

BAB VII PEMBAHASAN

A. Umum

Perhitungan struktur gedung harus diperhitungkan secara cermat, mengingat kekuatan dan kemungkinan keruntuhan yang terjadi sangat dipengaruhi oleh hasil perhitungan perancangan.

Struktur gedung yang dirancang harus memiliki kekuatan yang lebih atau kekuatan cadangan agar mampu menahan beban tambahan yang mungkin bekerja di luar beban yang telah diperhitungkan. Hal ini dimaksudkan agar struktur mampu memberikan keamanan maupun kenyamanan bagi pemakainya. Namun demikian nilai atau faktor ekonomis dalam perancangan juga tidak boleh diabaikan, agar terjadi keseimbangan dalam perancangan biaya tetapi tetap masih dalam batas-batas keamanan yang disyaratkan.

Bab ini akan membahas tentang kekuatan struktur portal baik balok maupun kolom yang meliputi kekuatan akibat beban lentur, aksial maupun akibat geser. Selain untuk mengetahui kekuatan struktur yang telah dirancang pada bab ini juga akan dibandingkan antara penulangan ulang oleh penulis dan penulangan awal gedung yang telah ada.

B. Kekuatan Balok

Balok merupakan bagian dari struktur yang menahan beban secara langsung melalui pelat lantai. Mengingat pentingnya kekuatan balok dalam menerima beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup dan beban gempa, maka dimensi balok harus dirancang agar mempunyai kekuatan yang baik pada saat menerima beban.

Luas tulangan yang diperlukan pada perancangan tugas akhir ini telah dirancang dan dihitung dapat dilihat pada bab VI.

1. Kekuatan tulangan balok terhadap lentur.

Dari perhitungan penulangan maka diperoleh hasil penulangan balok sebagai berikut.

Tabel 7.1. Data penulangan lentur balok As A & F

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang						Hasil perancangan awal						ket	% beda
		diameter tulangan	Tulangan				diameter tulangan	Tulangan							
			Tumpuan		Lapangan			Tumpuan		Lapangan					
			ns	ns'	ns	ns'		ns	ns'	ns	ns'				
Sloof	29,30,31,68,69,70	19 mm	4	3	3	4	19 mm	4	3	3	4	sama	0		
1	99,100,101,138,139,140	25 mm	5	3	5	3	25 mm	5	3	5	3	sama	0		
2	169,170,171,208,209,210	25 mm	5	3	5	3	25 mm	5	3	5	3	sama	0		
3	239,240,241,278,279,280	25 mm	5	3	5	3	25 mm	5	3	5	3	sama	0		
4	309,310,311,348,349,350	25 mm	5	3	5	3	25 mm	5	3	5	3	sama	0		
Ring	375,376,377,402,403,404	22 mm	3	2	3	2	22 mm	3	2	3	2	sama	0		

Tabel 7.2. Data penulangan lentur balok As B & E

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang						Hasil perancangan awal						ket	% beda
		diameter tulangan	Tulangan				diameter tulangan	Tulangan							
			Tumpuan		Lapangan			Tumpuan		Lapangan					
			ns	ns'	ns	ns'		ns	ns'	ns	ns'				
Sloof	34,37,62,65	19 mm	4	3	3	4	19 mm	4	3	3	4	sama	0		
1	104,107,132,135	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0		
2	174,177,202,205	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0		
3	244,247,272,275	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0		
4	314,317,342,345	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0		
Ring	380,381,398,399	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0		

Tabel 7.3. Data penulangan lentur balok As C & D

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang						Hasil perancangan awal						ket	% beda
		diameter tulangan	Tulangan				diameter tulangan	Tulangan							
			Tumpuan		Lapangan			Tumpuan		Lapangan					
			ns	ns'	ns	ns'		ns	ns'	ns	ns'				
Sloof	42,43,44,45,46,53,54,55,56,57	19 mm	4	3	3	4	19 mm	4	3	3	4	sama	0		
1	112,113,114,115,116,123,124,125,126,127	25 mm	5	3	5	3	25 mm	5	3	5	3	sama	0		
2	182,183,184,185,186,193,194,195,196,197	25 mm	5	3	5	3	25 mm	5	3	5	3	sama	0		
3	252,253,254,255,256,263,264,265,266,267	25 mm	5	3	5	3	25 mm	5	3	5	3	sama	0		
4	322,323,324,325,326,333,334,335,336,337	25 mm	5	3	5	3	25 mm	5	3	5	3	sama	0		
Ring	386,387,392,393	22 mm	3	2	3	2	22 mm	3	2	3	2	sama	0		

Tabel 7.4. Data penulangan lentur balok As 1 & 6

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
		diameter tulangan	Tulangan		diameter tulangan	Tulangan							
			ns	ns'		ns	ns'						
Sloof	38,41,47,52,58,61	19 mm	4	3	3	4	19 mm	4	3	3	4	sama	0
1	108,111,117,122,128,131	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0
2	178,181,187,192,198,201	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0
3	248,251,257,262,268,271	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0
4	318,321,327,332,338,341	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0
Ring	382,285,388,391,394,397	22 mm	4	2	4	2	22 mm	4	2	4	2	sama	0

Tabel 7.5. Data penulangan lentur balok As 2 & 5

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
		diameter tulangan	Tulangan		diameter tulangan	Tulangan							
			ns	ns'		ns	ns'						
Sloof	32,33,39,40,48,51,59,60,66,67	19 mm	4	3	3	4	19 mm	4	3	3	4	sama	0
1	102,103,109,110,118,121,129,130,136,137	25 mm	4	3	4	3	25 mm	4	3	4	3	sama	0
2	172,173,179,180,188,191,199,200,106,207	25 mm	4	3	4	3	25 mm	4	3	4	3	sama	0
3	242,243,249,250,258,261,269,270,276,277	25 mm	4	3	4	3	25 mm	4	3	4	3	sama	0
4	312,313,319,320,328,331,339,340,346,347	25 mm	4	3	4	3	25 mm	4	3	4	3	sama	0
Ring	378,379,383,384,389,390,395,396,400,401	22 mm	3	2	3	2	22 mm	3	2	3	2	sama	0

Tabel 7.6. Data penulangan lentur balok As 3 & 4

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
		diameter tulangan	Tulangan		diameter tulangan	Tulangan							
			ns	ns'		ns	ns'						
Sloof	35,36,49,50,63,64	19 mm	4	3	3	4	19 mm	4	3	3	4	sama	0
1	105,106,133,134	25 mm	10	5	8	4	25 mm	10	5	8	4	sama	0
	119,120	25 mm	10	5	4	6	25 mm	10	5	4	6	sama	0
2	175,176,203,204	25 mm	10	5	8	4	25 mm	10	5	8	4	sama	0
	189,190	25 mm	10	5	4	6	25 mm	10	5	4	6	sama	0
3	245,246,273,274	25 mm	10	5	8	4	25 mm	10	5	8	4	sama	0
	259,260	25 mm	10	5	4	6	25 mm	10	5	4	6	sama	0
4	315,316,343,344	25 mm	10	5	8	4	25 mm	10	5	8	4	sama	0
	329,330	25 mm	10	5	4	6	25 mm	10	5	4	6	sama	0

Pembahasan

Dari hasil perbandingan penulangan lentur diperoleh penulangan lentur balok sama dengan perhitungan awal. Hal ini karena terdapat kesamaan pada asumsi pembebanana maupun asumsi faktor pembebanan yang digunakan. Pemasangan tulangan yang lebih besar dari yang diperlukan dilakukan karena :

- Faktor penyeragaman tulangan serta pembulatan luas tulangan agar memudahkan dalam pemasangan di lapangan.

2. Lendutan balok akibat beban yang bekerja.

Sebagaimana dijelaskan dalam SK SNI bahwa balok harus dirancang agar lendutan tidak melebihi dari batas yang telah ditetapkan. Dari hasil analisis struktur didapatkan nilai lendutan akibat beban yang bekerja sebesar 0,006 m. Sedangkan lendutan maksimal yang diijinkan adalah sebesar 0,04 m.

Pembahasan

Dari hasil perhitungan di atas menunjukkan lendutan yang terjadi di tengah bentang tidak melebihi lendutan maksimum sehingga struktur balok memenuhi terhadap lendutan yang ditetapkan dalam SK SNI T-15-1991-03 tabel 3.2.5(b) yaitu $l_n / 240$ (δ_{maks}).

3. Kekuatan balok terhadap beban geser

Dari perhitungan diperoleh penulangan geser sebagai berikut.

Tabel 7.7. Data penulangan geser balok As A & F

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
		diameter tulangan	Tulangan				diameter tulangan	Tulangan					
			sendi plastis		luar sendi			sendi plastis				luar sendi	
			ns	s	ns	s		ns	s			ns	s
Sloof	29,30,31,68,69,70	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0
1	99,100,101,138,139,140	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
2	169,170,171,208,209,210	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
3	239,240,241,278,279,280	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
4	309,310,311,348,349,350	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
Ring	375,376,377,402,403,404	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0

Tabel 7.8. Data penulangan geser balok As B & E

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
		diameter tulangan	Tulangan				diameter tulangan	Tulangan					
			sendi plastis		luar sendi			sendi plastis				luar sendi	
			ns	s	ns	s		ns	s			ns	s
Sloof	34,37,62,65	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0
1	104,107,132,135	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
2	174,177,202,205	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
3	244,247,272,275	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
4	314,317,342,345	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
Ring	380,381,398,399	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0

Tabel 7.9. Data penulangan geser balok As C & D

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
		diameter tulangan	Tulangan				diameter tulangan	Tulangan					
			sendi plastis		luar sendi			sendi plastis				luar sendi	
			ns	s	ns	s		ns	s			ns	s
Sloof	42,43,44,45,46,53,54,55,56,57	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0
1	112,113,114,115,116,123,124,125,126,127	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
2	182,183,184,185,186,193,194,195,196,197	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
3	252,253,254,255,256,263,264,265,266,267	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
4	322,323,324,325,326,333,334,335,336,337	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
Ring	386,387,392,393	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0

Tabel 7.10. Data penulangan geser balok As 1 & 6

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
		diameter tulangan	Tulangan				diameter tulangan	Tulangan					
			sendi plastis		luar sendi			sendi plastis				luar sendi	
			ns	s	ns	s		ns	s			ns	s
Sloof	38,41,47,52,58,61	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0
1	108,111,117,122,128,131	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
2	178,181,187,192,198,201	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
3	248,251,257,262,268,271	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
4	318,321,327,332,338,341	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
Ring	382,285,388,391,394,397	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0

Tabel 7.11. Data penulangan geser balok As 2 & 5

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
		diameter tulangan	Tulangan				diameter tulangan	Tulangan					
			sendi plastis		luar sendi			sendi plastis				luar sendi	
			ns	s	ns	s		ns	s			ns	s
Sloof	32,33,39,40,48,51,59,60,66,67	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0
1	102,103,109,110,118,121,129,130,136,137	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
2	172,173,179,180,188,191,199,200,106,207	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
3	242,243,249,250,258,261,269,270,276,277	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
4	312,313,319,320,328,331,339,340,346,347	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	0
Ring	378,379,383,384,389,390,395,396,400,401	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0

Tabel 7.12. Data penulangan geser balok As 3 & 4

Lantai	Balok	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
		diameter tulangan	Tulangan				diameter tulangan	Tulangan					
			sendi plastis		luar sendi			sendi plastis				luar sendi	
			ns	s	ns	s		ns	s			ns	s
Sloof	35,36,49,50,63,64	10 mm	1	100	1	200	10 mm	1	100	1	200	sama	0
1	105,106,119,120,133,134	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
2	175,176,189,190,203,204	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
3	245,246,259,260,273,274	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0
4	315,316,329,330,343,344	10 mm	2	100	1	200	10 mm	2	100	1	200	sama	0

Pembahasan

- Dari hasil perbandingan penulangan geser diperoleh penulangan geser balok sama dengan perhitungan awal. Hal ini karena terdapat kesamaan pada asumsi pembebanan maupun asumsi faktor pembebanan yang digunakan.

C. Kekuatan Kolom

Kolom adalah komponen struktur yang menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi gedung. Kolom menempati posisi penting didalam sistim struktur bangunan. Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya atau bahkan merupakan batas runtuh total keseluruhan struktur bangunan. Mengingat pentingnya kekuatan kolom dalam menerima beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup dan beban gempa, maka dimensi kolom harus dirancang agar mempunyai kekuatan yang baik pada saat menerima beban.

Luas tulangan yang diperlukan beserta kuat perlu serta kuat yang tersedia pada perancangan tugas akhir ini telah dirancang dan dihitung dan dapat dilihat pada bab VI.

1. Kekuatan tulangan kolom terhadap beban lentur dan aksial

Dari perhitungan penulangan maka diperoleh jumlah tulangan kolom sebagai berikut.

Tabel 7.13. Data penulangan lentur kolom As 1 & 6

LANTAI	KOLOM	ELEMEN	Hasil perancangan ulang		Hasil perancangan ulang		ket	% beda	
			D tulangan	n tulangan	D tulangan	n tulangan			
	1	POJOK	75,78,91,94	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
		PINGGIR	79,84,85,90	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
	2	POJOK	145.148.161.164	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
		PINGGIR	149.154.155.160	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
	3	POJOK	215.218.231.234	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
		PINGGIR	219.224.225.230	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
	4	POJOK	285.288.301.304	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
		PINGGIR	289.294.295.300	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
	5	POJOK	355.358.357.370	25 mm	20	25 mm	20	sama	0
		PINGGIR	359.362.363.366	25 mm	20	25 mm	20	sama	0

Tabel 7.14. Data penulangan lentur kolom As 2 & 5

LANTAI	KOLOM	ELEMEN	Hasil perancangan ulang		Hasil perancangan ulang		ket	% beda	
			D tulangan	n tulangan	D tulangan	n tulangan			
	1	POJOK	71,74,95,98	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
		TENGAH	76,77,80,83,86,89,92,93	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
	2	POJOK	141.144.165.168	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
		TENGAH	146,147, 150,153, 156,159, 162,163	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
	3	POJOK	211.214.235.238	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
		TENGAH	216.217,220,223,226,229,232, 233,	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
	4	POJOK	281.284.305.308	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
		TENGAH	286,287,290,293, 296,299,302,303	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
	5	POJOK	351.354.371.374	25 mm	20	25 mm	20	sama	0
		TENGAH	356, 357,360,361, 364,365,368,369	25 mm	20	25 mm	20	sama	0

Tabel 7.15. Data penulangan lentur kolom As 3 & 4

LANTAI	KOLOM	ELEMEN	Hasil perancangan ulang		Hasil perancangan ulang		ket	% beda	
			D tulangan	n tulangan	D tulangan	n tulangan			
	1	PINGGIR	72,73,96,97	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
		TENGAH	81,82,87,88	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
	2	PINGGIR	142.143.166.167	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
		TENGAH	151.152.157.158	25 mm	28	25 mm	28	sama	0
	3	PINGGIR	212.213.236.237	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
		TENGAH	221.222.227.228	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
	4	PINGGIR	282.283.306.307	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
		TENGAH	291.292.297.298	25 mm	24	25 mm	24	sama	0
	5	PINGGIR	352.353.372.373	25 mm	20	25 mm	20	sama	0
		TENGAH	357,358,361,362,365,366,369,370	25 mm	20	25 mm	20	sama	0

Pembahasan

Dari hasil perbandingan penulangan lentur diperoleh penulangan lentur kolom sama dengan penulangan awal. Hal ini karena terdapat kesamaan pada asumsi pembebanana maupun asumsi faktor pembebanan yang digunakan. Pemasangan tulangan yang lebih besar dari yang diperlukan dilakukan karena :

- Faktor penyeragaman tulangan serta pembulatan luas tulangan agar memudahkan dalam pemasangan di lapangan.

2. Kekuatan kolom terhadap beban geser

Dari perhitungan penulangan maka diperoleh kuat geser aktual kolom sebagai berikut.

Tabel 7.16. Data penulangan geser kolom As 1 & 6

LANTAI	KOLOM	ELEMEN	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
			D tul	Tulangan				D tul	Tulangan					
				sendi plastis		luar sendi			sendi plastis				luar sendi	
				ns	s (mm)	ns	s (mm)		ns	s			ns	s
1	POJOK	75,78,91,94	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	27,1
	PINGGIR	79,84,85,90	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	27,1
2	POJOK	145.148.161.164	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
	PINGGIR	149.154.155.160	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
3	POJOK	215.218.231.234	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
	PINGGIR	219.224.225.230	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
4	POJOK	285.288.301.304	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
	PINGGIR	289.294.295.300	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
5	POJOK	355.358.357.370	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	27,1
	PINGGIR	359.362.363.366	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	27,1

Tabel 7.17. Data penulangan geser kolom As 2 & 5

LANTAI	KOLOM	ELEMEN	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
			D tul	Tulangan				D tul	Tulangan					
				sendi plastis		luar sendi			sendi plastis				luar sendi	
				ns	s	ns	s		ns	s			ns	s
1	POJOK	71,74,95,98	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	27,1
	TENGAH	76,77,80,83,86,89,92,93	10 mm	2	75	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	13,56
2	POJOK	141.144.165.168	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
	TENGAH	147, 150,153, 156,159, 162,163	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
3	POJOK	211.214.235.238	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
	TENGAH	217,220,223,226,229,232, 233,	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
4	POJOK	281.284.305.308	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
	TENGAH	287,290,293, 296,299,302,303	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
5	POJOK	351.354.371.374	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	27,1
	TENGAH	357,360,361,,364,365,368,369	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	27,1

ANTAI	KOLOM	ELEMEN	Hasil perancangan ulang				Hasil perancangan awal				ket	% beda		
			D tul	Tulangan				D tul	Tulangan					
				sendi plastis		luar sendi			sendi plastis				luar sendi	
				ns	s	ns	s		ns	s			ns	s
1	PINGGIR	72.73.96.97	10 mm	2	75	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	13,6
	TENGAH	81.82.87.88	10 mm	2	75	1	150	10 mm	2	100	1	150	sama	13,6
2	PINGGIR	142.143.166.167	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
	TENGAH	151.152.157.158	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
3	PINGGIR	212.213.236.237	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
	TENGAH	221.222.227.228	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
4	PINGGIR	282.283.306.307	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
	TENGAH	291.292.297.298	10 mm	1	150	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	56
5	PINGGIR	352.353.372.373	10 mm	2	100	1	150	10 mm	2	100	1	150	efisien	27,1

Pembahasan

Persentase efisiensi tulangan

- Pada As 1 & 6 untuk masing-masing kolom.

$$\text{Kolom pojok} = \frac{27,1,2 + 56,3}{5} = 44,4 \%, \text{ jumlah kolom} = 2$$

$$\text{Kolom pinggir} = \frac{27,1,2 + 56,3}{5} = 44,4 \%, \text{ jumlah kolom} = 2$$

- Pada As 2 & 5 untuk masing-masing kolom.

$$\text{Kolom pojok} = \frac{27,1,2 + 56,3}{5} = 44,4 \%, \text{ jumlah kolom} = 2$$

$$\text{Kolom tengah} = \frac{27,1 + 13,56 + 56,3}{5} = 41,7 \%, \text{ jumlah kolom} = 4$$

- Pada As 3 & 4 untuk masing-masing kolom.

$$\text{Kolom pinggir} = \frac{27,1 + 13,56 + 56,3}{5} = 41,7 \%, \text{ jumlah kolom} = 2$$

$$\text{Kolom tengah} = \frac{27,1 + 13,56 + 56,3}{5} = 41,7 \%, \text{ jumlah kolom} = 2$$

$$\text{Efisiensi secara keseluruhan} = \frac{44,4,6 + 41,7,8}{14} = 42,86 \% \text{ dari penulangan}$$

awal.

Dari hasil perbandingan penulangan geser diperoleh terdapat perbedaan antara penulangan geser kolom perhitungan ulang dengan perhitungan awal sebesar 42,86 % dari penulangan awal. Hal ini dimungkinkan karena terdapat perbedaan pada asumsi perlakuan struktur terutama pada join pertemuan balok dan kolom

D. Kekuatan Joint

Perancangan pada struktur dengan menggunakan daktilitas penuh, panel pertemuan balok kolom harus diproporsikan sedemikian rupa, sehingga memenuhi kuat geser horisontal yang diperlukan serta kuat geser vertikal yang diperlukan yang berkaitan dengan terjadinya momen kapasitas pada sendi plastis pada kedua ujung balok yang bertemu pada kolom tersebut.

Dari hasil perhitungan diperoleh penulangan geser joint sebagai berikut:

- Join luar diperoleh penulangan geser horisontal dengan menggunakan tulangan $2\phi 10$ sebanyak 15 lapis sedang untuk penulangan geser vertikal tidak memerlukan tulangan karena tulangan kolom yang tersedia sudah mampu menahan geser.
- Join dalam diperoleh penulangan geser horisontal dengan menggunakan tulangan 2D22 sebanyak 8 lapis sedang untuk penulangan geser vertikal tidak memerlukan tulangan karena tulangan kolom yang tersedia sudah mampu menahan geser.

Pembahasan

Dari hasil perhitungan maka penulangan geser joint memenuhi kuat geser yang diperlukan. Jika dibandingkan dengan penulangan geser joint pada perhitungan awal maka diperoleh perbedaan yang agak mencolok karena pada perhitungan awal, pertemuan balok dan kolom tidak diperhitungkan.