

## BAB VI

### PEMBAHASAN

#### 6.1. Hasil Perhitungan

Analisa struktur dan perhitungan penulangan geser dan lentur dihitung dalam berbagai jenis macam model struktur. Untuk dapat dianalisa diambil suatu variabel perbandingan yang sama yaitu:

1. Kuat desak beton yang digunakan 30 Mpa pada setiap perencanaan baik perencanaan lentur maupun perencanaan geser.
2. Tegangan leleh baja tulangan yang digunakan pada perencanaan penulangan lentur maupun perencanaan penulangan geser adalah 400 Mpa.
3. Diambil kasus bangunan lebar dinding geser yang sama dengan tingkat yang berbeda.
4. Diambil kasus bangunan dengan tingkat yang sama tetapi lebar dinding geser bervariasi.

Sehingga dengan variabel yang sama dapat diambil analisa tentang perilaku dinding geser yang lebih obyektif.

**Tabel 6.1.** Perencanaan tulangan lentur dinding geser dengan variasi lebar ( $L_w$ ) pada tingkat bangunan yang sama

LANTAI	$H_w$	$L_w$	$L_c$	$M_u$	$A_s$ pendekat	dipakai tul	$A_s$ pakai	$M_r$
	(mm)	(mm)	(mm)	(kN-m)	(mm <sup>2</sup> )		(mm <sup>2</sup> )	(kN-m)
4	16000	3000	450	763,84	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
		4000	600	889,59	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	1112,94	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	1215,26	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
5	20000	3000	450	1124,45	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
		4000	600	1312,68	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	1651,24	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	1808,12	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
8	32000	3000	450	1941,47	2602,31	6D25	2945,2	2153,07
		4000	600	2267,82	2279,81	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	2851,36	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	3125,24	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
10	40000	3000	450	3119,02	4180,67	10D25	4908,7	3467,53
		4000	600	3650,56	2621,32	8D25	3801,3	3827,72
		6000	900	4606,39	3360,00	*8D25	3801,3	5838,34
		7000	1050	5055,46	3920,00	*6D25	3927,0	5169,01

Untuk tulangan dengan tanda \* dipakai tulangan dengan rasio tulangan minimum lentur = 0.0035.

**Tabel 6.1.** Perencanaan tulangan lentur dinding geser dengan variasi lebar ( $L_w$ ) pada tingkat bangunan yang sama

LANTAI	$H_w$	$L_w$	$L_c$	$M_u$	$A_s$ pendekat	dipakai tul	$A_s$ pakai	$M_r$
	(mm)	(mm)	(mm)	(kN-m)	(mm <sup>2</sup> )		(mm <sup>2</sup> )	(kN-m)
4	16000	3000	450	763,84	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
		4000	600	889,59	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	1112,94	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	1215,26	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
5	20000	3000	450	1124,45	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
		4000	600	1312,68	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	1651,24	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	1808,12	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
8	32000	3000	450	1941,47	2602,31	6D25	2945,2	2153,07
		4000	600	2267,82	2279,81	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	2851,36	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	3125,24	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
10	40000	3000	450	3119,02	4180,67	10D25	4908,7	3467,53
		4000	600	3650,56	2621,32	8D25	3801,3	3827,72
		6000	900	4606,39	3360,00	*8D25	3801,3	5838,34
		7000	1050	5055,46	3920,00	*6D25	3927,0	5169,01

Untuk tulangan dengan tanda \* dipakai tulangan dengan rasio tulangan minimum lentur = 0.0035.

**Tabel 6.2** Perencanaan Tulangan Geser dinding geser dengan variasi lebar ( $L_w$ ) pada tingkat bangunan yang sama

LANTAI	$h_w$ (mm)	$L_w$ (mm)	$V_u$ (kN)	$N_u$ (kN)	$V_c$ (N)	dipakai $T_{d-H}$	$S_2$ (mm)	$\rho_H$	$V_s$	dipakai $T_{d-V}$	$S_1$ (mm)	$\rho_V$	$V_s$
4	16000	3000	282,7	909,6	320,0	2D16	500	0,0040	772,07	2D16	500	0,0040	772,07
		4000	304,6	1040,0	519,9	-	-	-	-	-	-	-	-
		6000	335,5	1299,7	1143,4	-	-	-	-	-	-	-	-
		7000	347,3	1429,4	1616,7	-	-	-	-	-	-	-	-
5	20000	3000	411,5	1146,2	289,0	2D16	500	0,0040	772,07	2D16	500	0,0040	772,07
		4000	442,8	1311,6	455,5	2D16	500	0,0040	1029,43	2D16	500	0,0040	1029,43
		6000	486,9	1640,6	938,6	-	-	-	-	-	-	-	-
		7000	503,7	1804,8	1278,3	-	-	-	-	-	-	-	-
8	32000	3000	816,5	2211,0	259,0	2D10	150	0,0052	1447,62	2D10	150	0,0052	1447,62
		4000	895,6	2492,5	389,4	2D8	130	0,0039	2227,10	2D8	130	0,0039	2227,10
		6000	1006,9	3042,7	730,3	2D16	500	0,0040	1544,14	2D16	500	0,0040	1544,14
		7000	1049,6	3315,8	947,4	2D16	500	0,0040	1801,50	2D16	500	0,0040	1801,50
10	40000	3000	1278,5	3094,4	254,4	2D12	130	0,0087	1447,62	2D12	130	0,0087	1447,62
		4000	1399,9	3449,9	375,8	2D12	160	0,0071	1447,62	2D12	160	0,0071	1447,62
		6000	1572,8	4142,7	682,4	2D12	250	0,0045	1737,14	2D12	250	0,0045	1737,14
		7000	1639,5	4486,1	871,5	2D12	300	0,0038	1125,92	2D12	300	0,0038	1125,92

Pada bangunan dengan jumlah lantai atau tinggi yang sama, semakin lebar dinding geser, maka betonnya semakin mampu untuk menahan geser. Terlihat pada lantai 4 dengan lebar dinding lebih dari 4m dan lantai 5 dengan lebar dinding lebih dari 6m tidak diperlukan tulangan vertikal dan tulangan horisontal untuk menahan geser, akan tetapi harus tetap diberi tulangan untuk memenuhi persyaratan tulangan minimum untuk geser ( $\rho_{\min}=0.0025$ )

**Tabel 6.3.** Perencanaan tulangan lentur dengan lebar dinding geser yang sama pada tingkat bangunan yang berbeda

LANTAI	$hw$ (mm)	$Lw$ (mm)	$Lc$ (mm)	$Mu$ (kN-m)	$As$ pendekat (mm <sup>2</sup> )	dipakai tul	$As$ pakai (mm <sup>2</sup> )	$Mr$
4	16000	3000	450	763,84	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
5	20000	3000	450	1124,45	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
8	32000	3000	450	1941,47	2602,31	6D25	2945,2	2153,07
10	40000	3000	450	3119,02	4180,67	10D25	4908,7	3467,53
4	16000	4000	600	889,59	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
5	20000	4000	600	1312,68	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
8	32000	4000	600	2267,82	2279,81	*8D20	2513,3	2494,32
10	40000	4000	600	3650,56	2621,32	8D25	3801,3	3827,72
4	16000	6000	900	1112,94	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
5	20000	6000	900	1651,24	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
8	32000	6000	900	2851,36	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
10	40000	6000	900	4606,39	3360,00	* 8D25	3926,9	5838,34
4	16000	7000	1050	1215,26	3920,00	*8D25	3926,9	6843,64
5	20000	7000	1050	1808,12	3920,00	*8D25	3926,9	6843,64
8	32000	7000	1050	3125,24	3920,00	*8D25	3926,9	6843,64
10	40000	7000	1050	5055,46	3920,00	* 6D25	2945,2	5169,01

Pemakaian dinding geser dengan lebar tetap untuk tinggi tingkat yang semakin tinggi maka, dinding geser demikian akan semakin langsing dan lentur menjadi berpengaruh terhadap struktur pada aspek rasio yang besar.

**Tabel 6.4.** Perencanaan tulangan geser dengan lebar dinding geser yang sama pada tingkat bangunan yang berbeda

LANTAI	$L_w$ (mm)	$h_w$ (mm)	$V_u$ (kN)	$M_u$ (kN)	$V_c$ (N)	Dipakai Tul. -H	$S_2$ (mm)	$\rho_H$	$V_s$	Dipakai Tul. -V	$S_1$ (mm)	$\rho_V$	$V_s$
4	3000	16000	282,7	909,6	320,0	2D16	500	0,0040	772,07	2D16	500	0,0040	772,07
5	3000	20000	411,5	1146,2	289,0	2D16	500	0,0040	772,07	2D16	500	0,0040	772,07
8	3000	32000	816,5	2211,0	259,0	2D10	150	0,0052	1447,62	2D10	150	0,0052	1447,62
10	3000	40000	1278,5	3094,4	254,4	2D12	130	0,0087	1670,33	2D12	130	0,0087	1670,33
4	4000	16000	304,6	1040,0	519,9	-	-	-	-	-	-	-	-
5	4000	20000	442,8	1311,6	455,5	2D16	500	0,0040	1029,43	2D16	500	0,0040	1029,43
8	4000	32000	895,6	2492,5	389,4	2D8	130	0,0039	2227,1	2D8	130	0,0039	2227,1
10	4000	40000	1399,9	3449,9	375,8	2D12	160	0,0071	1809,52	2D12	160	0,0071	1809,52
4	6000	16000	335,5	1299,7	1143,4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	6000	20000	486,9	1640,6	938,6	-	-	-	-	-	-	-	-
8	6000	32000	1006,9	3042,7	730,3	2D16	500	0,0040	1544,14	2D16	500	0,0040	1544,14
10	6000	40000	1572,8	4142,7	682,4	2D12	250	0,0045	1737,14	2D12	250	0,0045	1737,14
4	7000	16000	347,3	1429,4	1616,7	-	-	-	-	-	-	-	-
5	7000	20000	503,7	1804,8	1278,3	-	-	-	-	-	-	-	-
8	7000	32000	1049,6	3315,8	947,4	2D16	500	0,0040	1801,50	2D16	500	0,0040	1801,50
10	7000	40000	1639,5	4486,1	871,5	2D12	300	0,0038	1688,89	2D12	300	0,0038	1688,89

Dari tabel diatas terlihat hubungan tinggi bangunan dengan lebar dinding geser, bahwa semakin banyak jumlah tingkat atau semakin tinggi bangunan tersebut maka, akan membutuhkan lebar dinding geser yang semakin lebar.

## 6.2. Pembahasan

Dari hasil perhitungan analisis dan perencanaan tulangan lentur dan geser maka didapat pembahasan tentang perilaku dinding geser.

Dinding geser bila ditinjau dari perbandingan tinggi bangunan ( $H_w$ ) dan lebar dinding geser ( $L_w$ ), atau sering disebut aspek rasio ( $H_w/L_w$ ), dinding geser tersebut dapat diklasifikasikan tergantung pada harga aspek rasio tertentu, semakin tinggi aspek rasio lentur yang diakibatkan momen akan semakin berpengaruh. Apabila suatu penampang struktur terjadi retak awal, maka regangan baja tiba-tiba akan meningkat dan besar dari regangan lelehnya. Pertambahan regangan baja yang tiba-tiba dapat menyebabkan baja mendadak putus. Untuk mencegahnya, penampang beton bertulang yang dibebani lentur harus diberi sejumlah tulangan minimum tertentu, dalam kasus ini diambil  $\rho_{\min} = 0,0035$ . Pada tabel 6.2, terlihat bahwa lenturan berpengaruh pada bangunan bertingkat tinggi dengan lebar dinding yang kecil. Tulangan minimum diterapkan pada seluruh struktur bangunan untuk menghindari keruntuhan yang tiba-tiba, kecuali pada tingkat 8 dengan lebar dinding 7m dan tingkat 10 dengan lebar dinding 6m, 8m yang dalam hitungan sudah memenuhi rasio tulangan.

Demikian juga terlihat pada tabel 6.3, bahwa semakin tinggi bangunan dengan lebar dinding geser yang sama, yang berarti dinding geser semakin langsing, semakin kecil kekakuan bangunan tersebut maka, pengaruh lenturan menjadi sangat berarti.

Selain menerima momen lentur, pada saat yang sama juga menahan gaya geser akibat lenturan. Kondisi kritis geser akibat lentur ditunjukkan dengan timbulnya tegangan-tegangan tarik tambahan di tempat-tempat tertentu pada komponen struktur

terlentur. Pada struktur beton bertulang, apabila gaya geser yang bekerja sedemikian besar sehingga diluar kemampuan beton menahannya, maka diperlukan baja tulangan geser untuk menahan gaya geser tersebut.

Pada tabel 6.2. pada lantai 4 dengan lebar dinding geser 4m, 6m, 7m dan lantai 5 dengan lebar dinding geser 6m, 7m terlihat gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau lebih kecil dari kuat geser nominal beton ( $V_u < \phi V_c$ ) artinya penampang beton mampu menahan geser (walau tanpa tulangan geser) akan tetapi SK-SNI menyatakan bahwa meskipun secara teoritis tidak diperlukan tulangan geser tetapi harus tetap diberikan tulangan geser minimum untuk menghindari kegagalan struktur akibat geser.

Dari tabel 6.4 terlihat korelasi antara tinggi dinding geser dengan lebar dinding geser. Hal ini terlihat pada struktur yang menggunakan lebar dinding geser sempit untuk bangunan dengan jumlah tingkat yang lebih banyak yang berarti bangunan semakin tinggi akan tidak efisien. Demikian sebaliknya semakin lebar dinding geser yang dipakai akan tidak efisien untuk bangunan dengan tingkat yang rendah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa untuk perencanaan dinding geser, dimensi lebar harus disesuaikan dengan tinggi dari struktur keseluruhan tersebut. semakin tinggi bangunan disarankan semakin lebar.

Dari uraian di atas didapat bahwa untuk dinding geser yang mempunyai aspek rasio yang rendah, dinding geser mempunyai kekakuan yang lebih, maka perilaku struktur dinding geser lebih didominasi oleh geser. Dinding geser dengan aspek rasio yang rendah direncanakan berdasarkan kekuatannya menahan gaya geser.



Dan untuk dinding geser dengan aspek rasio yang lebih tinggi, struktur menjadi lebih langsing dan kekakuan semakin kecil maka perilaku struktur didominasi oleh lentur sedangkan geser semakin kecil pengaruhnya. Karena semakin besar pengaruh momen pada struktur tetapi sedikit sumbangan beton untuk menahan momen maka untuk mengimbangi momen yang terjadi akibat beban eksternal dibutuhkan luas tulangan lentur yang lebih.

