



Pengaruh Variasi Penempatan Dinding Geser Akibat Beban Gempa Pada Struktur Gedung Bertingkat

Mia Amalia¹, Nusa Setiani Triasturi^{2*}, Gita Puspa Artiani³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Universitas Krisnadwipayana

¹amaliamia113@gmail.com, ²nusasetiani@unkris.ac.id, ³gita_artiani@unkris.ac.id

Abstrak

Bangunan dan infrastruktur dapat mengalami kerusakan yang signifikan akibat gempa. Untuk memitigasi dampaknya, perencana harus mempertimbangkan desain bangunan agar memiliki kekakuan yang cukup terhadap gaya lateral. Saat mendesain bangunan yang memiliki ketahanan terhadap gaya lateral, dinding geser merupakan komponen struktural yang dapat menjadi alternatif dalam perencanaannya. Dinding geser berfungsi meningkatkan kekakuan dan menerima gaya geser akibat gempa, struktur dinding geser biasanya dipasang pada bagian terluar bangunan atau di sekitar area tangga atau lift. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau pengaruh variasi penempatan dinding geser terhadap respons seismik bangunan berdasarkan SNI 1726:2019. Metode penelitian menggunakan analisis dinamis respon spektrum dengan membandingkan tiga layout dinding geser. Hasil menunjukkan bahwa semua variasi tata letak dinding geser memenuhi syarat periode struktur rencana, prinsip dual sistem, dan simpangan bangunan. Namun, hanya layout 1 yang tidak memenuhi syarat bentuk dan jumlah ragam karena didominasi rotasi pada mode pertama. Tata letak dinding geser dengan layout 2 dan 3 menunjukkan performa yang lebih baik dalam memenuhi syarat kegempaan dengan nilai periode getar tidak melebihi periode izin (1,260 detik), bentuk ragam didominasi translasi pada mode pertama dan kedua, prinsip dual sistem tercapai karena rangka menerima >25% gaya gempa rencana, serta nilai simpangan tidak melebihi nilai simpangan izin ($\Delta_{max} = 61.54\text{mm}$).

Kata Kunci: dinding geser, gempa bumi, respon spektrum.

PENDAHULUAN

Pembangunan gedung bertingkat di kota besar sering kali didorong oleh keterbatasan lahan dan kebutuhan ruang. Selain berfungsi sebagai landmark ikonik, gedung bertingkat juga memberikan kontribusi signifikan bagi perekonomian dan kehidupan masyarakat. Perencanaan gedung bertingkat merupakan proses yang kompleks, yang salah satu aspeknya adalah kemampuan bangunan dalam menghadapi beban lateral seperti gempa bumi. Indonesia, yang berada di pertemuan tiga lempeng tektonik utama, rentan terhadap gempa bumi yang dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan. Gaya lateral dapat menimbulkan tegangan tinggi, menimbulkan goyangan, atau menimbulkan getaran, yang mengakibatkan kegagalan bangunan. (G, 2019). Ada banyak teknik untuk meningkatkan ketahanan terhadap beban lateral struktur yaitu, rangka penahan momen dengan bresing, sistem dinding rangka geser, sistem rangka tubular, dan lain-lain. (Kumar et al., 2021). Penggunaan dinding geser merupakan solusi untuk meningkatkan kekakuan struktur horizontal dengan cara menahan gaya horizontal. (Purwantoro et al., 2023)

Dinding geser, biasanya dipasang di bagian luar bangunan atau di sekitar tangga dan lift, berfungsi menambah kekakuan struktural dan menyerap gaya geser akibat gempa. Posisi dan bentuk dinding geser dalam suatu struktur memainkan peran krusial dalam respons bangunan terhadap beban lateral, mempengaruhi efisiensi biaya dan kinerja seismik bangunan. Analisis yang cermat terhadap penempatan dan variasi bentuk dinding geser sangat penting. Oleh karena itu, penulis menyelidiki pokok bahasan dengan judul karya "Pengaruh Variasi Penempatan Dinding Geser Akibat Beban Gempa Pada Struktur Gedung Bertingkat" untuk meninjau bagaimana variasi penempatan dinding geser ini mempengaruhi respon seismik bangunan mengacu pada SNI 1726:2019.

METODE

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dikelompokkan menjadi 3 bagian. Adapun tahapan tersebut dijelaskan pada uraian berikut:

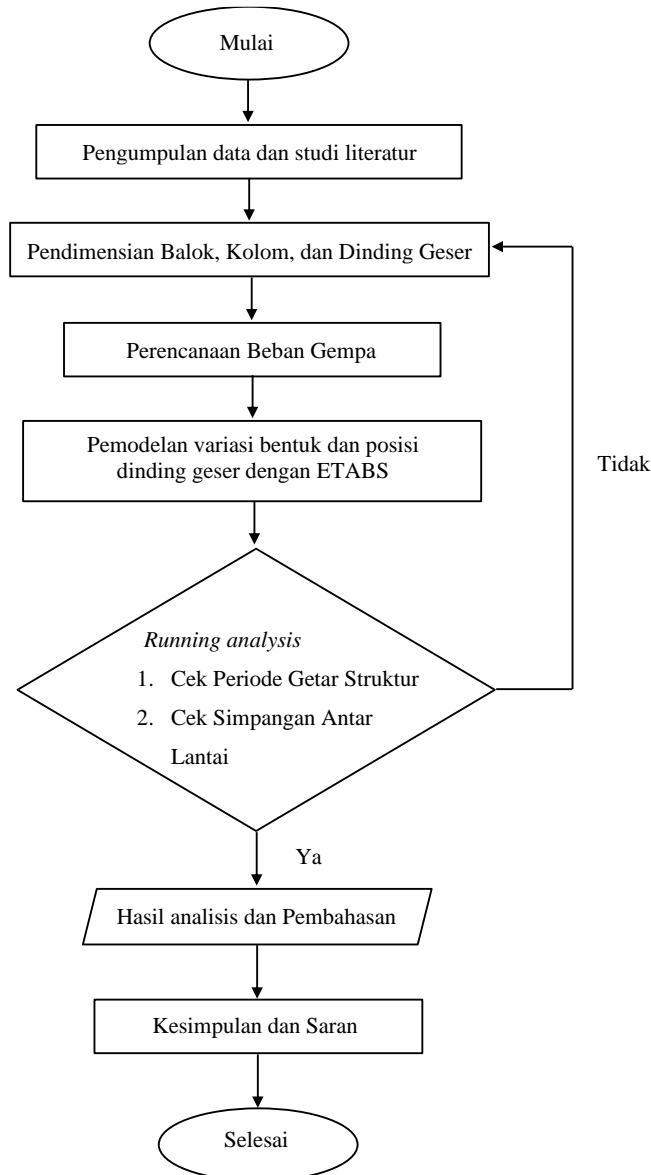
- a. Pengumpulan Data
Langkah ini meliputi pengambilan data berupa studi literatur dan pengumpulan data sekunder dari proyek Gedung Kos – Jakarta Barat yaitu data gambar rencana dan data penyelidikan tanah.
- b. Analisis dan Pengolahan Data

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan teori yang relevan dan standar/peraturan yang berlaku. (SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847: 2019).

c. Penulisan

Tahapan ini meliputi penulisan laporan penelitian dari hasil pengolahan data berdasarkan pedoman penulisan yang berlaku.

Gambar 1 berikut adalah diagram alir yang menggambarkan langkah-langkah proses penelitian:

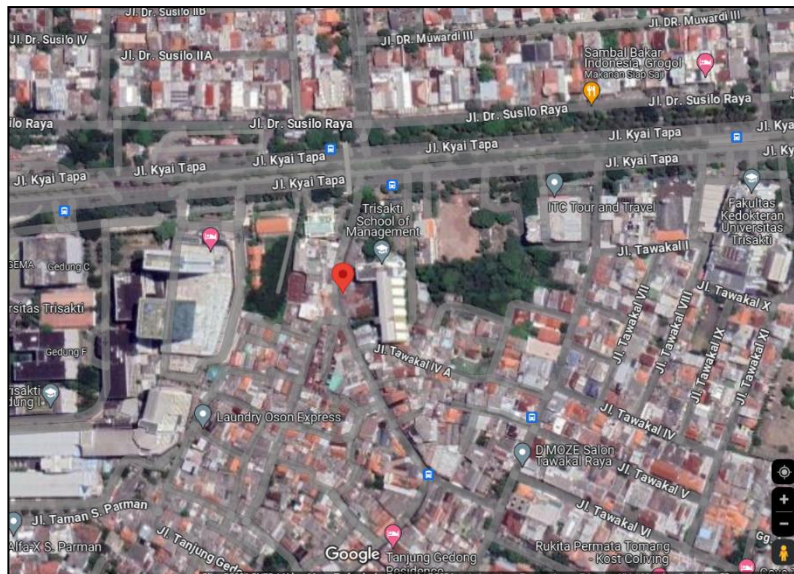


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dijelaskan pada uraian dan Gambar 2 di bawah ini:

- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| a. Jenis Bangunan | : Gedung Kos-Kosan |
| b. Fungsi Bangunan | : Hunian |
| c. Lokasi Bangunan | : Tomang – Grogol – Jakarta Barat |
| d. Material | : Beton Bertulang |
| e. Pondasi | : Borepile |
| f. Jumlah Lantai | : 7 (Tujuh) |
| g. Mutu Tulangan | : BJTD 40 - fy 400 MPa |
| h. Mutu Beton | : fc' 25 Mpa |
| i. Klasifikasi Tanah | : Tanah Sedang (SD) |
| j. Wilayah Gempa | : Gempa Sedang |



Gambar 2 Lokasi Penelitian

Tahap Analisis Struktur

Sistem struktur yang digunakan, yaitu Sistem Ganda, yang merupakan gabungan antara Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK) (Kalangi et al., 2021). Struktur dimodelkan dengan menggunakan program ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems*) pada tiga bentuk ragam dinding geser yaitu *plane*, *flanged* dan *channel*. (Ashraf, n.d.)

Analisis dilakukan hanya untuk meninjau struktur atas pada bangunan dengan menggunakan metode studi kasus dengan analisis yang dilakukan menggunakan analisis dinamis respon spektrum berdasarkan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara atau Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Adapun Perencanaan dimulai dengan melakukan *preliminary desain* pada setiap elemen balok, kolom, plat, dan dinding geser yang direncanakan. Pembebanan dilakukan pada struktur dengan mengacu kepada SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Elemen balok dan kolom dimodelkan sebagai rangka batang (*frame*) dan *shear wall* dimodelkan sebagai struktur *shell* karena dinding geser (*shear wall*) selain memikul beban lateral, struktur tersebut juga menumpu beban vertikal pada tiap variasi penempatan dinding geser yang direncanakan.

Pembebanan Struktur

a. Beban Mati

Seluruh berat seluruh elemen arsitektur dan struktur, termasuk dinding, lantai, atap, langit-langit, tangga, dinding partisi, pelapis akhir, kelongsong, dan lain-lain, disebut beban mati. (Badan Standarisasi Nasional, 2020)

b. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang bekerja pada bangunan atau bangunan yang memuat orang dan barang miliknya, bukan beban mati, beban konstruksi, atau beban lingkungan seperti hujan, angin, banjir, atau gempa bumi (SNI 1727:2020). Berdasarkan SNI 1727:2020 nilai beban hidup untuk bangunan dengan fungsi hunian = 1.92 kN/m^2 .

c. Beban Gempa

Teknik perancangan ketahanan gempa bangunan dituangkan dalam SNI 1726: 2019 yang digunakan sebagai landasan untuk menghitung beban gempa. Analisis gempa yang digunakan adalah analisis dinamis Respon Spektrum. Dengan nilai parameter spektrum respon percepatan pada periode pendek (SMS) dan parameter spektrum respon pada periode 1detik (SM1) ditentukan dengan persamaan berikut:

$$SM_s = F_a \cdot S_s \quad (1)$$

$$SM_1 = F_v \cdot S_1 \quad (2)$$

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek dengan redaman 5%, SDS dan periode 1detik, SD1 berdasarkan SNI 1726-2019 ditentukan dengan persamaan berikut:

$$SDS = 2/3 SMS \quad (3)$$

$$SD1 = 2/3 SM1 \quad (4)$$

Parameter *Respon Spectrum Desain* (S_a) digunakan dalam pembuatan kurva. Adapun untuk nilai S_a dengan nilai periode lebih kecil dari T_0 dapat dihitung dengan persamaan:

$$S_a = SDS ((0,4 + 0,6) T/T_0) \quad (5)$$

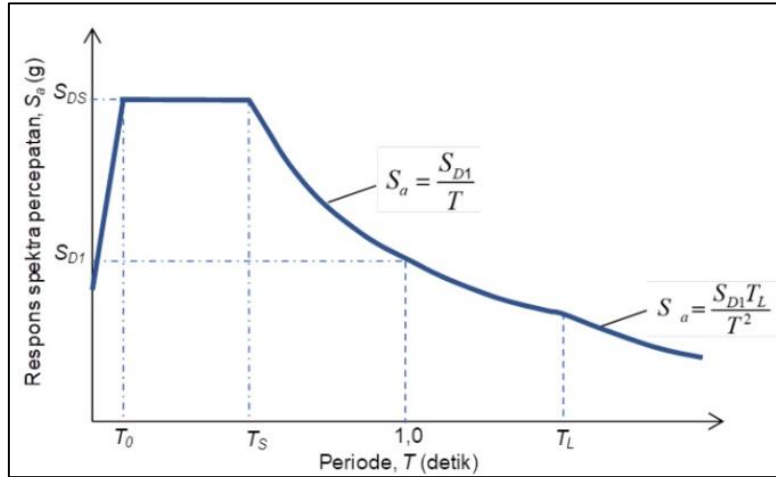
Nilai S_a dengan periode $\geq T_0$ serta $\leq T_s$, nilai $S_a = SDS$. Untuk periode $> T_s$ tetapi $\leq T_L$, nilai S_a , dihitung menggunakan persamaan:

$$S_a = SD1/T \tag{6}$$

Dengan nilai periode fundamental (T0 dan Ts) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$T_0 = 0,2 \frac{SD1}{SDS} \tag{7}$$

$$T_s = SD1/SDS \tag{8}$$



Gambar 3 Kurva Spektrum Respon Desain

Untuk membantu menentukan total gaya yang dialami bangunan di bagian dasarnya pada saat gempa bumi terjadi, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$V = C_s \cdot w \tag{9}$$

Nilai Cs dapat dihitung dengan mengetahui nilai koefisien modifikasi respon (R), faktor keutamaan gempa (Ie) dan nilai SDS. Perhitungan nilai Cs ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$C_s = \frac{SDS}{\frac{R}{I_e}} \tag{10}$$

Nilai Cs yang dihitung tidak boleh melebihi nilai:

Jika $T \leq T_L$:

$$C_s = \frac{SD1}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)} \tag{11}$$

Jika $T > T_L$:

$$C_s = \frac{SD1 T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e} \right)} \tag{12}$$

Di sisi lain, untuk struktur yang terletak di area dengan nilai S1 sama dengan atau lebih dari 0,6 g, nilai Cs harus lebih besar dari:

$$C_s = \frac{0,5 SD1}{\frac{R}{I_e}} \tag{13}$$

Nilai Periode Fundamental Pendekatan (Ta) dirumuskan dengan mengetahui nilai Koefisien (Ct dan x) yang dijelaskan dalam SNI 1726:2019, dengan h sebagai ketinggian struktur.

$$T_a = C_t h^x \tag{14}$$

Untuk periode fundamental maksimum dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$T_{max} = C_u T_a \tag{15}$$

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan nonstruktur. (Anggraini et al., 2024). Sesuai dengan SNI 1726:2019, nilai simpangan antar tingkat pada bangunan yang direncanakan dapat diketahui dengan membagi deviasi pada pusat massa di atas tingkat yang ditinjau dengan deviasi pada pusat massa di bawah tingkat yang ditinjau.

$$\delta_x = \frac{C_d \cdot \delta_{xe}}{I_e} \tag{16}$$

dengan:

- Cd = faktor pembesaran simpangan lateral
- δx = lendutan inelastik
- δxe = lendutan elastik
- Ie = faktor keutamaan gempa

d. Kombinasi Beban

Kombinasi pembebanan berikut dipakai untuk bahan pertimbangan pada saat mendesain struktur, dan komponen struktur lainnya untuk memastikan bahwa kekuatan desainnya sesuai atau melampaui dampak beban terfaktor:

$$1,4D \tag{37}$$

$$1,2D + 1,6L + 0,5(L \text{ atau } R) \tag{18}$$

$$1,2D + 1,6(L \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W) \tag{49}$$

$$1,2D + 1,0W + L + 0,5(Lr \text{ atau } R) \tag{20}$$

$$0,9D + 1,0W \tag{21}$$

$$0,9D + 1,0E \tag{22}$$

dengan:

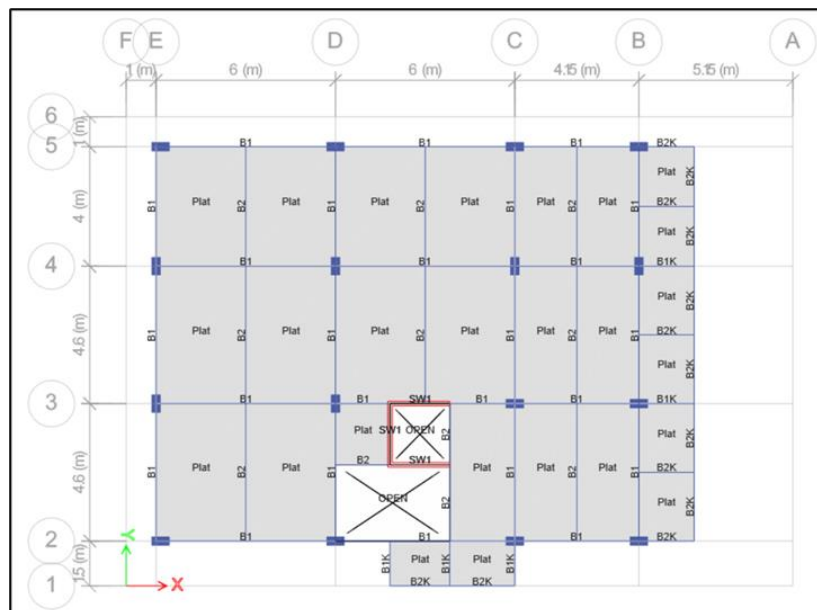
- D = Beban mati
- L = Beban hidup
- Lr = Beban hidup tereduksi
- E = Beban gempa
- W = Beban angin
- R = Beban hujan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil analisis yang telah dilakukan oleh penulis pada proyek Pembangunan Gedung Kos – Jakarta Barat.

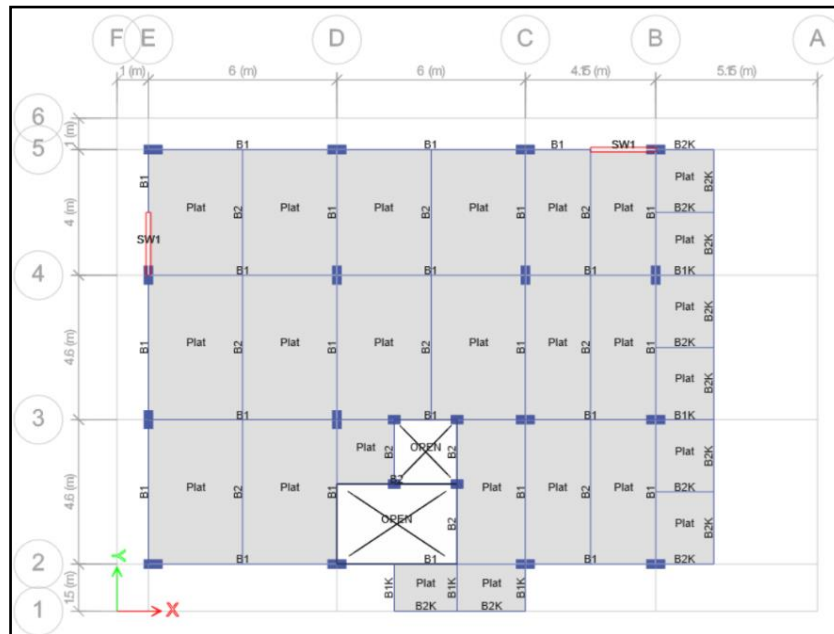
Pemodelan Struktur Dinding Geser

Pemodelan pertama menggunakan variasi tipe *Channel* yang dimodelkan pada area lift. Pemodelan pertama variasi dinding geser tipe *Channel* ditunjukkan pada Gambar 4 berikut. Pemodelan ini merupakan pemodelan rencana awal pembangunan Gedung Kos – Jakarta Barat.



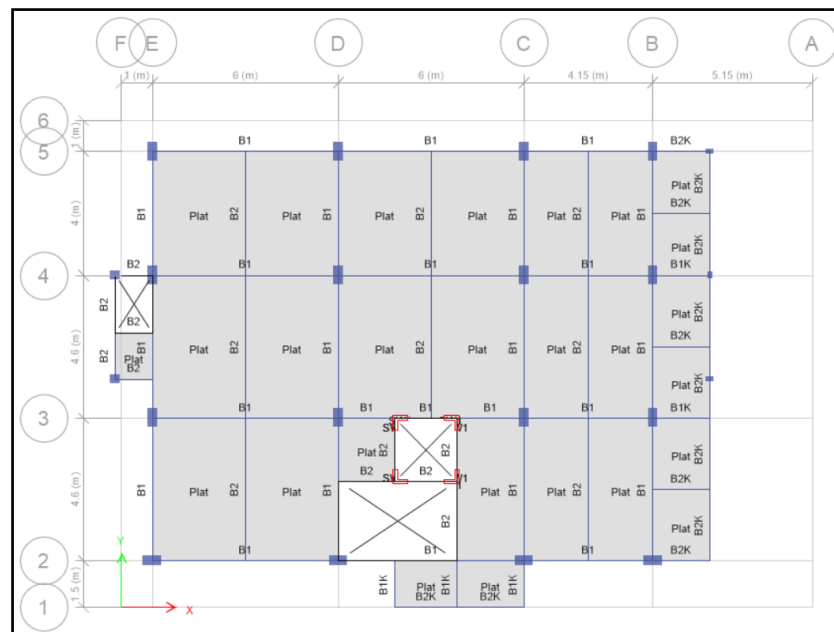
Gambar 4 Gambar 1 Denah Variasi Tata Letak Dinding Geser 1 (Tata Letak Rencana Awal Pembangunan)

Pemodelan kedua menggunakan variasi tipe *Plane* yang dimodelkan terletak di area terluar bangunan. Pemodelan kedua variasi dinding geser tipe *Plane* ditunjukkan pada Gambar 5 berikut. Pemodelan tipe kedua merupakan tata letak eksisting bangunan.



Gambar 5 Denah Variasi Tata Letak Dinding Geser 2 (Tata Letak Eksisting Desain)

Bentuk dinding geser tipe *Flanged* dimodelkan pada layout ketiga. Pada pemodelan ini ditambahkan struktur tangga darurat di area luar bangunan. Dinding geser tipe ini dimodelkan pada area lift. Pemodelan variasi dinding geser tipe *Flanged* ditunjukkan pada Gambar 6 berikut. Pemodelan ini merupakan pemodelan redesain perencanaan yang dilakukan oleh penulis.



Gambar 6 Denah Variasi Tata Letak Dinding Geser 3 (Redesain Perencanaan Tata Letak Dinding Geser)

Hasil analisis syarat keempaan yaitu analisis periode getar struktur, bentuk ragam struktur, gaya geser dasar seismik, serta simpangan antar tingkat pada tiap tata letak rencana dinding geser disajikan pada uraian di bawah ini.

Analisis Periode Getar Struktur

Periode struktur merupakan waktu yang diperlukan struktur untuk menempuh satu putaran penuh dalam menerima beban yang bekerja. (Wijayana et al., 2020)

Sebagai salah satu syarat pengecekan keempaan yang pertama pada struktur nilai periode memiliki ketentuan:

$$T1 < 0,18n$$

dengan:

n: jumlah lantai pada bangunan.

Berikut merupakan nilai periode (T_1) yang diperoleh dari ETABS pada tiap variasi tata letak dinding geser yang direncanakan.

Tabel 1 Periode Struktur pada Tiap Tata Letak Dinding Geser

No	Tipe	Periode (T_1)	Syarat $0,18n$	Cek
1	Layout 1	1,013	1,260	OK
2	Layout 2	1,095	1,260	OK
3	Layout 3	1,107	1,260	OK

Dari tabel di atas dapat diperoleh bahwa semua variasi tata letak dinding geser memenuhi syarat periode struktur rencana ($T_1 < 1,260$ detik).

Bentuk dan Jumlah Ragam

Bentuk dan jumlah ragam pada tiap variasi tata letak dinding geser harus memenuhi syarat bahwa mode 1 dan mode 2 didominasi oleh translasi (UX/UY) dan rotasi (RZ) boleh terjadi pada mode 3. Berikut merupakan bentuk dan jumlah ragam pada tiap variasi yang direncanakan.

Tabel 2 Bentuk dan Jumlah Ragam pada Tiap Tata Letak Dinding Geser

Tipe	Mode	Period (sec)	UX	UY	RZ	Pola Gerak
Layout 1	1	1.013	0.1564	0.1331	0.5482	Rotasi arah Z
	2	0.855	0.1206	0.6003	0.0492	Translasi arah Y
	3	0.764	0.5011	0.0325	0.234	Translasi arah X
Layout 2	1	1.095	0.1456	0.5276	0.1679	Translasi arah Y
	2	0.895	0.5861	0.1906	0.0065	Translasi arah X
	3	0.647	0.0609	0.086	0.6109	Rotasi arah Z
Layout 3	1	1.107	0.501	0.0103	0.3251	Translasi arah X
	2	0.964	0.0208	0.7839	0.0004	Translasi arah Y
	3	0.885	0.2847	0.0104	0.5079	Rotasi arah Z

Dari tabel di atas diperoleh kesimpulan bahwa hanya layout 1 yang tidak memenuhi syarat bentuk dan jumlah ragam karena mode 1 pada layout 1 didominasi oleh rotasi (RZ).

Prinsip Dual System

Prinsip *dual system* terpenuhi jika sistem rangka menerima $>25\%$ gaya gempa rencana (*base shear total*). Berikut merupakan tabel *base shear total* pada tiap variasi tata letak dinding geser yang direncanakan.

Tabel 3 Persentase Sistem Rangka pada Tiap Tata Letak Dinding Geser

Tipe	Sum FX	Sum FY	Sum FX	Sum FY	%	%
	Rangka +SW	Rangka +SW	SW	SW	Rangka FX	Rangka FY
Layout 1	1268.832	971.4974	934.6427	660.3563	26%	32%
Layout 2	912.4185	766.9256	441.5483	400.329	52%	48%
Layout 3	754.2858	995.2741	467.189	433.5941	38%	56%

Berdasarkan tabel di atas diperoleh hasil bahwa semua variasi tata letak dinding geser memenuhi syarat sistem ganda (*dual system*) karena rangka menerima $>25\%$ gaya gempa rencana.

Simpangan Bangunan

Simpangan bangunan pada tiap variasi tata letak dinding geser rencana harus memenuhi syarat simpangan izin dimana nilai simpangan (Inelastic Drift) $<$ simpangan izin (61,54mm). Berikut merupakan nilai simpangan antar tingkat pada semua tata letak dinding geser yang direncanakan.

Tabel 4 Simpangan Bangunan pada Tiap Tata Letak Dinding Geser

Tipe	Displacement Max		Inelastic Drift Max		Drift Limit	Cek
	δe_x (mm)	δe_y (mm)	Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
Layout 1	7.06	7.72	14.77	16.22	61.54	OK
Layout 2	5.33	6.49	16.47	18.5	61.54	OK
Layout 3	6.393	6.546	19.07	20.47	61.54	OK

Dari tabel di atas diperoleh bahwa simpangan bangunan pada semua variasi tata letak dinding geser memenuhi syarat simpangan izin dimana nilai simpangan (Inelastic Drift) < simpangan izin (61,54mm).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa pengaruh variasi penempatan dinding geser yang telah dilakukan dengan ETABS diperoleh kesimpulan bahwa perilaku struktur dalam menerima beban gempa rencana dipengaruhi oleh tata letak dinding geser pada bangunan. Hal ini dapat diketahui dari output nilai yang berbeda pada tiap penempatan dinding geser yang dihasilkan. Hasil analisis periode struktur pada variasi layout 1 nilai $T_1=1.013$ detik. Variasi layout 2 nilai $T_1 = 1.095$ detik, dan pada variasi layout 3 nilai $T_1 = 1.107$ detik. Bentuk ragam yang dihasilkan pada layout 1 terjadi rotasi pada mode 1 (RZ), sedangkan layout 2 dan 3 didominasi oleh translasi (UX, UY). Sistem dual sistem pada tiap variasi dinding geser memenuhi kriteria dengan sistem rangka memikul >25% gaya gempa rencana. Nilai simpangan lantai max yang terjadi pada layout 1 $\Delta X = 14.77$ mm; $\Delta Y = 16.22$ mm, layout 2 nilai simpangan max yang terjadi adalah $\Delta X = 16.47$ mm; $\Delta Y = 18.50$ mm, dan layout 3 nilai simpangan max yang terjadi yaitu $\Delta X = 19.07$ mm; $\Delta Y = 20.47$ mm. Ketiga layout dinding geser tersebut memenuhi standar SNI 1726:2019 dimana periode getar tidak melebihi periode izin (1.260detik), prinsip dual sistem tercapai dimana sistem rangka memikul >25% gaya gempa rencana dan nilai simpangan tidak melebihi nilai simpangan izin ($\Delta_{max} = 61.54$ mm). Namun, bentuk ragam yang dihasilkan pada layout 1 tidak memenuhi standar SNI 1726:2019 dimana pada layout 1 struktur mengalami rotasi pada mode pertama. Translasi harus mendominasi pada mode 1 dan 2, dan rotasi harus terjadi pada mode ketiga seperti yang dihasilkan pada layout 2 dan layout 3. Maka dari itu, tata letak layout 2 dan 3 menunjukkan performa yang lebih baik dalam memenuhi syarat kegempaan berdasarkan SNI 1726:2019. Sedangkan layout 1 tidak memenuhi salah satu syarat kegempaan dimana bentuk ragam pada mode pertama mengalami rotasi.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. (2018). The reinforced concrete design handbook - a companion to ACI 318M-14.
- Angraini, S., Septiandini, E., & Wangi, I. P. (2024). Perencanaan dan Analisis Keefektifan Penempatan Dinding Geser terhadap Perilaku Struktur dengan Software ETABS. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(1), 238–246.
- Ashraf, E. M. (n.d.). *The Reinforced Concrete Design Handbook SP-17M(14)*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*.
- G, R. (2019). Comparative Study on the Seismic Behaviour of Diagrid Structure and Shear Wall Structure. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 7(6), 2720–2725. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2019.6462>
- Kalangi, H. T., Tanijaya, J., & Thetrawan, M. (2021). Analisis Pengaruh Penempatan Dinding Geser Terhadap Perilaku Dinamik Struktur Bangunan. *Prosiding Seminar Nasional Riset Dan Teknologi Terapan (RITEKTRA)*, B6–B6.
- Kumar, G. S., Rao, P., & Ganesan, P. (2021). Effect of Shear Wall Location On Seismic Performance of High Raised Buildings. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 4(1), 30–34.
- McCormac, J.K., 2003. *Desain Beton Bertulang Edisi Kelima (Design of Reinforced Concrete Fifth Edition)*. Erlangga: Bandung
- Purwanto, A. D. S., Fajar, M. N., Arifin, H., Aris, M., & Ja'far, A. (2023). Studi Perbandingan Pengaruh Letak Dinding Geser Pada Bangunan Bertingkat Akibat Beban Gempa. *Konstruksia*, 15(1), 35–45.
- Wijayana, H., Susanti, E., & Septiarsilia, Y. (2020). Studi Perbandingan Letak Shear Wall terhadap Perilaku Struktur dengan menggunakan SNI 1726: 2019 dan SNI 2847: 2019. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 1(1), 467–474.