

PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN BUKAAN PADA GEDUNG DINAS PENDIDIKAN KABUPATEN PONOROGO

Widya Ayu Mayasari¹⁾, Ir. Sudirman Indra, MSc.²⁾ Ir. Ester Priskasari, MT³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

^{2) 3)} Dosen Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

ABSTRAK

Perencanaan dan pembangunan konstruksi bangunan gedung bertingkat di Indonesia dengan beton bertulang terus mengalami peningkatan. Hal tersebut merupakan cara untuk menanggulangi permasalahan pertambahan penduduk yang selalu meningkat (padat), kelangkaan lahan, dan harga lahan yang terus melambung tinggi. Secara otomatis hal ini membuat pemanfaatan lahan yang seefisien mungkin sehingga muncul bangunan gedung bertingkat tahan gempa guna dapat memenuhi kebutuhan penduduk baik untuk tempat tinggal maupun perkantoran. Dengan adanya satu kendala dominan beban lateral yaitu gempa, maka sekarang ini juga telah banyak digunakan struktur khusus yang dipergunakan untuk mengatasi beban lateral tersebut. Struktur tersebut dikenal dengan nama dinding geser atau Shear wall. Dinding geser juga berfungsi sebagai dinding utama untuk menahan gaya horisontal yang diakibatkan oleh gempa. Dinding geser adalah elemen lentur dan tekan aksial. Pada penulisan Tugas Akhir ini adalah dinding geser dengan bukaan, dinding geser yang ditinjau dari gedung 7 lantai yang berfungsi sebagai gedung perkantoran. Perencanaan difokuskan untuk menentukan dimensi dinding geser, menganalisa tulangan transversal dan tulangan longitudinal. Analisa statika pada model gedung menggunakan program bantu ETABS. Dari hasil gaya-gaya dalam yang didapat dari program bantu direncanakan tulangan transversal dan longitudinal untuk dinding geser. Maka, didapatkan jumlah tulangan longitudinal pada masing – masing rangkaian ialah 56 D 22. Pada tulangan transversal setiap rangkaian didapatkan 26 $\square$ 12 dengan jarak bervariasi 10cm dan 15 cm kemudian pada sambungan berjumlah 10 $\square$ 12-8cm dengan panjang bentang dinding geser 580cm dan tebal 30cm.

Kata kunci: Tahan Gempa, Dinding Geser, Tulangan Longitudinal, Tulangan Transversal

ABSTRACT

Planning and construction of high rise building construction in Indonesia with reinforced concrete continues to increase. It is a way to cope with the ever increasing (solid) population increase, the scarcity of land, and the price of land that continues to soar. This automatically makes the land use as efficient as possible so that the building of earthquake-resistant buildings will appear in order to meet the needs of the population both for residence and office. With a dominant constraint of lateral loads of earthquakes, it is now also widely used that special structures are used to overcome such lateral loads. The structure is known by the name of the sliding wall or Shear wall. The shear wall also serves as the main wall to withstand the horizontal force caused by the earthquake. The shear wall is a flexible element and axial press. In writing this Final Project is a sliding wall with openings, a sliding wall viewed from a 7-story building that serves as an office building. Planning is focused on establishing shear wall dimensions, analyzing transversal reinforcement and longitudinal reinforcement. Static analysis on building model using ETABS auxiliary program. From the results of the internal forces obtained from the planned auxiliary program transversal and longitudinal reinforcement for shear walls. Thus, the number of longitudinal reinforcement in each circuit is 56 D 22. In the transverse reinforcement each circuit is obtained 26 $\square$ 12 with distance varying 10cm and 15 cm then at the connection of 10 $\square$ 12-8cm with the length of the 580cm and 30cm thick shear wall span.

Keywords: Earthquake Resistant, Sliding Wall, Longitudinal Reinforcement, Transversal Reinforcement

PENDAHULUAN

Perencanaan dan pembangunan konstruksi bangunan gedung bertingkat di Indonesia dengan beton bertulang terus mengalami peningkatan. Hal tersebut merupakan cara untuk menanggulangi permasalahan pertambahan penduduk yang selalu meningkat, kelangkaan lahan, dan harga lahan yang terus melambung tinggi. Secara otomatis membuat pemanfaatan lahan yang seefisien mungkin

sehingga muncul bangunan bertingkat untuk dapat memenuhi kebutuhan penduduk baik untuk tempat tinggal maupun perkantoran.

Secara umum dalam perencanaan struktur suatu bangunan dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah. Struktur bangunan atas meliputi perencanaan kolom, balok, plat, rangka atap. Sedangkan untuk perencanaan struktur bangunan bawah meliputi pondasi. Dalam perencanaan suatu gedung bertingkat maka perlu

dipertimbangkan beberapa faktor diantaranya adalah fungsi dari gedung tersebut, kekuatan, keamanan serta keekonomisan. Ditinjau dari segi keamanan yang berkaitan dengan kekuatan suatu gedung haruslah mampu untuk menahan gaya-gaya yang terjadi seperti gaya geser dan gaya lateral. Semakin tinggi suatu gedung maka resiko untuk menahan gaya lateral semakin besar.

Sebagian besar wilayah Indonesia adalah termasuk negara yang berada pada patahan palung-palung sehingga sering terjadi bencana gempa bumi. Gempa bumi termasuk beban yang besar dimana beban ini memiliki kekuatan yang besar dengan arah yang tidak bisa diramalkan. Hal ini menyebabkan kekuatan struktur bangunan juga harus mampu menahan beban yang besar tersebut. Akibat dari beban dinamis ini suatu struktur gedung akan mengalami kelelahan dan pada akhirnya dapat mengalami keruntuhan dengan beban dinamis yang sangat besar.

Dengan permasalahan tersebut maka dalam pembangunan bertingkat ini menggunakan dinding geser yang berfungsi untuk menahan gaya gempa. Dinding geser ialah dinding beton yang dipasang secara vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi untuk menambah kekakuan struktur, menyerap gaya geser geser dan memastikan suatu gedung tidak runtuh akibat adanya gaya lateral akibat gempa.

Pada penulisan tugas akhir ini penulis akan menganalisa tentang dinding geser. Sehingga pada perencanaan struktur bangunan gedung bertingkat ini mampu menahan gaya geser dan gaya lateral akibat gempa.

TINJAUAN PUSTAKA

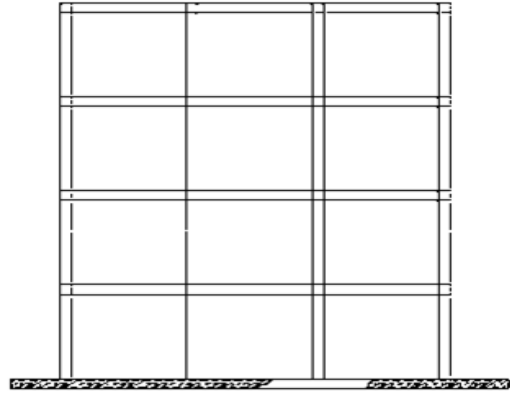
Perencanaan bangunan tahan gempa ialah bangunan yang dirancang untuk tahan dan tetap berdiri ketika terjadi gempa yang besar walaupun nantinya sedikit terdapat kerusakan pada beberapa bagian sesuai falsafah perencanaan gedung tahan gempa. Perencanaan suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah memenuhi falsafah perencanaan gedung tahan gempa tersebut, yaitu :

- Bangunan dapat menahan gempa bumi kecil atau ringan tanpa mengalami kerusakan.
- Bangunan dapat menahan gempa bumi sedang tanpa kerusakan yang berarti pada struktur utama walaupun ada kerusakan pada struktur sekunder.
- Bangunan dapat menahan gempa bumi kuat tanpa mengalami keruntuhan total bangunan, walaupun bagian struktur utama sudah mengalami kerusakan. (SNI 1727-2002)

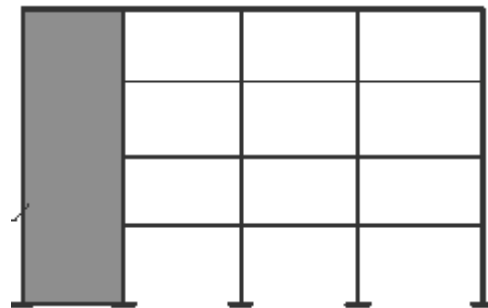
Bangunan tinggi tahan gempa umumnya menggunakan elemen-elemen struktur kaku berupa dinding geser untuk menahan kombinasi gaya geser, momen dan gaya aksial yang timbul akibat beban gempa. Dengan adanya dinding geser yang kaku pada bangunan sebagian besar beban gempa

akan terserap oleh dinding geser tersebut. (Imran, Iswandi dkk "Struktur Beton II" 2008)

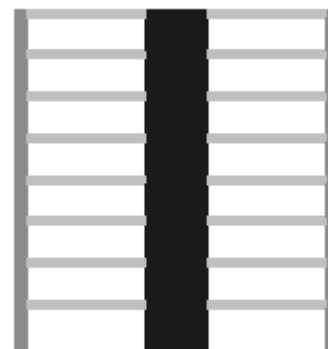
Sistem struktur penahan gaya seismik secara umum dapat dibedakan atas Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), Sistem Dinding Struktural (SDS) dan Sistem Ganda (SRPMK dan SDS).



Gambar 1 Sistem Rangka Pemikul Momen khusus



Gambar 2. Dinding Geser



Gambar 3. Sistem Ganda

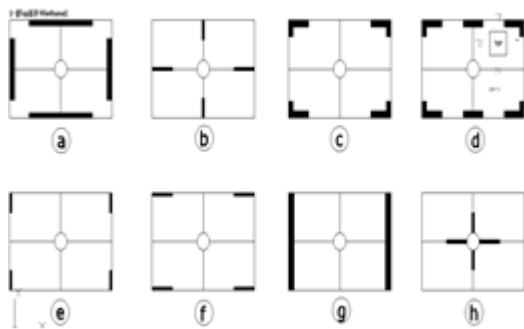
Dinding geser adalah dinding beton bertulang dengan kekakuan bidang datar yang sangat besar yang ditempatkan pada lokasi tertentu untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan. Dinding geser biasanya digunakan untuk bangunan dengan plat lantai dasar. Kombinasi plat dan dinding geser ini banyak digunakan pada bangunan apartemen yang tinggi dan bangunan

residensial lainnya. Pemakaian dinding geser akan sangat efisien dalam menahan beban vertikal maupun beban lateral.

Dindinggeser dipasang membentang pada keseluruhan jarak vertikal antar lantai pada arah horisontal. Dinding geser penuh dapat digunakan dan dipasang memanjang pada keseluruhan panjang panel dan bagian utama struktur ainya. Jika gaya yang terjadi lebih kecil maka dinding geser perlu dipasang sebagian panjang bagian utama struktur saja.



Gambar 4. Jenis-jenis dinding geser berdasarkan bentuk



Gambar 5. Tata letak dinding geser

Dimana :

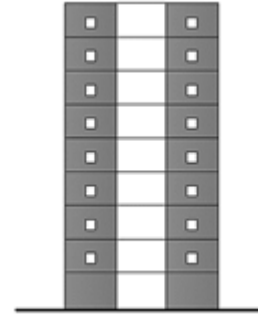
- lingkaran yang terdapat pada tiap denah adalah CR (Center of Rigidity) atau pusat kekakuan.
- Garis yang tebal menunjukkan dinding geser.
- Garis yang tipis menunjukkan garis denah pada gedung.

Contoh perhitungan CR atau kekakuan struktur itu sendiri terdiri dari dua yaitu

- Kekakuan penampang :
 $E(\text{Modulus Elastisitas}) \times I(\text{inersia})$
- Kekakuan batang, balok atau kolom =
Dimana
 $E = 200 \times 10^3 \text{ Mpa}$
(SNI 03-2847-2002 Ps.10.5.2)
 $I = 1/12 \times b \times h^3$

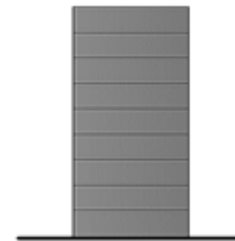
Pada banyak keadaan dinding geser tidak mungkin digunakan tanpa beberapa bukaan didalamnya untuk jendela, pintu dan saluran-saluran mekanikal dan elektrik. Meskipun demikian kita dapat menempatkan bukaan-bukaan tersebut tidak banyak memengaruhi kekakuan atau tegangan

pada dinding. Jika bukaan –bukaan tersebut kecil maka pengaruh keseluruhannya sangat kecil tetapi tidak demikian halnya bila bukaan tersebut berukuran sangat besar



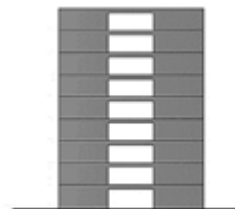
Gambar 6. Dinding Geser dengan Bukaan

Biasanya bukaan tersebut ditempatkan pada sisi dinding sepanjang ketinggian struktur. Penampang dinding pada sisi bukaan ini diikat menjadi satu baik oleh balok yang terdapat pada dinding ,pelat lantai atau kombinasi keduanya seperti yang dapat dilihat pada gambar diatas. Analisis struktur untuk situasi seperti ini sangat rumit dan biasanya dilakukan dengan persamaan empiris



Gambar 7. Dinding Geser kantilever

Dinding geser dengan kantilever adalah dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever terbagi menjadi dua yaitu kantilever daktail dan kantilever daktailitas terbatas.



Gambar 8. Dinding Geser berangkai

Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme perletakan lentur alasnya, antara dindinggeser geser kantilever tersebut salingdirangkai olehbalok-balok berangkai yang mempunyai kekuatan cukup

sehingga mampu memindahkan gaya dari satu dinding ke dinding yang lainnya.

Pembebanan pada struktur dapat dibagi menjadi empat antara lain

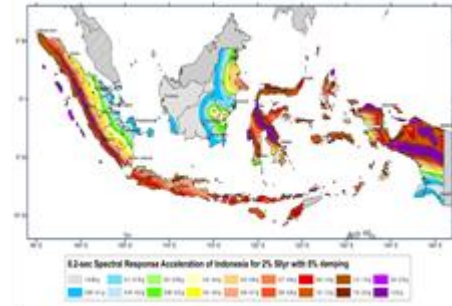
1. Beban Mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang termasuk dinding, lantai atap, plafon, tangga dan struktur lainnya serta peralatan lain terpasang lain termasuk berat keran (SNI 1727-2013 Psl.3.1 Hal 15).
2. Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lainnya yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir atau beban mati (SNI 1727-2013 Psl.4.1 Hal 18).
3. Beban angin bangunan gedung dan struktur lain termasuk sistem penahan beban angin utama (SPBAU) dan seluruh komponen dan kladding gedung harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin seperti yang ditetapkan menurut pasal 26 sampai dengan pasal 31. Ketentuan dalam pasal ini mendefinisikan parameter dasar untuk digunakan dengan ketentuan lainnya yang terdapat dalam standart ini. (SNI 1727-2013 Psl.30.2.2 Hal 41).
4. Beban gempa dalam suatu perencanaan harus diperhitungkan mampu memikul pengaruh beban rencana. Dalam suatu sistem yang terdiri dari kombinasi dinding geser dan rangka terbuka, beban geser dasar nominal akibat gempa yang dipikul oleh rangka terbuka harus mampu menahan paling sedikit 25% disetiap tingkat. (SNI 1727-2012 Psl.7.2.5.8 Hal 42).

Untuk perhitungan kombinasi pembebanan dengan cara atau rumus yang tertera pada SNI 2847-2013 pasal 9.2 hal 65 tentang kekuatan perlu dan SNI 1726-2012 pasal 4.2 hal 15 tentang kombinasi beban terfaktor dan beban lain.

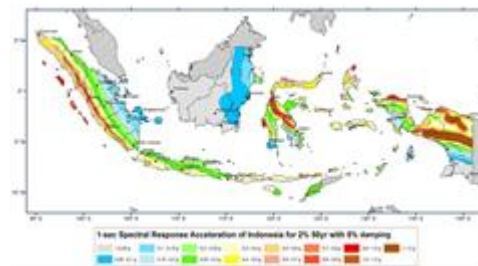
1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6 L + 0,5 (L \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3. $1,2D + 1,6 (L, \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
4. $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5. $1,2D + 1,0E + L + 0,2S$
6. $0,9D + 1,0W$
7. $0,9D + 1,0E$

Simbol:

D = beban mati
 E = beban gempa
 L = beban hidup
 Lr = beban hidup atap
 R = beban hujan
 S = beban salju
 W = beban angin



Gambar 9. Peta respon spektra percepatan 0.2 detik(S_s) di batuan dasar (S_b)



Gambar 10. Peta respon spektra percepatan 1 detik(S_1) di batuan dasar (S_b)

Parameter percepatan spektral desain pada periode pendek maupun periode 1 detik dapat ditentukan menggunakan rumus berikut.

$$SDS = 2/3 F_a \cdot S_s$$

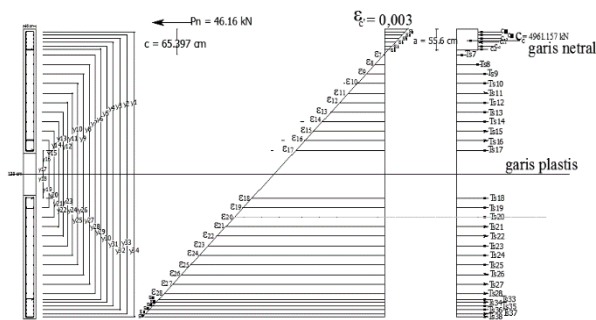
$$SD1 = 2/3 F_v \cdot S_1.$$

Pendimensian dinding geser dengan bukaan untuk sistem dinding geser dengan bukaan tersebut terdiri dari dinding geser kantilever yang dipasang bukaan didalamnya. Berdasarkan rumusan T. Paulay dan M.J.N Priestly dan bukunya yang berjudul "Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Building" pembatasan dimensi dinding geser berdasarkan tinggi dinding harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

-Tebal Dinding Geser (b_w')	
-Tebal Dinding Geser (b_w)	
$b \geq b_w$	$b_1 \geq$
$b \geq b_c$	$b_1 \geq$
$b \geq h/16$	$b_1 \geq h/16$

Perencanaan dinding geser terhadap beban lentur dan beban aksial menurut Paulay dan Priestley tulangan pada dinding struktural dipasang paling sedikit dua lapis dimana dinding geser harus memiliki tulangan geser tersebar yang memberikan perlawanan dalam dua arah yang saling tegak lurus dalam bidang apabila tebal dinding ≥ 200 mm dan Gaya geser terfaktor $> . A_{cv}$. Jika pembatasannya tulangan lentur dibatasi sesuai dengan momen yang terjadi, maka sendi plastis dapat terbentuk di semua bagian di sepanjang tinggi dinding geser dengan

tingkat kemungkinan yang sama. Hal ini tidak diinginkan dari segi perencanaan karena daerah sendi plastis memerlukan detail tulangan khusus. Jika sendi plastis mempunyai kemungkinan yang sama untuk terjadi pada setiap bagian sepanjang tinggi dinding geser, maka pendetailan khusus untuk sendi plastis harus dilakukan di sepanjang tinggi dinding. Tentu saja hal ini sangatlah tidak ekonomis. Selain itu, kuat dinding geser akan berkurang pada daerah dimana pelelehan tulangan lentur terjadi. Hal ini akan mengharuskan penambahan tulangan geser pada setiap tingkat. Akan lebih rasional memastikan bahwa sendi plastis hanya bisa terjadi pada lokasi yang telah ditentukan sebelumnya, secara logika yaitu di dasar dinding geser, dengan cara menetapkan kuat lentur melebihi kekuatan lentur maksimum yang dibutuhkan. Diagram bidang momen menunjukkan momen dari hasil aplikasi gaya statis leteral dengan kekuatan ideal terjadi pada dasar. Gambar tersebut menunjukkan kekutan lentur minimum ideal yang harus ditetapkan dimana kekuatan ideal terjadi pada dasar dinding geser.



Gambar 11. Diagram regangan dan tegangan pada bukaan

METODOLOGI PENELITIAN

Data umum pembangunan gedung dinas pendidikan kabupaten ponorogo:

- Lokasi Jalan Gondosuli 35, Ponorogo
- Fungsi Bangunan: Gedung
- Jumlah Lantai: 7 lantai
- Panjang : 43.00 Meter
- Lebar : 12,00 Meter
- Tinggi Gedung: 27,30 meter
- Tinggi PerLantai: 3,90 Meter
- Struktur.: Beton Bertulang

Mutu bahan beban mati yang digunakan dalam pembangunan gedung tersebut sesuai dengan PPURG 1987 :

- Berat spesi 0,21 Kn/m²
- Berat kramik 0,24 Kn/m²
- Berat gypsum 0,18 Kn/m²
- Berat ½ bata 2,5 Kn/m²
- Berat jenis beton 24 Kn/m²
- Berat pasir urug 16 Kn/m²
- Berat mekanikal 0,35 Kn/m²

Mutu bahan beban hidup yang digunakan dalam pembangunan gedung tersebut sesuai dengan SNI 1727-2013 hal 26 :

- Beban hidup gedung 2,40 Kn/m²
- Beban hidup tangga 0,89 Kn/m²
- Beban hidup koridor 4,79 Kn/m²
- Beban hidup atap 0,96 Kn/m²
- Beban air hujan 10 Kn/m²

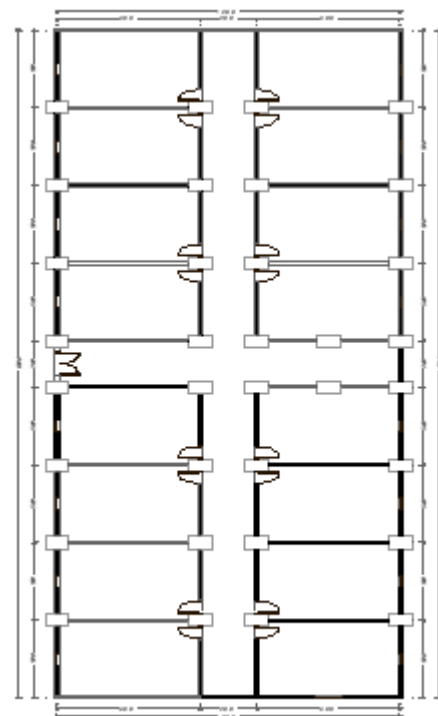
Mutu bahan yang digunakan dalam pembangunan gedung tersebut adalah

- Tegangan leleh ulir(fy) 390 Mpa
- Tegangan lelehpola 240 Mpa
- Kuat tekan beton(fc') 30 Mpa
- Modulus elastisitas beton

$$E = \frac{f_c'}{0.002}$$

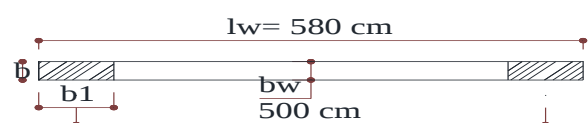
$$E = 25742.96 \text{ Mpa}$$

Data gambar struktur

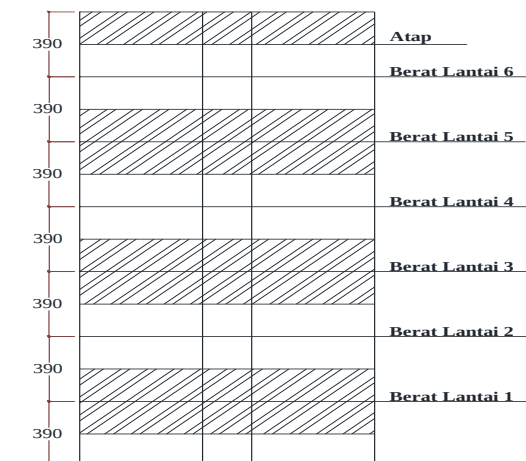


Gambar 11. Denah perletakan dinding geser dengan bukaan

Pendimensian kolom dan balok dalam gambar diatas kolom 80x80 dan balok 25/40.



Gambar 12. Potongan dimensi penampang shearwall



Gambar 13 pembagian berat perlantai

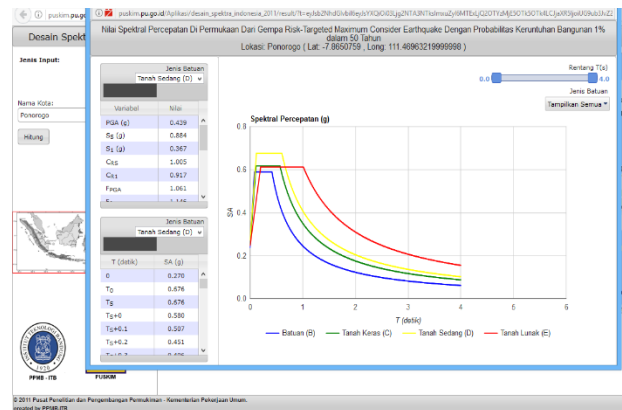
Tabel 1. Hasil perhitungan beban hidup perlantai

Lantai	Panjang Lantai (m)	Lebar Lantai (m)	Beban Hidup (kN/m ²)	Koefisien Reduksi	Beban Hidup Tereduksi (kN)
lantai atap	43	12	0,96	50%	247,68
Lantai 7	43	12	2,40	50%	619,2
Lantai 6	43	12	2,40	50%	619,2
Lantai 5	43	12	2,40	50%	619,2
Lantai 4	43	12	2,40	50%	619,2
Lantai 3	43	12	2,40	50%	619,2
Lantai 2	43	12	2,40	50%	619,2
Total					3962,88

Tabel 2. Hasil perhitungan beban hidup dan beban mati untuk peninjauan beban gempa

Lantai	Beban		
	ΣDL (kN)	ΣLL (kN)	Total (kN)
Lantai atap	6971,476	198,144 kN	7169,62
Lantai 6	6276,785	495,36 kN	6772,145
Lantai 5	6276,785	495,36 kN	6772,145
Lantai 4	6276,785	495,36 kN	6772,145
Lantai 3	6276,785	495,36 kN	6772,145
Lantai 2	6276,785	495,36 kN	6772,145
Lantai 1	6276,785	495,36 kN	6772,145
W Total			47802,49

Menentukan nilai Spektrum Respos didapat dari data puskim.pu.go.id



Gambar 14. Nilai spektrum respons percepatan gempa di Kab. Ponorogo

Maka didapat nilai $S_s = 0,884$ g dan $S_1 = 0,367$. Menurut fungsi bangunan maka gedung maka kategori resiko bangunan gedung termasuk kategori resiko II dan faktor utama gempa ialah 1.0.

Tabel 3. Klasifikasi situs

Kelas situs	$\bar{V}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{sk}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan)	350 sampai 750	>50	≥100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50

Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :

1. Indeks plastisitas, $PI > 20$,
2. Kadar air, $w \geq 40\%$,
3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa

Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut:

- Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah teresementasi lemah
- Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m)
- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$)

Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa

Sumber : pasal 5.3 SNI 1726:2012 hal 17

Menentukan koefisien situs F_a dan F_v untuk tanah didaerah ponorogo adalah Tanah sedang (SD)

Tabel 4. Tabel koefisien situs F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

CATATAN:

- (a) Untuk nilai-nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier
 (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Sumber : pasal 6.2 SNI 1726:2012 hal 22

Tabel 5. Tabel koefisien situs Fv

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE _R terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

CATATAN :

- (a) Untuk nilai-nilai antara S_1 dapat dilakukan interpolasi linier
 (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik, lihat 6.10.1

Sumber : pasal 6.2 SNI 1726:2012 hal 22

Koefisien situs Fa

- Ss = 0,884 g
- Fa pada Ss = 0,75 adalah 1,2
- Fa pada Ss = 1 adalah 1,1

Maka untuk mencari nilai Fa pada menggunakan interpolasi

Nilai Ss = 0,884 g

Nilai Fa = 1,246 g

Menentukan Nilai SDS (Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek) dan SDI (Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik)

$$\begin{aligned} \text{SDS} &= 2/3 \text{ Fa} \cdot \text{Ss} \\ &= 2/3 \cdot 1,246 \cdot 0,884 \\ &= 0,734 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SDI} &= 2/3 \text{ Fv} \cdot \text{S1} \\ &= 2/3 \cdot 1,666 \cdot 0,367 \\ &= 0,407 \text{ g} \end{aligned}$$

Tabel 6. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepaan pada periode pendek

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber : pasal 6.5 SNI 1726:2012 hal 24

Untuk nilai SDS = 0,734 maka termasuk kategori desain seismik D termasuk kategori SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

Tabel 7. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepaan pada periode 1 detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Sumber : pasal 6.5 SNI 1726:2012 hal 25

Tabel 8. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepaan pada periode 1 detik

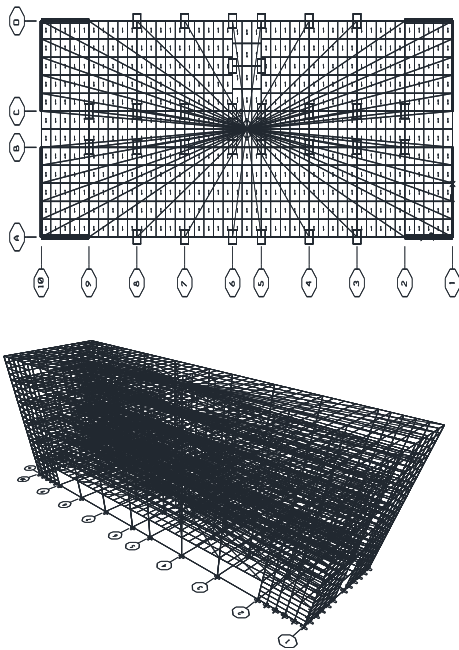
Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_p^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, H_s (m) ^c					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D ^d	E ^d	F ^d	
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan									
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2%	4	TB	TB	TB	TB	TB	
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
3. Dinding geser beton bertulang khusus	7	2%	5%	TB	TB	TB	TB	TB	
4. Dinding geser beton bertulang biasa	6	2%	5	TB	TB	TI	TI	TI	
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2%	4	TB	TB	TI	TI	TI	
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	6	2%	5	TB	TB	TB	TB	TB	
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7%	2%	6	TB	TB	TB	TB	TB	
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2%	6	TB	TB	TB	TB	TB	
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2%	5	TB	TB	TI	TI	TI	
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5%	3	5	TB	TB	TB	TB	TB	
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3%	TB	TB	TI	TI	TI	
12. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2%	5	TB	TB	TB	TB	TB	
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2%	6%	TB	TB	TB	TB	TB	

Tabel 9. Gaya gempa Lateral

No	Tingkat	H (m)	w (kN)	$W_1 \cdot A_1^{1/2}$ (kN/m)	$W_1 \cdot A_1^{1/2}$ (kN/m)	C_w	C_w	P_x (kN)	P_y (kN)
1	7 (Atap)	27,30	7169,62	421830,40	421830,40	0,287	0,287	60671	60671
2	6	23,40	6712,14,5	337777,77	337777,77	0,224	0,224	54015	54015
3	5	19,50	6712,14,5	269393,37	269393,37	0,178	0,178	43494	43494
4	4	15,60	6712,14,5	204268,19	204268,19	0,131	0,131	33073	33073
5	3	11,70	6712,14,5	143898,47	143898,47	0,085	0,085	23800	23800
6	2	7,80	6712,14,5	86481,57	86481,57	0,057	0,057	13860	13860
7	1	3,90	6712,14,5	36613,93	36613,93	0,024	0,024	5910	5910
Total			47.882,40	1.538.294,78	1.538.294,78	1,00	1,00	2437,95	2437,95

Lantai tingkat sebagai diafragma Pada SNI Gempa 1726 – 2002 Pasal 5.3.1 disebutkan bahwa lantai tingkat, atap beton dan system lantai dengan ikatan suatu struktur gedung dapat dianggap sangat kaku (rigid) dalam bidangnya dan dianggap bekera sebagai diafragma terhadap beban gempa horizontal. Maka, masing – masing lantai tingkat didefinisikan sebagai diafragma kaku dengan cara :

Assign – Joint/point – Diafragsms – Add New Diafragsms.



Gambar 15. Element pelat lantai yang bekerja sebagai diafragma

Eksentrisitas rencana SNI Gempa 1726 – 2002 pasal 5.4.3 menyebutkan bahwa : Antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat harus ditinjau suatu eksentrisitas rencana e_d . Apabila ukuran horizontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat itu, diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa dinyatakan dengan 'b', maka eksentrisitas rencana e_d harus ditentukan sebagai berikut :

untuk $0 < e < 0.3 b$, maka $e_d = 1.5 e + 0.05$
 atau $e_d = e - 0.05 b$

Nilai dari keduanya dipilih yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur atau subsistem struktur gedung yang ditinjau, dimana eksentrisitas (e) adalah pengurangan antara pusat massa dengan pusat rotasi. Nilai pusat massa dan rotasi bangunan dapat dicari pada ETABS dengan cara :

Run – Display – Show Tables Draw Point Objects – Analysis Result – Building Output – Center Mass Rigidity

Hasil Kontrol Partisipasi Massa

Run – Display – Show Tables Draw Point Objects – Analysis Result – Modal Information – Building Modal Information –Modal Participating Mass Ratios

Tabel 10. Kontrol pasrtisipasi masa

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	0.404067	0	69.9918	0	0	69.9918	0
2	0.353924	71.7358	0	0	71.7358	69.9918	0
3	0.212093	0.0003	0.0001	0	71.7361	69.9919	0
						90.4581	
4	0.091276	0	20.4663	0	71.7361	90.4581	0
5	0.087436	18.9561	0	0	90.6921	90.4581	0
6	0.052671	0	0.0001	0	90.6921	90.4582	0
7	0.043011	0	5.8073	0	90.6921	96.2655	0
8	0.041592	5.7094	0	0	96.4015	96.2655	0
9	0.028875	0	2.3636	0	96.4015	98.6291	0
10	0.027347	2.3511	0	0	98.7526	98.6291	0
11	0.026102	0.0014	0	0	98.7541	98.6291	0
12	0.022598	0	1.0317	0	98.7541	99.6608	0

Dari table diatas disimpulkan bahwa dengan 5 modes saja (sudah memenuhi 90%)sudah mampu memenuhi syarat Partisipasi Massa sesuai SNI 1726-2012 Pasal 7.9.1 Hal 61.

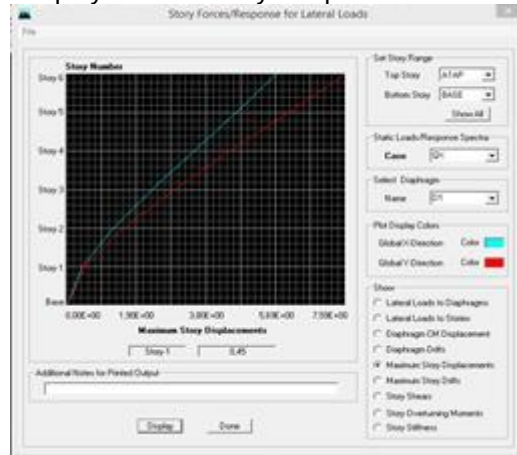
Desain system rangka pemikul momen dan dinding struktur beton bertulang tahan gempa. Tavo Benny Kusuma Hal 48.

Kontrol Simpangan Struktur

Pada SNI Gempa 03 – 1726 – 2002 Pasal 8.1 disebutkan bahwa kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pellenan baja, peretakan beton yang berlebihan, mencegah kerusakan non struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Simpangan antar tingkat yang diizinkan tidak boleh melampaui $0.03/R \times$ tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm. Diambil yang terkecil. Besarnya simpangan yang terjadi tersebut dapat diketahui pada ETABS.

Display – Show Story Respons Plot



Gambar 16. Grafik fx dan fy

Sedangkan untuk mencari tulangan dapat menggunakan rumus.

$$M_n : \frac{M_u}{\phi}$$

$$P_n : \frac{P_u}{\phi}$$

$$e : \frac{M_n}{P_n}$$

- untuk tulangan tekan
 $A_s 1 = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
- Untuk tulangan tarik
 $A_s = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
- Total tulangan yang digunakan
 $A_s = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
- Kontrol luas tulangan
 $A_{s \min} < A_{s \text{ pakai}} < A_{s \max}$
- Menghitung jarak masing-masing tulangan
 $d' = \text{selimut beton} + \text{diameter sengkang} + (1/2 \text{ diameter tulangan } A_s 1)$

- Menghitung regangan yang terjadi
- Daerah tekan
 $\epsilon_s' = \epsilon_c : \epsilon_c = 0.003$
- Daerah Tarik
 $\epsilon_s' = \epsilon_c : \epsilon_c = 0.003$

Menghitung nilai tegangan

- Daerah tekan
 $f_s' = \epsilon_s' \times E_s$ (SNI 2847-2013 Pasal 8.5.2 Hal 61)
- Daerah Tarik
 $f_s = \epsilon_s \times E_s$ (SNI 2847-2013 Pasal 8.5.2 Hal 61)

Besarnya gaya-gaya yang bekerja

$$\begin{aligned} C_c &= \text{gaya tekan beton} \\ &= 0.85 \times f_c' \times a \times b_w \\ &= 0.85 \times f_c' \times b \times c \times b_w \\ a &= b \times c \end{aligned}$$

Kontrol $\sum H = 0$

$$- C_c - \sum C_s + \sum T_s - P_n = 0$$

Kontrol $M_n > M_n \text{ Perlu}$

Standar Nasional Indonesia, 2013, SNI 2847 - 2013 : Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung 2847-2013), Bandung : Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia, 2013, SNI 1727 - 2013 : Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya 1727-2013), Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

T.Paulay, Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Building..

Standar Nasional Indonesia, 2002, SNI 2847 - 2002 : Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung 2847-2013), Bandung : Badan Standarisasi Nasional.

Tavio, Benny Kusuma, Desain sistem rangka pemikul momen dan dinding struktur beton bertulang tahan gempa.

KESIMPULAN

1. Pada Analisa dinding geser dengan bukaan pada gedung Dinas Pendidikan Kab.Ponorogo didapatkan dimensi dinding geser dengan panjang bentang 580 cm dan tebal 30 cm.
2. Penulangan longitudinal
Dibutuhkan Jumlah tulangan longitudinal ialah 56 D 22, terbagi sebagai berikut :
 - Kepala dinding geser sebelah kiri terdapat tulangan 12 D 22 dengan jarak antar tulangan bervariasi, 6.3 cm - 8 cm.
 - Kepala dinding geser sebelah kanan 12 D 22 dengan jarak antar tulangan bervariasi, 6.3 cm dan 8 cm.
 - Badan dinding geser 32 D 22 dengan jarak antar tulangan bervariasi antara, 17 cm, dan 20 cm.
3. Penulangan Transversal :
 - jumlah tulangan transversal berjumlah 26 $\emptyset$ 12 dengan jarak 10cm dan 15 cm ,kemudian pada sambungan berjumlah 10 $\emptyset$ 12 dengan jarak 8 cm.
 - Jumlah Tulangan transversal pada kepala dinding geser bagian kiri 3 $\emptyset$ 12 dengan jarak 8 cm
 - Jumlah Tulangan transversal pada kepala dinding geser bagian kanan 3 $\emptyset$ 12 dengan jarak 8 cm

DAFTAR PUSTAKA

Standar Nasional Indonesia, 2012, SNI 1726 - 2012 : Tata Cara Perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726-2012), Bandung : Badan Standarisasi Nasional.