tingkat 5	40846,97	38181,67	38070,78
Tingkat 6	33132,18	33744,92	33668,69
Tingkat 7	28368,87	28768,08	28719,69
Tingkat 8	23267,31	23499,39	26522,62
Tingkat 9	18592,09	18716,25	18685,52
Tingkat 10	10082,63	10121,34	10103,63

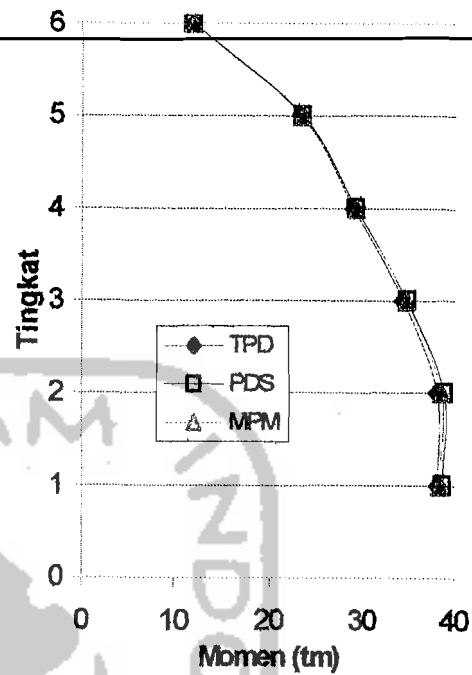
Tabel 7.6 Momen Balok yang terjadi pada portal 14 Tingkat

Elemen Struktur	Momen Balok (kg)		
	Metode TPD	Metode PDS	Metode MPM
Tingkat 1	42023,36	44086,21	43053,97
Tingkat 2	44388,22	46703,14	46450,33
Tingkat 3	43860,79	46093,64	45750,21
Tingkat 4	42409,24	44434,14	44082,73
Tingkat 5	40445,15	42210,18	41889,96
Tingkat 6	38119,23	39609,34	39337,22
Tingkat 7	35470,62	36688,30	36467,31
Tingkat 8	32511,80	33469,94	33298,89
Tingkat 9	29249,32	29968,58	29843,05
Tingkat 10	25697,06	26204,99	26118,08
Tingkat 11	21900,66	22231,35	22174,21
Tingkat 12	18011,50	18205,89	18167,79
Tingkat 13	14577,98	14684,46	14652,12
Tingkat 14	8579,85	8613,67	8594,86

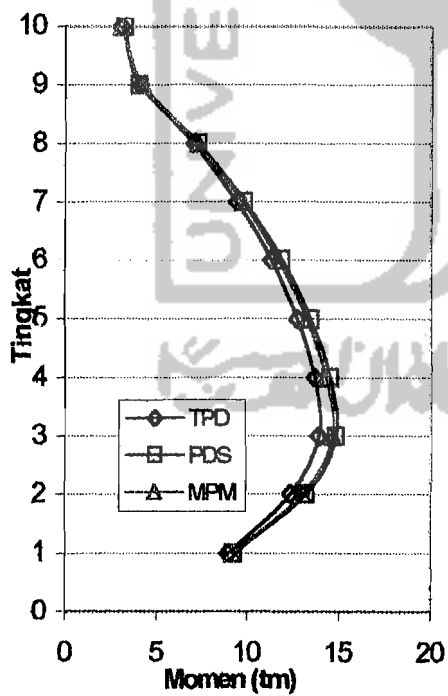
Selanjutnya untuk memperjelas hasil momen yang terjadi ditunjukkan pada gambar berikut



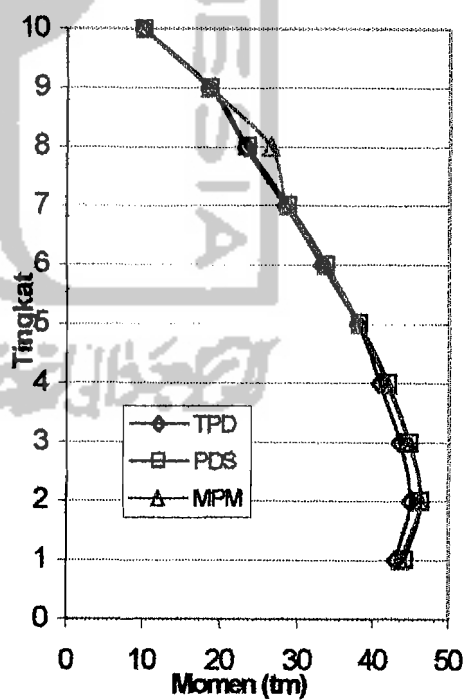
Gbr 7.1 Momen kolom (6 tingkat)



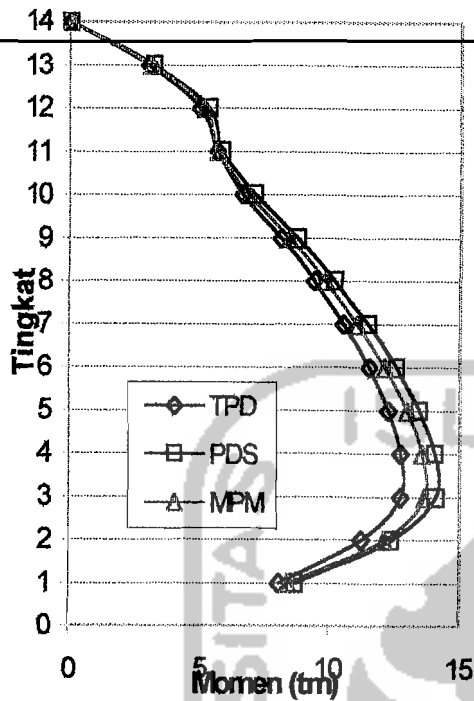
Gbr. 7.2 Momen balok (6 tingkat)



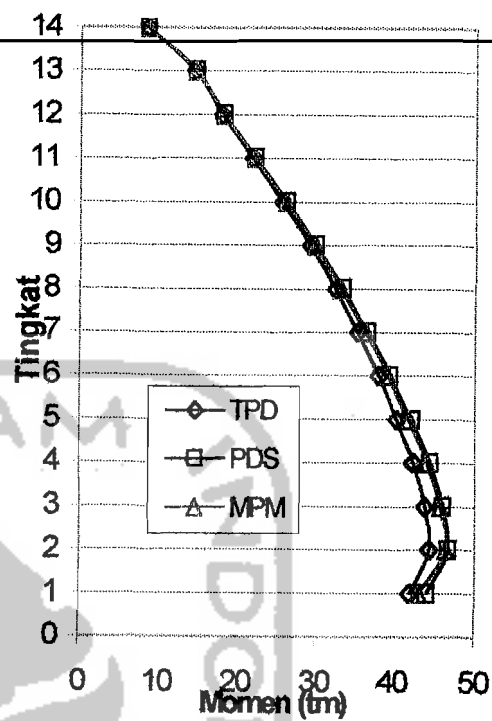
Gbr. 7.3 Momen kolom (10 tingkat)



Gbr. 7.4 Momen balok (10 tingkat)



Gbr. 7.5 Momen kolom (14 tingkat)



Gbr. 7.6 Momen balok (14 tingkat)

Dari tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa setelah melakukan analisis efek P-Delta terhadap struktur yang ditinjau baik 6, 10 dan 14 tingkat diperoleh momen akhir dan nilainya ternyata lebih besar dari momen awal.

Untuk mengetahui besarnya penambahan momen akibat efek P-Delta maka hasil momen yang diperoleh dari metode P-Delta yang disederhanakan (PDS) dan metode Pembesaran momen (MPM) dibandingkan dengan hasil momen yang menggunakan metode tanpa P-Delta. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 7.7 s/d 7.9 dan diperjelas dengan gambar 7.7 s/d 7.12 berikut.

Tabel 7.7 Rasio pembesaran momen terhadap metode TPD (6Tingkat)

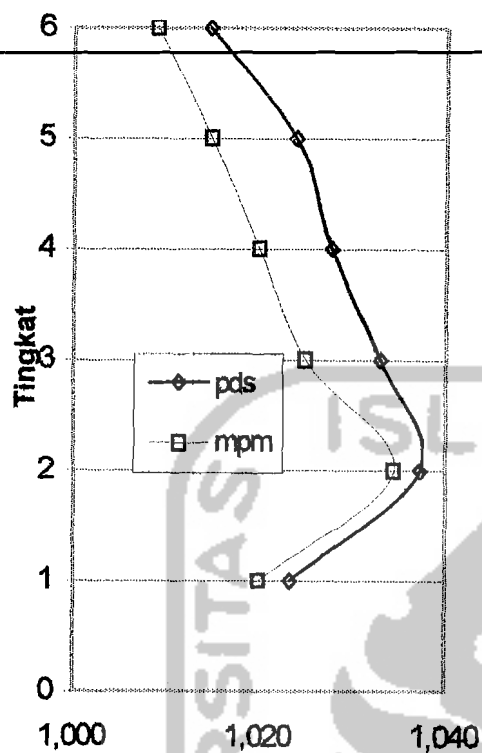
Elemen Kolom	Rasio		Elemen Balok	Rasio	
	Metode MPM	Metode PDS		Metode MPM	Metode PDS
Tingkat 1	1,020	1,023	Tingkat 1	1,007	1,015
Tingkat 2	1,035	1,037	Tingkat 2	1,014	1,020
Tingkat 3	1,025	1,033	Tingkat 3	1,011	1,015
Tingkat 4	1,020	1,028	Tingkat 4	1,007	1,009
Tingkat 5	1,015	1,024	Tingkat 5	1,005	1,006
Tingkat 6	1,009	1,015	Tingkat 6	1,003	1,004

Tabel 7.8 Rasio pembesaran momen terhadap metode TPD (10 Tingkat)

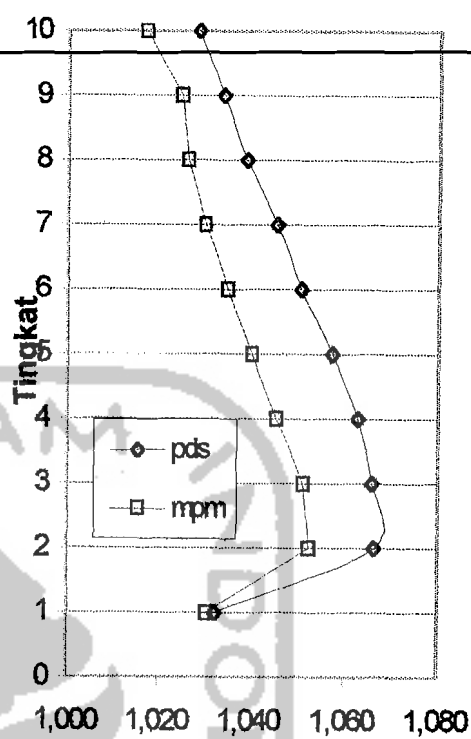
Elemen Kolom	Rasio		Elemen Balok	Rasio	
	Metode MPM	Metode PDS		Metode MPM	Metode PDS
Tingkat 1	1,030	1,032	Tingkat 1	1,017	1,030
Tingkat 2	1,053	1,067	Tingkat 2	1,031	1,033
Tingkat 3	1,052	1,066	Tingkat 3	1,027	1,031
Tingkat 4	1,046	1,063	Tingkat 4	1,024	1,027
Tingkat 5	1,040	1,057	Tingkat 5	1,020	1,023
Tingkat 6	1,035	1,051	Tingkat 6	1,016	1,018
Tingkat 7	1,030	1,046	Tingkat 7	1,012	1,014
Tingkat 8	1,026	1,039	Tingkat 8	1,008	1,010
Tingkat 9	1,025	1,034	Tingkat 9	1,005	1,007
Tingkat 10	1,015	1,029	Tingkat 10	1,002	1,004

Tabel 7.9 Rasio pembesaran momen terhadap metode TPD (14 Tingkat)

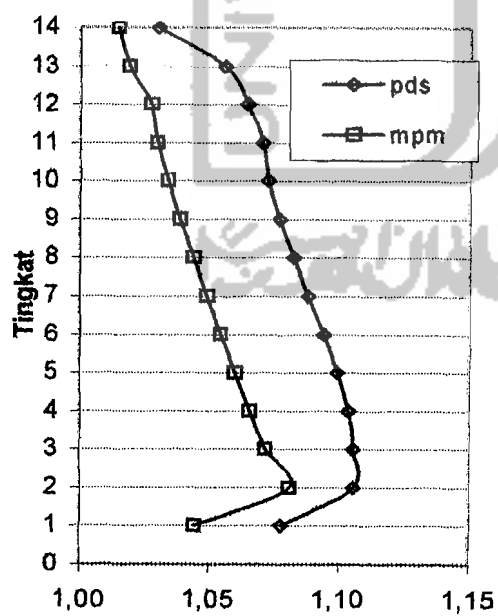
Elemen Kolom	Rasio		Elemen Balok	Rasio	
	Metode MPM	Metode PDS		Metode MPM	Metode PDS
Tingkat 1	1,045	1,078	Tingkat 1	1,025	1,049
Tingkat 2	1,081	1,106	Tingkat 2	1,046	1,052
Tingkat 3	1,072	1,106	Tingkat 3	1,043	1,051
Tingkat 4	1,066	1,104	Tingkat 4	1,039	1,048
Tingkat 5	1,060	1,100	Tingkat 5	1,036	1,044
Tingkat 6	1,054	1,094	Tingkat 6	1,032	1,039
Tingkat 7	1,049	1,088	Tingkat 7	1,028	1,034
Tingkat 8	1,044	1,083	Tingkat 8	1,024	1,029
Tingkat 9	1,039	1,077	Tingkat 9	1,020	1,025
Tingkat 10	1,034	1,073	Tingkat 10	1,016	1,020
Tingkat 11	1,030	1,071	Tingkat 11	1,012	1,015
Tingkat 12	1,027	1,065	Tingkat 12	1,009	1,011
Tingkat 13	1,019	1,056	Tingkat 13	1,005	1,007
Tingkat 14	1,017	1,030	Tingkat 14	1,002	1,004



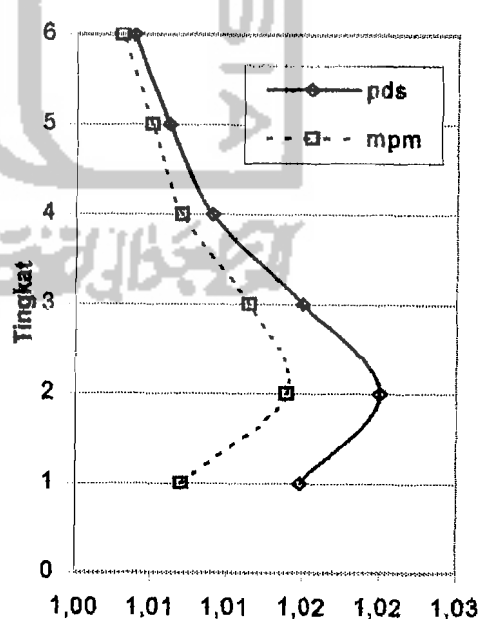
Gbr. 7.7 Rasio pembesaran momen kolom (6 tingkat)



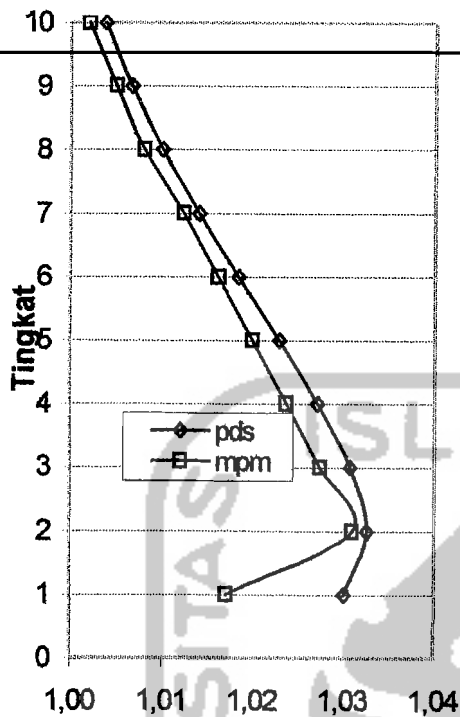
Gbr.7.8 Rasio pembesaran momen kolom (10 tingkat)



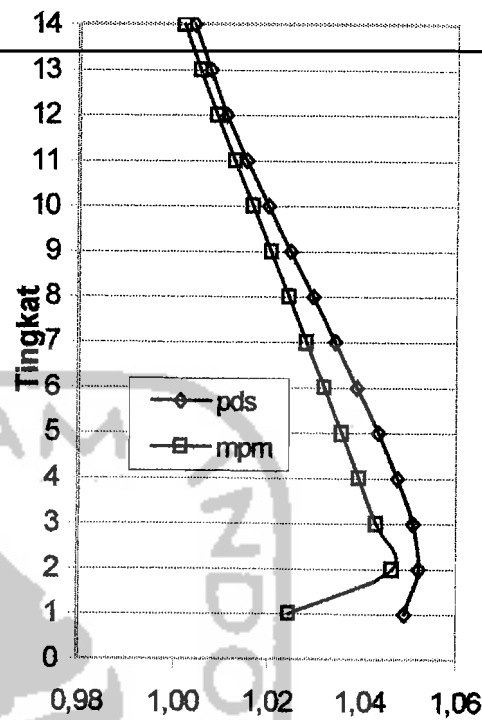
Gbr. 7.9 Rasio pembesaran momen kolom (14 tingkat)



Gbr.7.10 Rasio pembesaran momen balok (6 tingkat)



Gbr. 7.11 Rasio pembesaran momen balok (10 tingkat)



Gbr. 7.12 Rasio pembesaran momen balok (14 tingkat)

Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa terjadi penambahan momen akibat efek P-Delta. Diketahui pula bahwa penambahan jumlah tingkat mempengaruhi penambahan momen yang terjadi. Selisih persentase momen pada kolom lebih besar dibandingkan dengan momen pada balok.

Rasio penambahan momen dengan metode MPM untuk portal 6 tingkat diperoleh 1,009 s/d 1,035 (elemen kolom) dan 1,003 s/d 1,014 (elemen balok), sedangkan dengan metode PDS diperoleh 1,015 s/d 1,037 (elemen kolom) dan 1,004 s/d 1,020 (elemen balok). Untuk portal 10 tingkat dengan metode MPM diperoleh 1,017 s/d 1,053 (elemen kolom) dan 1,002 s/d 1,031 (elemen balok),

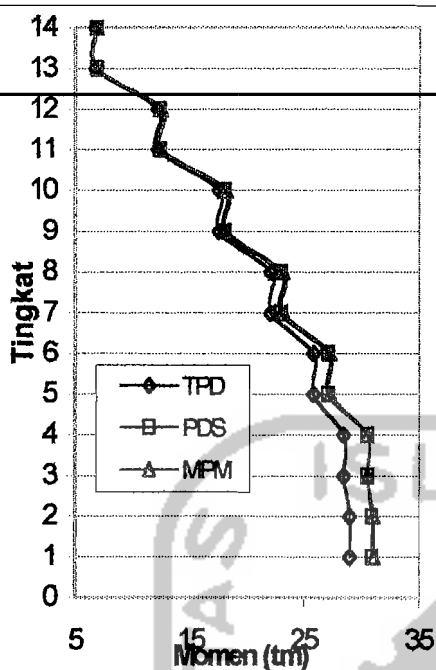
sedangkan dengan metode PDS diperoleh 1,029 s/d 1,067 (elemen kolom) dan 1,004 s/d 1,033 (elemen balok). Untuk portal 14 tingkat dengan metode MPM diperoleh 1,015 s/d 1,081 (elemen kolom) dan 1,002 s/d 1,046 (elemen balok), sedangkan dengan metode PDS diperoleh 1,03 s/d 1,106 (elemen kolom) dan 1,004 s/d 1,052 (elemen balok).

7.2 Perencanaan Balok

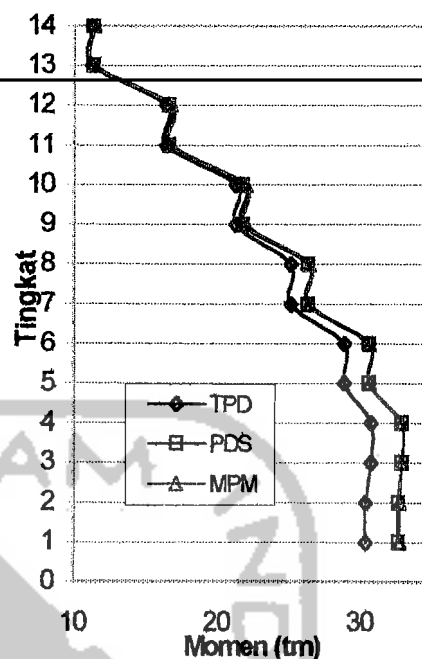
Hasil analisis dan penentuan momen sebagai momen rencana yang digunakan untuk masing-masing metode perencanaan ditunjukkan pada tabel 7.10 dan hasil tersebut dikomparasikan pada gambar 7.13 dan gambar 7.14

Tabel 7.10 Momen Rencana pada perencanaan balok

Elemen Struktur	Metode TPD		Metode PDS		Metode MPM	
	Profil	Momen Rencana	Profil	Momen Rencana	Profil	Momen Rencana
Balok kiri tingkat 1-2	W 14x61	28,943	W 14x68	30,935	W 14x68	31,022
Balok kiri tingkat 3-4	W 14x61	28,460	W 14x68	30,532	W 14x68	30,531
Balok kiri tingkat 5-6	W 14x61	25,828	W 14x61	27,107	W 14x61	27,276
Balok kiri tingkat 7-8	W 14x61	22,098	W 14x61	22,981	W 14x61	23,158
Balok kiri tingkat 9-10	W 14x53	17,496	W 14x53	18,018	W 14x53	18,186
Balok kiri tingkat 11-12	W 14x43	12,108	W 14x43	12,347	W 14x43	12,476
Balok kiri tingkat 13-14	W 14x34	6,771	W 14x34	6,849	W 14x34	6,909
Balok kanan tingkat 1-2	W 14x61	30,389	W 14x68	32,669	W 14x68	32,774
Balok kanan tingkat 3-4	W 14x61	30,729	W 14x68	32,931	W 14x68	32,949
Balok kanan tingkat 5-6	W 14x61	28,858	W 14x61	30,599	W 14x61	30,614
Balok kanan tingkat 7-8	W 14x61	25,133	W 14x61	26,329	W 14x61	26,393
Balok kanan tingkat 9-10	W 14x53	21,269	W 14x53	21,786	W 14x53	21,986
Balok kanan tingkat 11-12	W 14x43	16,394	W 14x43	16,632	W 14x43	16,786
Balok kanan tingkat 13-14	W 14x34	11,300	W 14x34	11,377	W 14x34	11,451



Gbr.7.13 Momen rencana balok kiri



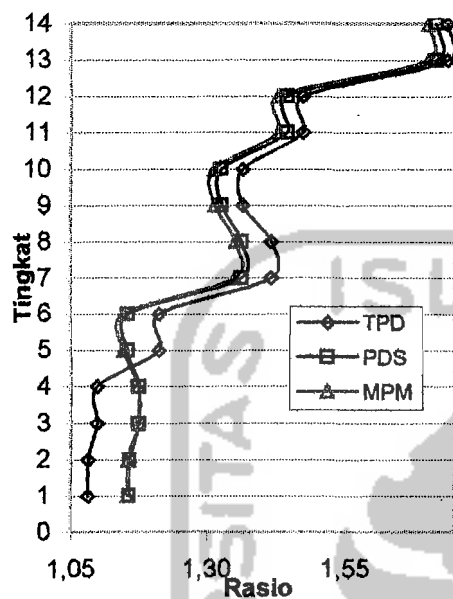
Gbr.7.14 Momen rencana balok kanan

Selanjutnya diperoleh hasil perencanaan untuk ketiga metode diatas sebagai berikut.

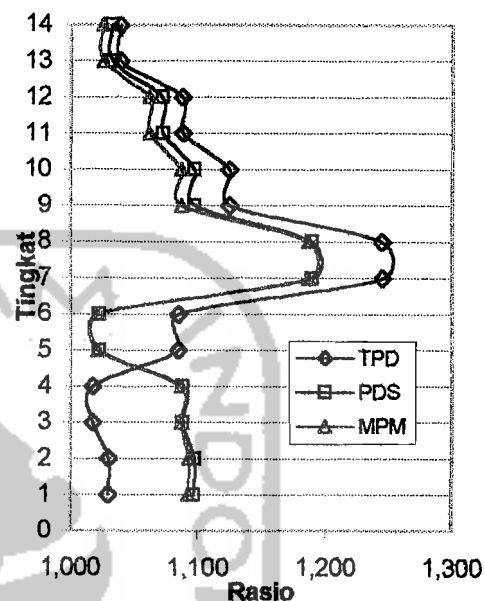
Tabel 7.11 Rasio kapasitas momen terhadap momen rencana

Elemen Struktur	Metode TPD			Metode PDS			Metode MPM		
	Mu (tm)	ϕM_n (tm)	$\frac{\phi M_n}{Mu}$	Mu (tm)	ϕM_n (tm)	$\frac{\phi M_n}{Mu}$	Mu (tm)	ϕM_n (tm)	$\frac{\phi M_n}{Mu}$
Balok kiri tingkat 1-2	28,94	31,30	1.081	30,94	35,83	1,158	31,02	35,83	1,155
Balok kiri tingkat 3-4	28,46	31,30	1.099	30,53	35,83	1,174	30,53	35,83	1,174
Balok kiri tingkat 5-6	25,83	31,30	1.212	27,11	31,30	1,155	27,28	31,30	1,147
Balok kiri tingkat 7-8	22,10	31,30	1.416	22,98	31,30	1,362	23,16	31,30	1,351
Balok kiri tingkat 9-10	17,50	23,91	1.366	18,02	23,91	1,327	18,19	23,91	1,314
Balok kiri tingkat 11-12	12,11	17,83	1.473	12,35	17,83	1,444	12,48	17,83	1,429
Balok kiri tingkat 13-14	6,77	11,75	1.735	6,85	11,75	1,715	6,91	11,75	1,700
Balok kanan tingkat 1-2	30,39	31,30	1.030	32,67	35,83	1,097	32,77	35,83	1,093
Balok kanan tingkat 3-4	30,73	31,30	1.018	32,93	35,83	1,088	32,95	35,83	1,087
Balok kanan tingkat 5-6	28,86	31,30	1.085	30,60	31,30	1,023	30,61	31,30	1,022
Balok kanan tingkat 7-8	25,13	31,30	1.245	26,33	31,30	1,189	26,39	31,30	1,186
Balok kanan tingkat 9-10	21,27	23,91	1.124	21,79	23,91	1,097	21,99	23,91	1,087
Balok kanan tingkat 11-12	16,39	17,83	1.088	16,63	17,83	1,072	16,79	17,83	1,062
Balok kanan tingkat 13-14	11,30	11,75	1.040	11,38	11,75	1,033	11,45	11,75	1,026

Selanjutnya untuk memperjelas hasil diatas maka hasil tersebut dikomparasikan dalam gambar berikut.



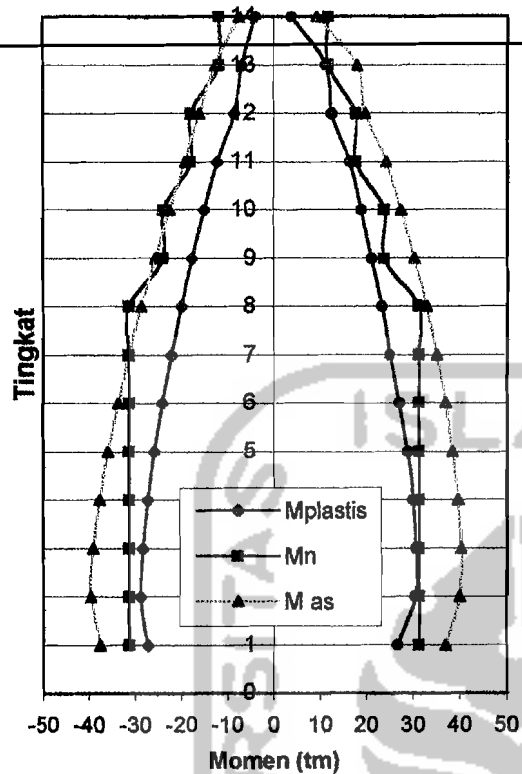
Gbr.7.15 Rasio kapasitas profil
balok kiri ($\phi M_n/\mu$)



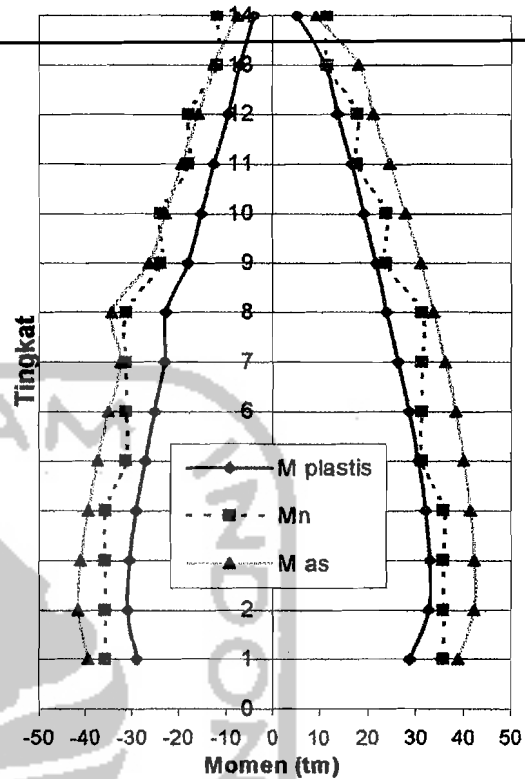
Gbr.7.16 Rasio kapasitas profil
balok kanan ($\phi M_n/\mu$)

Dari gambar diatas diperoleh bahwa rasio kapasitas profil balok kiri dan balok kanan telah memenuhi syarat yaitu ≥ 1 . Gambar diatas tidak bermaksud untuk membandingkan antara ketiga metode yang digunakan.

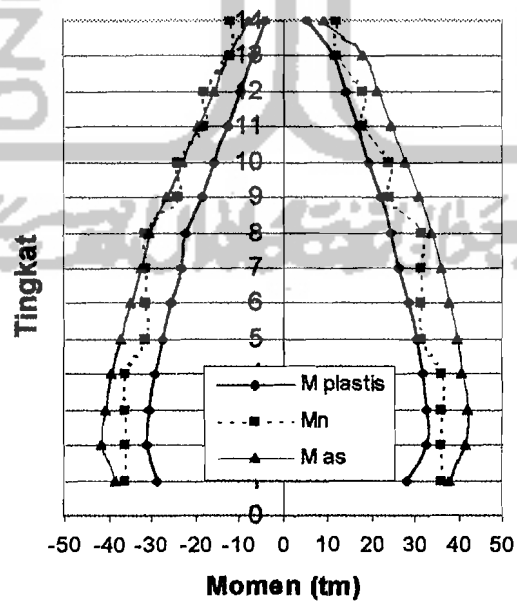
Selanjutnya diperlihatkan gambar momen pada balok dengan kondisi 3 yaitu: momen di as kolom, momen di sendi plastis dan momen kapasitas profil. Pada gambar 7.17 s/d 7.19 menunjukkan bahwa momen kapasitas profil yang digunakan lebih besar dari momen yang terjadi di sendi plastis, dan lebih kecil dari momen yang terjadi pada as kolom.



Gbr. 7.17 Momen balok 14 Tingkat
metode TPD



Gbr. 7.18 Momen balok 14 Tingkat
metode PDS



Gbr. 7.19 Momen balok 14 Tingkat metode MPM

Selanjutnya akan dikomparasikan penempatan profil dan berat profil untuk ketiga metode pada tabel 7.12 berikut

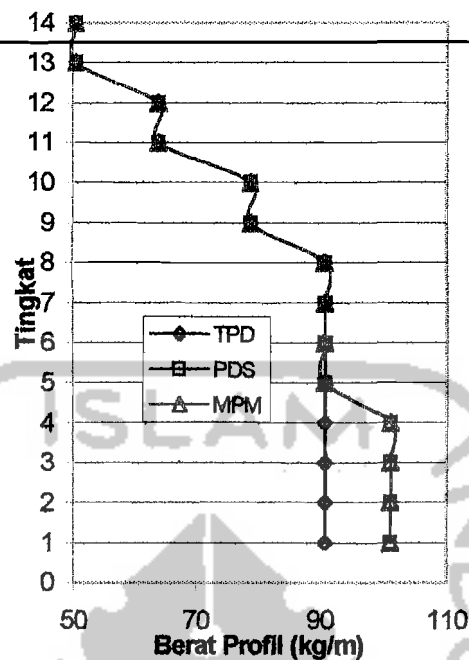
Tabel 7.12 Penempatan profil dan berat profil balok

Elemen Struktur	Metode TPD		Metode PDS		Metode MPM	
	Profil	Berat Profil	Profil	Berat Profil	Profil	Berat Profil
Balok kiri tingkat 1-2	W 14x61	90,780	W 14x68	101,197	W 14x68	101,197
Balok kiri tingkat 3-4	W 14x61	90,780	W 14x68	101,197	W 14x68	101,197
Balok kiri tingkat 5-6	W 14x61	90,780	W 14x61	90,780	W 14x61	90,780
Balok kiri tingkat 7-8	W 14x61	90,780	W 14x61	90,780	W 14x61	90,780
Balok kiri tingkat 9-10	W 14x53	78,874	W 14x53	78,874	W 14x53	78,874
Balok kiri tingkat 11-12	W 14x43	63,992	W 14x43	63,992	W 14x43	63,992
Balok kiri tingkat 13-14	W 14x34	50,599	W 14x34	50,599	W 14x34	50,599
Balok kanan tingkat 1-2	W 14x61	90,780	W 14x68	101,197	W 14x68	101,197
Balok kanan tingkat 3-4	W 14x61	90,780	W 14x68	101,197	W 14x68	101,197
Balok kanan tingkat 5-6	W 14x61	90,780	W 14x61	90,780	W 14x61	90,780
Balok kanan tingkat 7-8	W 14x61	90,780	W 14x61	90,780	W 14x61	90,780
Balok kanan tingkat 9-10	W 14x53	78,874	W 14x53	78,874	W 14x53	78,874
Balok kanan tingkat 11-12	W 14x43	63,992	W 14x43	63,992	W 14x43	63,992
Balok kanan tingkat 13-14	W 14x34	50,599	W 14x34	50,599	W 14x34	50,599

Tabel 7.13 Momen di As, sendi plastis, momen nominal (metode TPD)

Tingkat	Mplastis	Mn	M as	Tingkat	Mp	Mn	M as
1-2 ki	-28,943	-31,297	-39,683	1-2 ka	30,389	31,297	39,987
3-4 ki	-28,46	-31,297	-39,119	3-4 ka	30,729	31,297	40,297
5-6 ki	-25,828	-31,297	-35,91	5-6 ka	28,858	31,297	38,545
7-8 ki	-22,098	-31,297	-31,336	7-8 ka	25,133	31,297	35,138
9-10 ki	-17,496	-23,905	-25,677	9-10 ka	21,269	23,905	30,362
11-12ki	-12,108	-17,830	-19,037	11-12ka	16,394	17,830	24,333
13-14ki	-6,771	-11,749	-12,456	13-14ka	11,3	11,749	18,034

Tabel diatas menunjukkan besarnya momen untuk di setiap kondisi, baik yang terjadi di as kolom, sendi plastis maupun momen nominal. Untuk memperjelas tabel diatas dapat dilihat pada grafik 7.17 s/d 7.19.



Gbr.7.20 Berat profil balok

Dari gambar 7.20 menunjukkan bahwa berat balok pada metode PDS dan metode MPM lebih besar dibandingkan dengan metode TPD. Hal ini terjadi pada tingkat 1-4, selanjutnya berat profil untuk tingkat 5-14 untuk ketiga metode relatif sama.

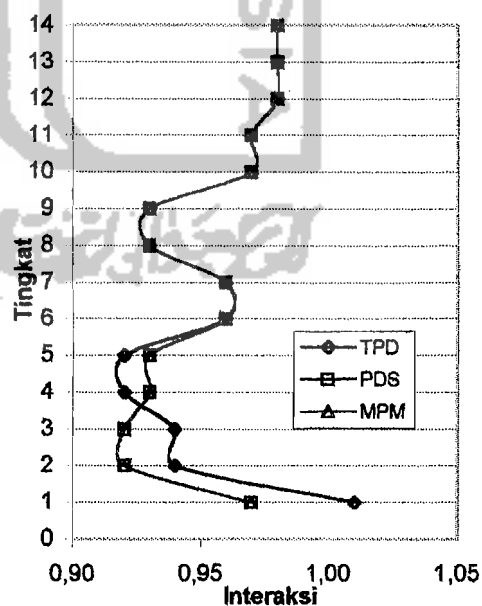
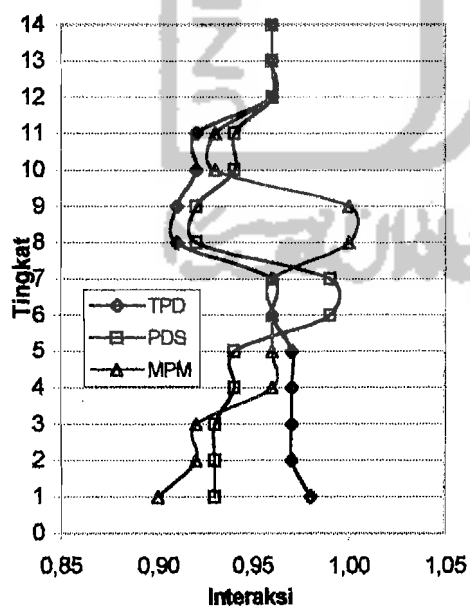
7.3. Perencanaan Kolom

Dari hasil perencanaan kolom dapat diketahui kekuatan profil terhadap perencanaan awal. Hal ini dapat dilihat dari tabel rasio kapasitas pada perencanaan kolom berikut.

Tabel 7.13 Rasio kapasitas profil terhadap hasil analisis struktur
Pada perencanaan kolom

Elemen Struktur	Metode TPD		Metode PDS		Metode MPM	
	Profil	Interaksi	Profil	Interaksi	Profil	Interaksi
Kolom tepi 1	W 14x90	0,98	W 14x99	0,93	W 14x99	0,90
Kolom tepi 2-3	W 14x99	0,97	W 14x109	0,93	W 14x109	0,92
Kolom tepi 4-5	W 14x82	0,97	W 14x90	0,94	W 14x90	0,96
Kolom tepi 6-7	W 14x74	0,96	W 14x74	0,99	W 14x82	0,96
Kolom tepi 8-9	W 14x74	0,91	W 14x74	0,92	W 14x74	1,00
Kolom tepi 10-11	W 14x61	0,92	W 14x61	0,94	W 14x74	0,93
Kolom tepi 12-14	W 14x53	0,96	W 14x53	0,96	W 14x53	0,96
Kolom tengah 1	W 14x159	1,01	W 14x176	0,97	W 14x176	0,97
Kolom tengah 2-3	W 14x176	0,94	W 14x193	0,92	W 14x193	0,92
Kolom tengah 4-5	W 14x159	0,92	W 14x176	0,93	W 14x176	0,93
Kolom tengah 6-7	W 14x145	0,96	W 14x145	0,96	W 14x145	0,96
Kolom tengah 8-9	W 14x145	0,93	W 14x145	0,93	W 14x145	0,93
Kolom tengah 10-11	W 14x120	0,97	W 14x120	0,97	W 14x120	0,97
Kolom tengah 12-14	W 14x99	0,98	W 14x99	0,98	W 14x99	0,98

Perbandingan hasil rasio kapasitas terhadap kekuatan kolom dapat ditunjukkan lebih jelas pada gambar berikut.



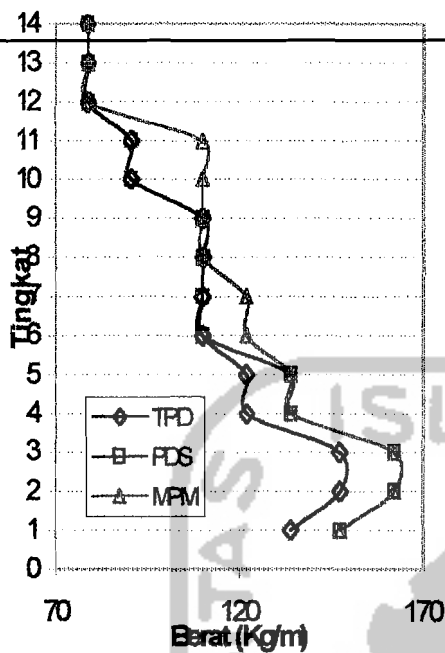
Gambar diatas menunjukkan nilai rasio beban yang bekerja terhadap kapasitas kolom yang memiliki interval antara 0,90 s/d 1,01 dengan variasi sebagai akibat keterbatasan dimensi profil kolom.

Hasil penempatan profil dan berat profil yang digunakan pada perencanaan kolom untuk masing-masing metode ditunjukkan pada tabel 7.14. Untuk perencanaan kolom digunakan profil W 14 A36. Tabel 7.14 menampilkan besarnya berat profil akibat perencanaan penempatan profil.

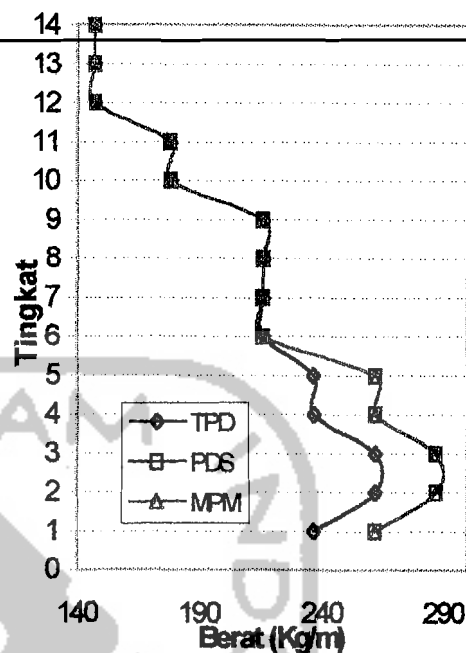
Tabel 7.14 Penempatan profil dan berat profil kolom

Elemen Struktur	Metode TPD		Metode PDS		Metode MPM	
	Profil	Berat Profil (kg/m)	Profil	Berat Profil (kg/m)	Profil	Berat Profil (kg/m)
Kolom tepi 1	W 14x90	133,927	W 14x99	147,320	W 14x99	147,320
Kolom tepi 2-3	W 14x99	147,320	W 14x109	162,201	W 14x109	162,201
Kolom tepi 4-5	W 14x82	122,023	W 14x90	133,927	W 14x90	133,927
Kolom tepi 6-7	W 14x74	110,118	W 14x74	110,118	W 14x82	122,023
Kolom tepi 8-9	W 14x74	110,118	W 14x74	110,118	W 14x74	110,118
Kolom tepi 10-11	W 14x61	90,773	W 14x61	90,773	W 14x74	110,118
Kolom tepi 12-14	W 14x53	78,868	W 14x53	78,868	W 14x53	78,868
Kolom tengah 1	W 14x159	236,605	W 14x176	261,903	W 14x176	261,903
Kolom tengah 2-3	W 14x176	261,903	W 14x193	287,200	W 14x193	287,200
Kolom tengah 4-5	W 14x159	236,605	W 14x176	261,903	W 14x176	261,903
Kolom tengah 6-7	W 14x145	215,772	W 14x145	215,772	W 14x145	215,772
Kolom tengah 8-9	W 14x145	215,772	W 14x145	215,772	W 14x145	215,772
Kolom tengah 10-11	W 14x120	178,570	W 14x120	178,570	W 14x120	178,570
Kolom tengah 12-14	W 14x99	147,320	W 14x99	147,320	W 14x99	147,320

Selanjutnya hasil diatas dikomparasikan dalam gambar berikut.



Gbr.7.23 Berat Profil kolom tepi



Gbr.7.24 Berat Profil kolom tengah

Dari hasil gambar 7.23 dan 7.24 diperoleh hasil bahwa berat profil kolom tingkat 1 s/d 5 untuk metode PDS dan metode MPM cenderung lebih besar dibandingkan metode TPD, kemudian mulai tingkat ke-6 berat profil cenderung mengecil bahkan untuk kolom tengah berat profil untuk metode PDS dan metode MPM menyamai berat profil metode TPD. Hal ini disebabkan profil kolom metode PDS dan MPM mulai tingkat ke-6 s/d tingkat 14 memiliki profil kolom yang sama dengan metode TPD.

7.4. Perencanaan Panel Zone

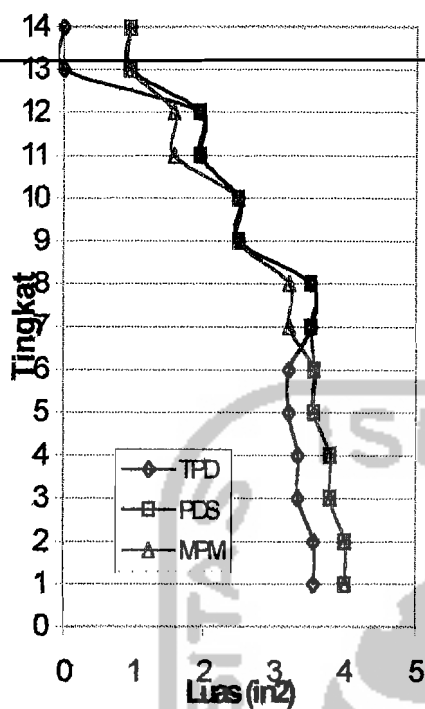
Perencanaan panel zone dikomparasikan berdasarkan luasan pelat baja yang digunakan pada perencanaan panel zone tersebut. Luasan panel zone sangat bergantung kepada dimensi profil kolom dan dimensi profil balok serta besaran

momen lentur pada balok. Hasil untuk perencanaan panel zone dengan ketiga metode ditunjukkan pada tabel 7.15 dan untuk memberikan gambaran yang jelas akan ditunjukkan pada gambar 7.25.

Tabel 7.15 Perencanaan Panel Zone

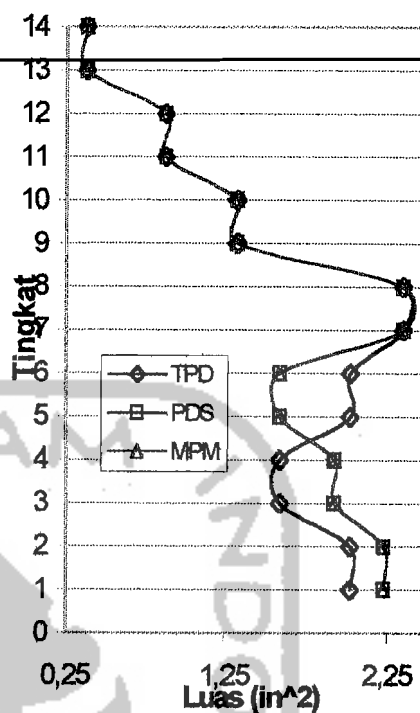
JOINT	Metode TPD		Metode PDS		Metode MPM	
	Luas (in)	Dimensi (in)	Luas (in)	Dimensi (in)	Luas (in)	Dimensi (in)
Tingkat 1-2 tepi kiri	3,567	4 x 1	4,006	4 x 1	4,006	4 x 1
Tingkat 1-2 tengah	2,017	4 x 3/4	2,230	4 x 3/4	2,230	4 x 3/4
Tingkat 1-2 tepi kanan	3,567	4 x 1	4,006	4 x 1	4,006	4 x 1

JOINT	Metode TPD		Metode PDS		Metode MPM	
	Luas (in)	Dimensi (in)	Luas (in)	Dimensi (in)	Luas (in)	Dimensi (in)
Tingkat 3-4 tepi kiri	3,338	4 x 1	3,800	4 x 1	3,800	4 x 1
Tingkat 3-4 tengah	1,585	4 x 1/2	1,921	4 x 1/2	1,921	4 x 1/2
Tingkat 3-4 tepi kanan	3,338	4 x 1	3,800	4 x 1	3,800	4 x 1
Tingkat 5-6 tepi kiri	3,211	4 x 1	3,567	4 x 1	3,567	4 x 1
Tingkat 5-6 tengah	2,017	4 x 3/4	1,585	4 x 1/2	1,585	4 x 1/2
Tingkat 5-6 tepi kanan	3,211	4 x 1	3,567	4 x 1	3,567	4 x 1
Tingkat 7-8 tepi kiri	3,516	4 x 1	3,516	4 x 1	3,211	4 x 1
Tingkat 7-8 tengah	2,347	4 x 3/4	2,347	4 x 3/4	2,347	4 x 3/4
Tingkat 7-8 tepi kanan	3,516	4 x 1	3,516	4 x 1	3,211	4 x 1
Tingkat 9-10 tepi kiri	2,495	4 x 3/4	2,495	4 x 3/4	2,495	4 x 3/4
Tingkat 9-10 tengah	1,324	4 x 1/2	1,324	4 x 1/2	1,324	4 x 1/2
Tingkat 9-10 tepi kanan	2,495	4 x 3/4	2,495	4 x 3/4	2,495	4 x 3/4
Tingkat 11-12 tepi kiri	1,947	4 x 1/2	1,947	4 x 1/2	1,574	4 x 1/2
Tingkat 11-12 tengah	0,877	4 x 1/2	0,877	4 x 1/2	0,877	4 x 1/2
Tingkat 11-12 tepi kanan	1,947	4 x 1/2	1,947	4 x 1/2	-	-
Tingkat 13-14 tepi kiri	-	-	0,946	4 x 1/2	0,946	4 x 1/2
Tingkat 13-14 tengah	0,381	4 x 1/4	0,381	4 x 1/2	0,381	4 x 1/2
Tingkat 13-14 tepi kanan	-	-	-	-	-	-



Gbr.7.25 Luas panel zone

pada joint tepi



Gbr.7.26 Luas panel zone

pada joint tengah

Dari hasil diatas hampir setiap tingkat membutuhkan panel zone baik pada joint tepi maupun pada joint tengah. Seluruh kebutuhan panel zone akan selalu bergantung terhadap momen kapasitas balok dan kekuatan profil kolom terhadap bahaya tekuk lokal.

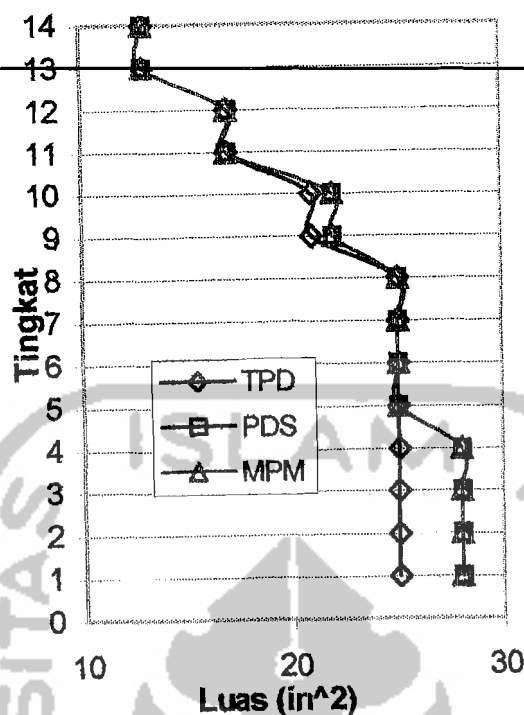
Luas panel zone pada joint tepi relatif lebih besar dibandingkan dengan luas panel zone pada joint tengah, hal ini dikarenakan profil kolom tepi lebih kecil dibandingkan dengan profil kolom tengah.

7.5 Perencanaan Sambungan Balok dengan Kolom

Sambungan balok dengan kolom merupakan sambungan joint yang dianggap kaku. Asumsi perencanaan sambungan kaku tersebut didasarkan pada konsep Strong Coloumn Weak Beam dimana perlu dihindarkan terjadinya rotasi sendi plastis pada sambungan joint khususnya pada sambungan balok dengan kolom. Terjadinya rotasi sendi plastis pada sambungan balok dengan kolom dapat mengakibatkan terjadinya pola keruntuhan pada sambungan sehingga dapat terjadi fenomena soft storey mechanism. Untuk perencanaan sambungan balok dengan kolom digunakan sambungan las yang diasumsikan dapat lebih kaku dibandingkan dengan alat sambung lainnya. Hasil perencanaan sambungan balok dengan kolom dapat ditunjukkan pada tabel 7.16 dan hasil komparasi perencanaan sambungan balok dengan kolom untuk perencanaan luas las diperjelas dan ditunjukkan oleh gambar 7.27.

Tabel 7.16 Perencanaan sambungan balok dengan kolom

Sambungan Balok dgn Kolom	Metode TPD		Metode PDS		Metode MPM	
	Tebal Las (in)	Pjg. Las (in)	Tebal Las (in)	Pjg. Las (in)	Tebal Las (in)	Pjg. Las (in)
Tingkat 1-2	1,00	25	1,00	28	1,00	28
Tingkat 3-4	1,00	25	1,00	28	1,00	28
Tingkat 5-6	1,00	25	1,00	25	1,00	25
Tingkat 7-8	1,00	25	1,00	25	1,00	25
Tingkat 9-10	1,00	21	1,00	22	1,00	22
Tingkat 11-12	1,00	17	1,00	17	1,00	17
Tingkat 13-14	1,00	13	1,00	13	1,00	13



Gbr.7.27 Luas sambungan las
balok kolom

Luas sambungan las untuk sambungan joint balok dengan kolom memiliki kesamaan dimana semakin keatas jumlah lantainya maka kecenderungan luas sambungan las akan tetap atau semakin kecil untuk semua joint. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya pengecilan dimensi profil balok pada lantai 5 sampai atap apabila dibandingkan dengan profil balok pada lantai 1-4.

7.6 Perencanaan Sambungan Kolom dengan Kolom

Sambungan kolom dengan kolom direncanakan memiliki kekuatan lentur yang sama dengan kekuatan atau kapasitas lentur profil baja yang digunakan sebagai kolom tersebut. Adapun kekuatan geser dari sambungan didasarkan pada luasan badan kolom terhadap rasio momen rencana dan momen kapasitas

tereduksi kolom. Hasil perencanaan sambungan kolom dengan kolom dapat ditunjukkan pada tabel 7.17, tabel 7.18. dan 7.19 sebagai berikut.

Tabel 7.17 Perencanaan pelat sambung kolom dengan kolom

pada badan profil

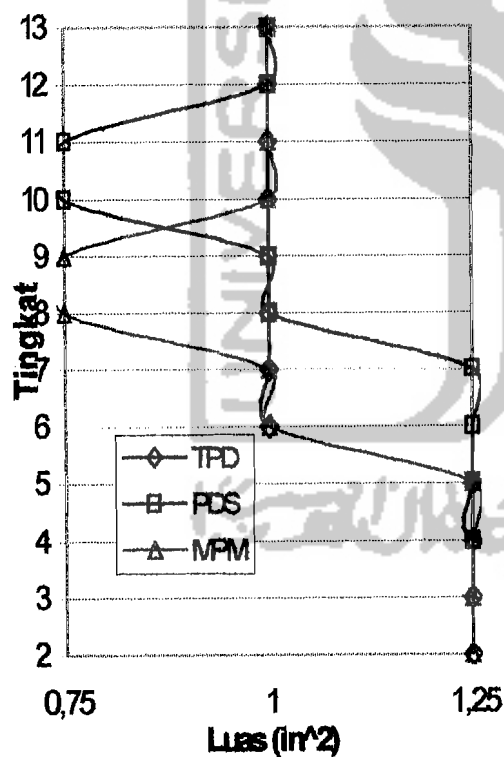
Letak sambungan las kolom dgn kolom pada badan profil	Pjg	Metode Tebal	TPD Luas	Pjg	Metode Tebal	PDS Luas	Pjg	Metode Tebal	MPM Luas
	(in)	(in)	(in ²)	(in)	(in)	(in ²)	(in)	(in)	(in ²)
2-3 Tepi	2,5	0,5	1,25	3	0,5	1,5	2,5	0,5	1,25
4-5 Tepi	2,5	0,5	1,25	2,5	0,5	1,25	2,5	0,5	1,25
6-7 Tepi	2	0,5	1	2,5	0,5	1,25	2	0,5	1
8-9 Tepi	2	0,5	1	2	0,5	1	1,5	0,5	0,75
10-11 Tepi	2	0,5	1	1,5	0,5	0,75	2	0,5	1
12-13 Tepi	2	0,5	1	2	0,5	1	2	0,5	1
2-3 Tengah	6,5	0,5	3,25	7	0,5	3,5	6,5	0,5	3,25
4-5 Tengah	6,5	0,5	3,25	7	0,5	3,5	6,5	0,5	3,25
6-7 Tengah	6	0,5	3	6	0,5	3	6	0,5	3
8-9 Tengah	5	0,5	2,5	5	0,5	2,5	5	0,5	2,5
10-11 Tengah	4	0,5	2	4	0,5	2	4	0,5	2
12-13 Tengah	2,5	0,5	1,25	3	0,5	1,5	2,5	0,5	1,25

Tabel 7.18 Perencanaan pelat sambung kolom dengan kolom pada sayap profil

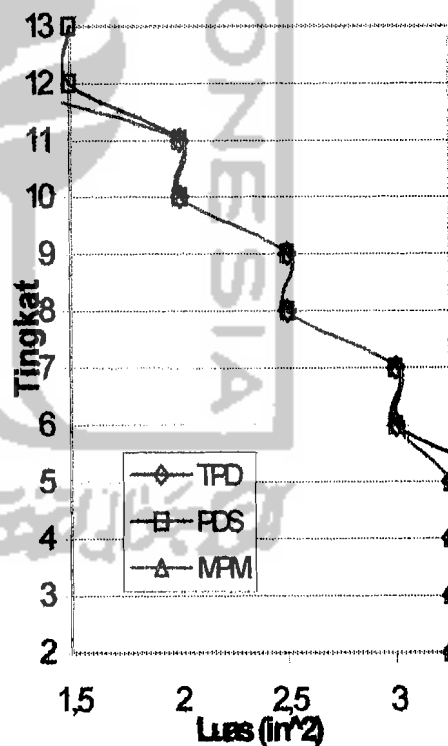
Letak sambungan las kolom dgn kolom pada sayap profil	Metode TPD			Metode PDS			Metode MPM		
	Pjg	Tebal	Luas	Pjg	Tebal	Luas	Pjg	Tebal	Luas
	(in)	(in)	(in ²)	(in)	(in)	(in ²)	(in)	(in)	(in ²)
2-3 Tepi	3,00	1,00	3,00	5,50	1,00	5,50	6,00	1,00	6,00
4-5 Tepi	4,50	1,00	4,50	5,00	1,00	5,00	5,00	1,00	5,00
6-7 Tepi	4,00	1,00	4,00	4,50	1,00	4,50	5,00	1,00	5,00
8-9 Tepi	4,50	1,00	4,50	4,50	1,00	4,50	5,50	1,00	5,50
10-11 Tepi	4,50	1,00	4,50	4,00	1,00	4,00	5,50	1,00	5,50
12-13 Tepi	4,00	1,00	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00	1,00	4,00
2-3 Tengah	8,00	1,50	12,00	11,00	1,50	16,50	10,50	1,50	15,75
4-5 Tengah	9,50	1,50	14,25	10,00	1,50	15,00	10,00	1,50	15,00
6-7 Tengah	9,00	1,50	13,50	9,00	1,50	13,50	9,00	1,50	13,50
8-9 Tengah	9,00	1,50	13,50	9,00	1,50	13,50	9,00	1,50	13,50
10-11 Tengah	13,5	1,00	13,50	12,00	1,00	12,00	12,00	1,00	12,00
12-13 Tengah	12,0	1,00	12,00	12,00	1,00	12,00	10,00	1,00	10,00

Tabel 7.19 Perencanaan sambungan las kolom dengan kolom

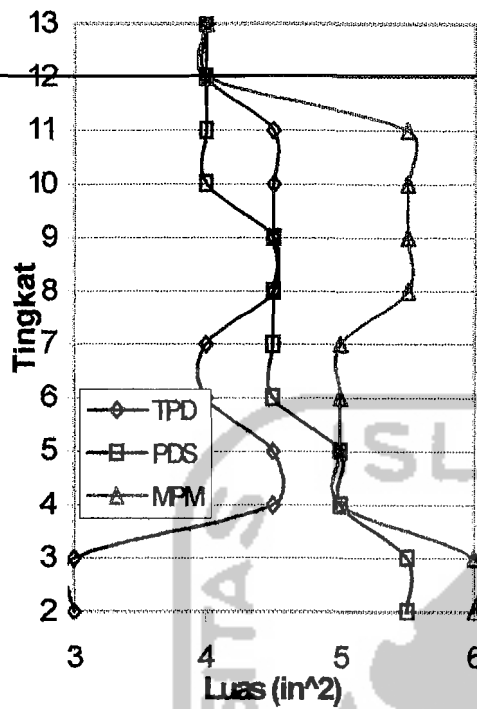
Letak sambungan las kolom dgn kolom pada sayap profil	Metode TPD			Metode PDS			Metode MPM		
	Pjg	Tebal	Luas	Pjg	Tebal	Luas	Pjg	Tebal	Luas
	(in)	(in)	(in ²)	(in)	(in)	(in ²)	(in)	(in)	(in ²)
2-3 Tepi	8,0	2,0	16,0	10,0	2,0	20,0	10,0	2,0	20,0
4-5 Tepi	7,5	2,0	15,0	8,5	2,0	17,0	8,5	2,0	17,0
6-7 Tepi	6,5	2,0	13,0	6,5	2,0	13,0	7,5	2,0	15,0
8-9 Tepi	6,5	2,0	13,0	6,5	2,0	13,0	6,5	2,0	13,0
10-11 Tepi	5,5	2,0	11,0	5,5	2,0	11,0	6,5	2,0	13,0
12-13 Tepi	5,0	2,0	10,0	5,0	2,0	10,0	5,0	2,0	10,0
2-3 Tengah	16,0	2,0	32,0	17,0	2,0	34,0	17,0	2,0	34,0
4-5 Tengah	14,0	2,0	28,0	16,0	2,0	32,0	15,5	2,0	31,0
6-7 Tengah	13,0	2,0	26,0	13,0	2,0	26,0	13,0	2,0	26,0
8-9 Tengah	13,0	2,0	26,0	13,0	2,0	26,0	13,0	2,0	26,0
10-11 Tengah	11,0	2,0	22,0	11,0	2,0	22,0	11,0	2,0	22,0
12-13 Tengah	9,0	2,0	18,0	9,0	2,0	18,0	9,0	2,0	18,0



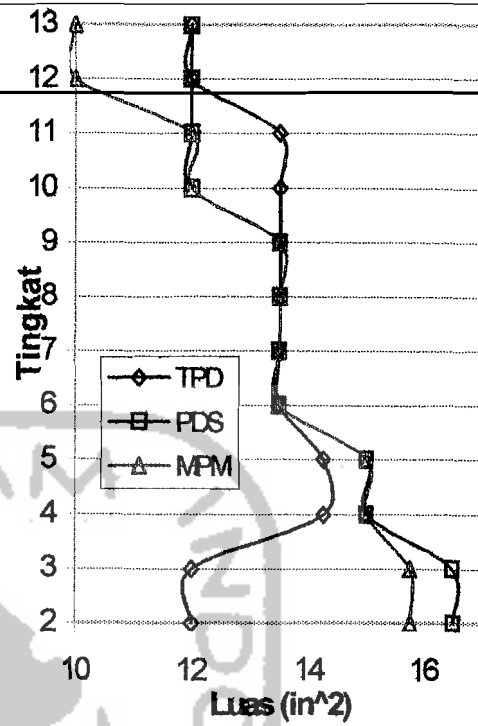
Gbr. 7.28 Luas pelat sambung pada badan profil pada kolom tepi



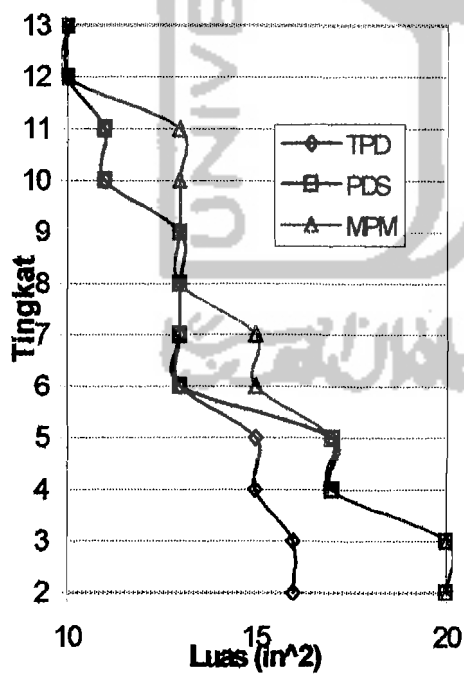
Gbr. 7.29 Luas pelat sambung pada badan profil pada kolom tengah



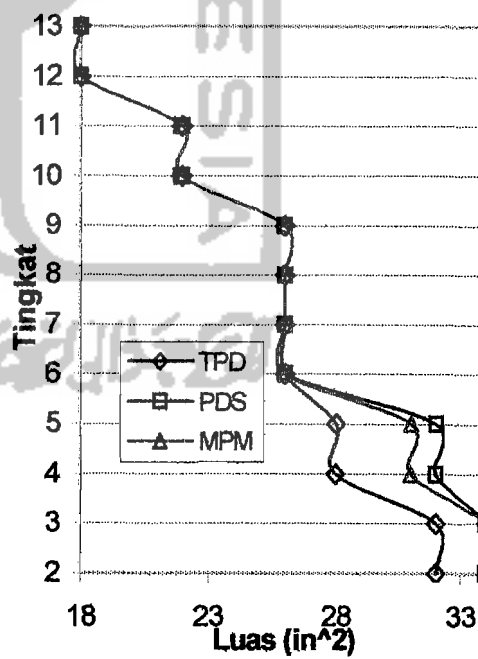
Gbr.7.30 Luas pelat sambung pada sayap profil



Gbr. 7.31 Luas pelat sambung pada sayap profil



Gbr. 7.32 Luas sambungan las kolom kolom tepi



Gbr.7.33 Luas sambungan las kolom kolom tengah

Dari hasil diatas baik untuk pelat sambung pada badan profil maupun pada sayap profil diperoleh luasan pada kolom tengah lebih besar dibandingkan luasan pada kolom tepi. Hal ini disebabkan profil yang digunakan pada kolom tengah lebih besar dibandingkan dengan profil yang digunakan pada kolom tepi.

Hal tersebut mempengaruhi luas sambungan las yang digunakan, sehingga luas sambungan pada kolom tengah lebih besar dibandingkan pada kolom tepi.

7.7 Perencanaan Pelat Dasar Kolom

Untuk mendistribusikan gaya yang bekerja pada kolom bawah terhadap pondasi diperlukan suatu pelat dasar kolom. Pelat dasar kolom disini direncanakan menggunakan pelat baja dengan jenis alat sambung yang dipakai adalah sambungan las dengan angkur baut sebagai penahan gaya geser dan tarik pada kolom tepi bawah.

Hasil perencanaan pelat dasar kolom disini akan ditunjukkan pada tabel 7.20 berikut ini.

Tabel 7.20 Perencanaan pelat dasar

Elemen Struktur	Metode TPD		Metode PDS		Metode MPM	
	Dimensi Pelat (BxLxT) (in)	Angkur (n x Dia) (unit x in)	Dimensi Pelat (BxLxT) (in)	Angkur (n x Dia) (unit x in)	Dimensi Pelat (BxLxT) (in)	Angkur (n x Dia) (unit x in)
Kolom tepi	45"x45"x4"	8 Ø 25"	45"x45"x4"	10 Ø 25"	45"x45"x4"	10 Ø 25"
Kol. Tengah	45"x45"x4,5"	12 Ø 25"	45"x45"x5"	14 Ø 25"	45"x45"x5"	14 Ø 25"

Tabel 7.21 Hasil komparasi rasio penambahan momen terhadap metode TPD

Elemen Struktur	Portal 6 tingkat		Portal 10 tingkat		Portal 14 tingkat	
	PDS	MPM	PDS	MPM	PDS	MPM
Balok	1,02	1,014	1,033	1,031	1,052	1,046
Kolom	1,037	1,035	1,067	1,053	1,106	1,081
Keterangan	1. Hasil perhitungan dengan metode PDS lebih besar dibandingkan dengan metode Pembesaran momen. 2. Semakin bertambahnya jumlah tingkat semakin besar rasio penambahan momennya.					

Tabel 7.22 Hasil komparasi perencanaan elemen struktur (14 tingkat)

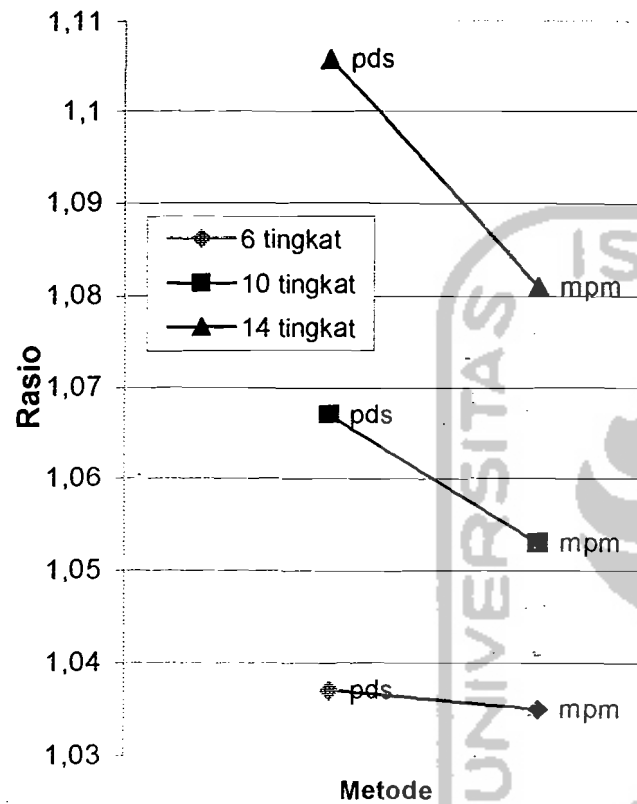
Elemen Struktur	Berat profil (Kg)			Selisih PDS dengan TPD		Selisih MPM dengan TPD	
	TPD	PDS	MPM	Berat (Kg)	Persen %	Berat (Kg)	Persen %
Balok	7792,19	8083,87	8083,87	291,68	3,74	291,68	3,74
Kolom	8747,24	9219,27	9331,77	472,02	5,40	584,523	6,68
	16539,43	17303,13	17415,64	763,70	9,14	876,203	10,43
Keterangan	1. Pada metode PDS profil yang digunakan lebih berat 9,14% dibandingkan dengan metode TPD 2. Pada metode pembesaran momen profil yang dihasilkan lebih berat 10,43 % dibandingkan dengan metode TPD						

Tabel 7.23 Hasil komparasi perencanaan sambungan elemen (14 tingkat)

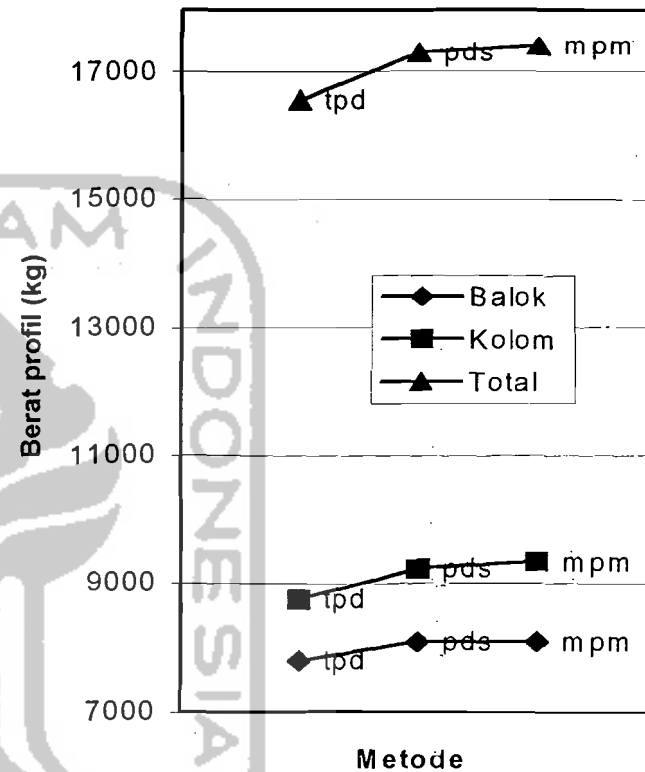
Sambungan Elemen Struktur	Panjang las (in)			Luas las (in ²)			Slh.PDS/TPD		Slh.PDS/TPD	
	TPD	PDS	MPM	TPD	PDS	MPM	Luas	Persen	Luas	Persen
Balok kolom	540	632	632	540	632	632	92	17,04	92	17,04
Kolom kolom	154	163	166,5	308	326	333	18	5,52	25	8,12
Keterangan	1. Sambungan balok kolom metode PDS & MPM lebih luas 17,04 % dibandingkan dengan metode TPD 2. Sambungan kolom kolom metode PDS lebih luas 5,52 % dibandingkan dengan metode TPD 3. Sambungan kolom kolom metode MPM lebih luas 8,12 % dibandingkan metode TPD									

Tabel 7.24 Hasil komparasi perencanaan panel zone, pelat dasar dan angkur (14 tingkat)

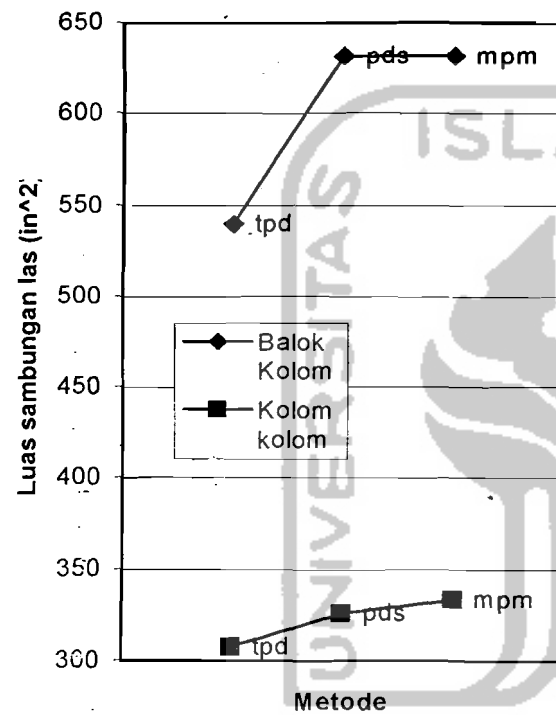
Metode	Panel zone			Pelat dasar			Angkur		
	Luas (in ²)	Selisih		Volume (in ³)	Selisih		Luas (in ²)	Selisih	
		Luas	Persen		Volume	Persen		Luas	Persen
TPD	46,7			25312,5			3434,4		
PDS	50,27	3,577	7,66	26325,0	1012,5	4,00	4170,4	736,02	21,43
MPM	47,34	0,647	1,29	26325,0	1012,5	4,00	4170,4	736,02	21,43
Keterangan	1. Luas panel zone pada metode PDS lebih luas 7,66% dibandingkan dengan TPD 2. Luas panel zone pada metode MPM lebih luas 1,29% dibandingkan metode TPD 3. Volume pelat dasar pada metode PDS dan MPM lebih banyak 4% dibandingkan metode TPD 4. Luas angkur pada metode PDS dan MPM lebih banyak 21,43% dibandingkan metode TPD								



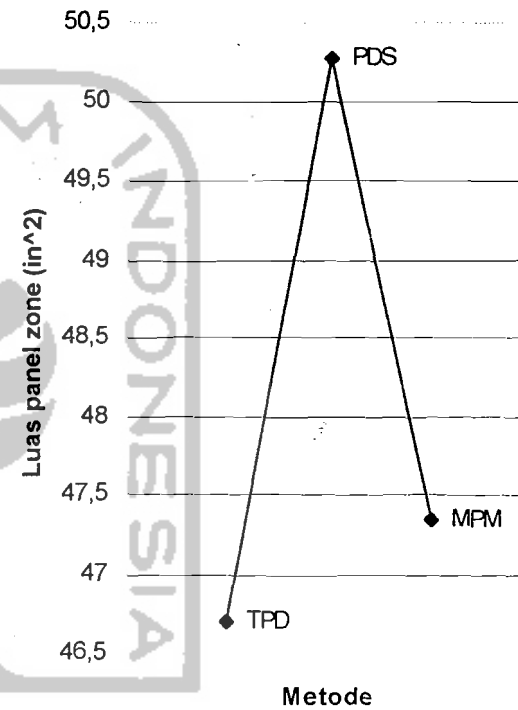
Gbr 7.34 Komparasi rasio penambahan momen



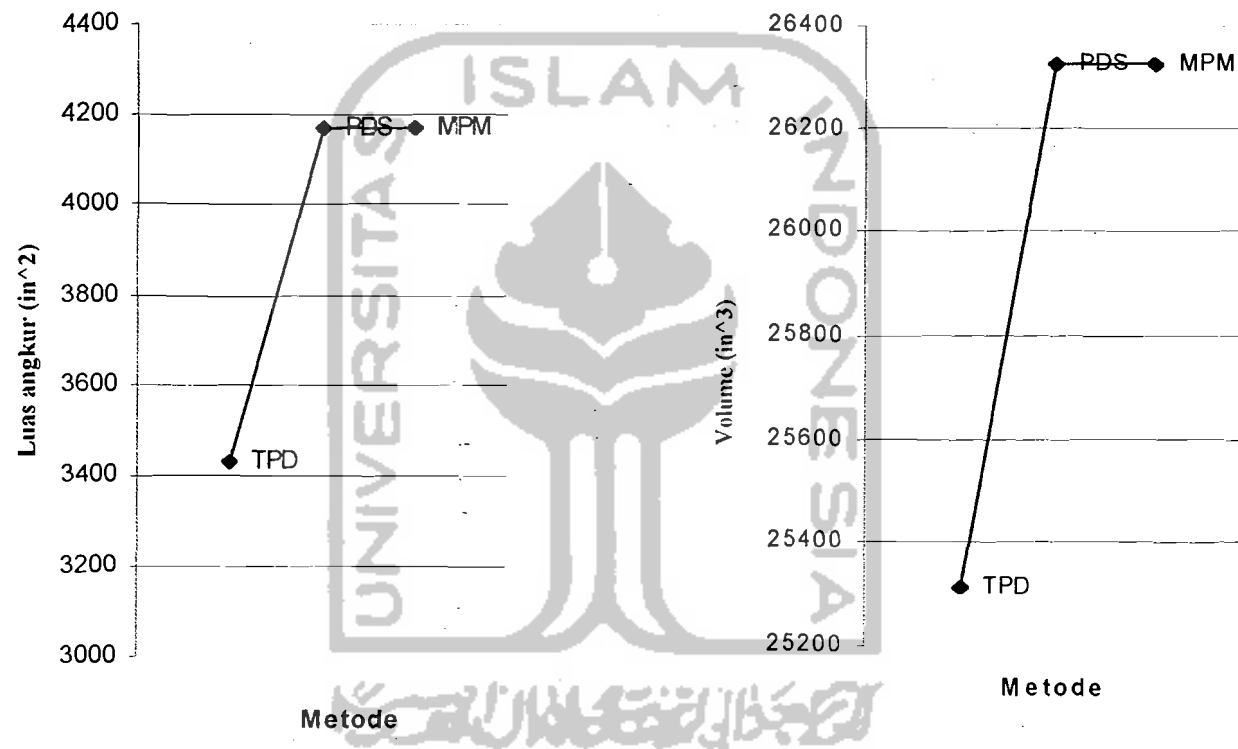
Gbr. 7.35 Komparasi berat profil elemen



Gbr. 7.36 Komparasi luas sambungan las



Gbr. 7.37 Komparasi luas panel zone



Gbr. 7.38 Komparasi luas angkur

Gbr.7.39 Komparasi volume pelat dasar