

Analisis Pengaruh Lokasi Dinding Geser Terhadap Pergeseran Lateral Bangunan Bertingkat Beton Bertulang 5 Lantai

Leonardus Setia Budi Wibowo¹⁾, Dermawan Zebua²⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika
Jl. Sutorejo Prima Utara II/1 Surabaya, 60112
Email: leonarduswibowo@widyakartika.ac.id

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Narotama
Jl. Arief Rachman Hakim 51, Sukolilo - Surabaya, 60117
Email: dermawanzebua812@gmail.com

Abstract

Indonesia is one of the countries in the earthquake region. Therefore, it is necessary to build earthquake-resistant buildings to reduce the risk of material and life losses. Reinforced Concrete (RC) shear walls is one of effective structure element to resist earthquake forces. Applying RC shear wall can effectively reduce the displacement and story-drift of the structure. This research aims to study the effect of shear wall location in symmetric medium-rise building due to seismic loading. The symmetric medium rise-building is analyzed for earthquake force by considering two types of structural system. i.e. Frame system and Dual system. First model is open frame structural system and other three models are dual type structural system. The frame with shear walls at core and centrally placed at exterior frames showed significant reduction more than 80% lateral displacement at the top of structure.

Keywords: Reinforced Concrete; Seismic; Shear Wall; Dual-System; Displacements

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara di kawasan gempa. Oleh karena itu, perlu dibangun bangunan tahan gempa untuk mengurangi risiko kerugian material dan nyawa. Dinding geser beton bertulang (RC) merupakan salah satu elemen struktur yang efektif untuk menahan gaya gempa. Menerapkan dinding geser beton bertulang dapat secara efektif mengurangi perpindahan dan pergeseran lantai struktur. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh lokasi dinding geser pada gedung bertingkat sedang simetris akibat pembebanan seismik. Bangunan bertingkat sedang yang simetris dianalisis untuk gaya gempa dengan mempertimbangkan dua jenis sistem struktur. Yaitu sistem bingkai dan sistem ganda. Model pertama adalah sistem struktur rangka terbuka dan tiga model lainnya adalah sistem struktur tipe ganda. Rangka dengan dinding geser pada inti dan ditempatkan secara terpusat pada rangka eksterior menunjukkan pengurangan yang signifikan lebih dari 80% perpindahan lateral pada bagian atas struktur.

Kata Kunci: Beton Bertulang; Gempa; Dinding Geser; Sistem Ganda; Perpindahan

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di wilayah *ring of fire*, sehingga Indonesia banyak memiliki patahan aktif dan sering terjadi gempa bumi (Amri et al., 2016). Yogyakarta merupakan salah satu daerah yang rawan gempa, mengingat kejadian gempa pada tahun 2006 yang mengakibatkan ribuan orang meninggal dunia serta banyak rumah dan gedung yang roboh. Berdasarkan kondisi tersebut, diharapkan konstruksi yang akan dibangun pada daerah rawan gempa bumi dapat mengikuti standar nasional yang berlaku serta bangunan tetap dapat beroperasi dan aman saat terkena gempa bumi (Zebua et al., 2020)

Terdapat beberapa sistem struktur tahan gempa yang dapat digunakan yaitu sistem rangka pemikul momen serta sistem ganda. Pada sistem rangka pemikul momen, terdapat

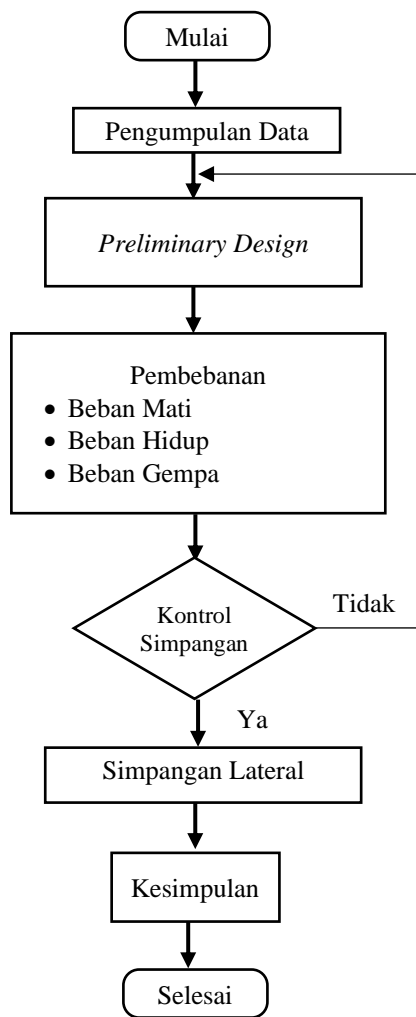
balok dan kolom sebagai struktur utama untuk menahan gempa, sedangkan pada sistem ganda, dinding geser/dinding struktural terlibat dalam menahan gaya lateral yang terjadi. Dinding geser adalah dinding rangka yang berfungsi untuk menambah kakuatan dan kekakuan struktur gedung terhadap beban lateral akibat gempa. Dinding geser dianggap lebih kaku dari pada elemen rangka biasa sehingga dapat menahan beban lateral yang lebih besar akibat gempa dan di saat yang bersamaan dapat membatasi simpangan antar lantai (Nawy, n.d.). Menurut Moehle, penggunaan dinding geser beton bertulang lebih efektif daripada sistem rangka beton bertulang dari segi biaya (Moehle et al., 2012). Dinding geser yang menggunakan *boundary element* dapat meningkatkan kapasitas deformasi secara efektif (Cheng et al., 2020).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya simpangan yang terjadi pada struktur gedung beton bertulang 5 lantai pada bangunan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan Sistem Ganda (SG). Pada struktur sistem ganda, penelitian difokuskan pada efektifitas lokasi dinding geser dalam menahan perpindahan lateral sesuai peraturan bangunan tahan gempa (SNI 1726, 2019) dan pembebanan (SNI 1727, 2020).

METODE PENELITIAN

Proses Penelitiann

Proses penelitian ini ditampilkan dalam sebuah diagram alir metodologi yang dapat dilihat pada diagram alir:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Jenis dan Konsep Penelitian

Penelitian ini melakukan analisis gedung beton bertulang simetris pada bangunan 5 lantai yang direncanakan sesuai dengan peraturan beton bertulang terbaru (SNI 2847, 2019) untuk mengetahui pengaruh lokasi dinding geser terhadap pergeseran lateral.

Pembebanan

Beban yang digunakan pada penelitian ini menggunakan beban hidup, beban mati, dan beban gempa

(static linear). Data untuk pembebanan gempa menggunakan data dari peta gempa tahun 2011 yang terdapat pada website Puskim (PPMB-ITB & PUSKIM, 2011).

Pembebanan

Berdasarkan SNI tentang gempa terbaru (SNI 1726, 2019) maka beberapa kombinasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

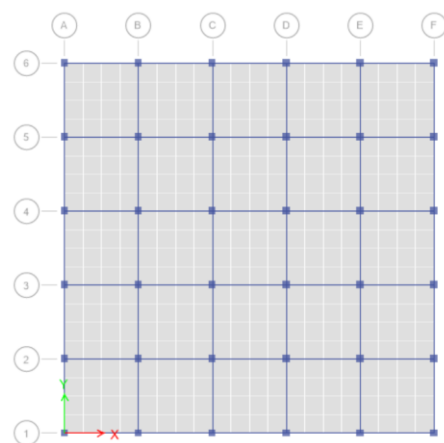
1. $U = 1.4 D$
2. $U = 1.2 D + 1.6 L$
3. $U = 1.2 D \pm 1.0 E + 0.5 L$
4. $U = 0.9 D \pm 1.0 E$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Struktur

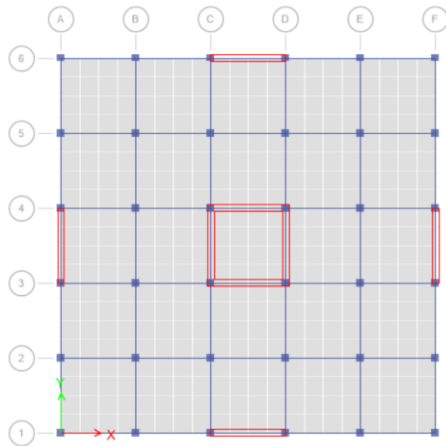
Mutu Beton (f_c')	= 30 MPa
Mutu Tulangan (f_y)	= 400 MPa
Bentang antar portal	= 4,0 m
Tinggi antar lantai	= 3,5 m
Balok	= 20 x 40 cm
Kolom	= 40 x 40 cm
Dinding Geser	= 35 cm
Plat Lantai	= 12 cm
Plat Atap	= 10 cm
Lokasi	= Yogyakarta
Fungsi Bangunan	= Hunian
Jenis Tanah	= Tanah Lunak
Sistem Struktur	= SRPM dan Sistem Ganda

Dalam penelitian ini terdapat empat model struktur gedung yang akan diteliti, dengan rincian satu model struktur gedung dengan sistem rangka pemikul momen dan tiga model struktur gedung dengan menggunakan sistem ganda. Gambar 2 menunjukkan model struktur menggunakan sistem struktur rangka pemikul momen (tanpa dinding geser) dengan 6 portal ke arah sumbu X dan 6 portal ke arah sumbu Y.

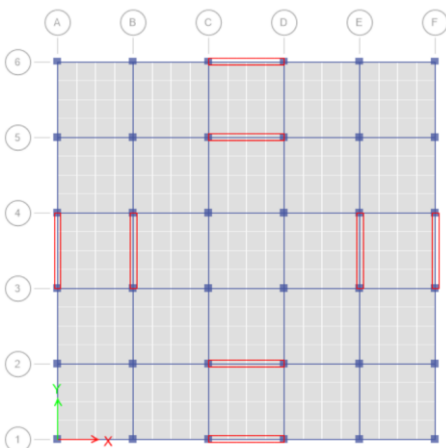


Gambar 2. Model Struktur SW₀

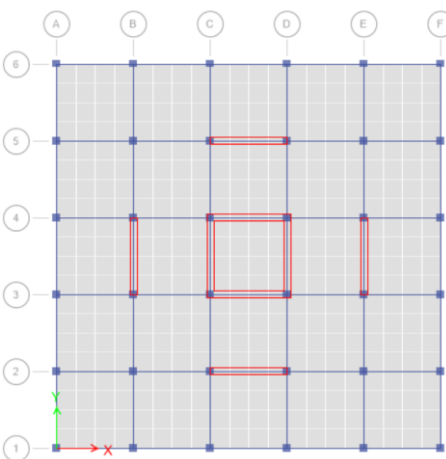
Untuk gedung yang menggunakan sistem ganda, dinding geser diletakkan pada keempat sisi bangunan sejumlah dua dinding geser pada tiap sisi-sisinya. Lokasi dinding geser ditunjukkan pada Gambar 3, 4, dan 5 dibawah ini:



Gambar 3. Model Struktur SW₁



Gambar 4. Model Struktur SW₂



Gambar 5. Model Struktur SW₃

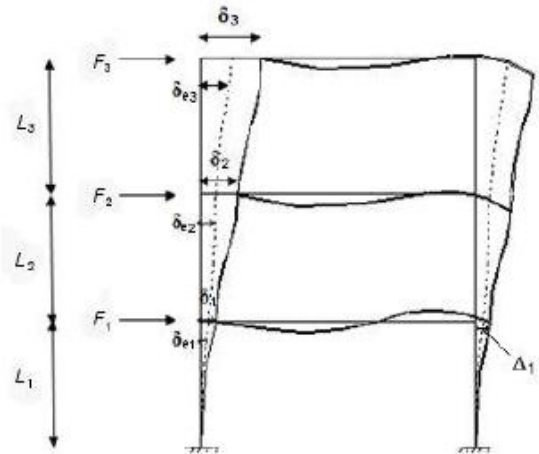
Analisa Drift

Dari hasil perpindahan dilakukan perhitungan sesuai target perpindahan pada gedung bertingkat 5 lantai dengan peraturan SNI 1726-2019 dikontrol sesuai rumus yang tertera dibawah ini:

$$\delta_s = \frac{C_d \times \delta_{se}}{I} \tag{1}$$

Keterangan:

- δ_{se} = perpindahan pada lantai ke-x
- C_d = faktor pembesaran perpindahan (5.5)
- I = faktor keutamaan gedung (1.5)
- Δ = simpangan
- Δ_1 = $\delta_{s2} - \delta_{s1}$
- Δ_a = $0.010hx$



Gambar 6. Penentuan simpangan antar lantai
Sumber: SNI 1726-2019

Pada Tabel 1 hingga Tabel 4 ditampilkan masing-masing nilai simpangan antar lantai dengan batas ijin maksimum yang diijinkan oleh SNI 1726-2019.

Tabel 1. Kontrol Kinerja Batas Struktur Akibat Beban Gempa Statik Ekuivalen SW₀

Lantai	H (m)	δ_e	δ	Δ	Δ_a (0.01Hx)	Ket
Atap	3.5	77.74	285.0	31.6	35	Yes
5	3.5	69.11	253.4	53.7	35	No
4	3.5	54.44	199.6	35.5	35	No
3	3.5	44.75	164.0	114	35	No
2	3.5	13.40	49.14	49.1	35	No
Base	0	0	0	0	0	Yes

Sumber: Hasil pengolahan data (2020)

Tabel 2. Kontrol Kinerja Batas Struktur Akibat Beban Gempa Statik Ekuivalen SW₁

Lantai	H (m)	δ_e	δ	Δ	Δ_a (0.01Hx)	Ket
ATAP	3.5	12.14	44.51	10.3	35	Yes
5	3.5	9.32	34.17	10.8	35	Yes
4	3.5	6.37	23.37	10.2	35	Yes
3	3.5	3.57	13.10	8.40	35	Yes
2	3.5	1.28	4.70	4.70	35	Yes
Base	0	0	0	0	0	Yes

Sumber: Hasil pengolahan data (2020)

Tabel 3. Kontrol Kinerja Batas Struktur Akibat Beban Gempa Statik Ekuivalen SW₂

Lantai	H (m)	δ_e	δ	Δ	Δ_a (0.01Hx)	Ket
ATAP	3.5	15.20	55.72	13.3	35	Yes
5	3.5	11.56	42.40	13.7	35	Yes
4	3.5	7.82	28.67	12.8	35	Yes
3	3.5	4.30	15.78	10.3	35	Yes
2	3.5	1.49	5.46	5.46	35	Yes
Base	0	0	0	0	0	Yes

Sumber: Hasil pengolahan data (2020)

Tabel 4. Kontrol Kinerja Batas Struktur Akibat Beban Gempa Statik Ekuivalen SW₃

Lantai	H (m)	δ_e	δ	Δ	Δ_a (0.01Hx)	Ket
ATAP	3.5	12.44	45.63	10.6	35	Yes
5	3.5	9.55	35.03	11.0	35	Yes
4	3.5	6.54	23.97	10.5	35	Yes
3	3.5	3.67	13.44	8.61	35	Yes
2	3.5	1.32	4.83	4.83	35	Yes
Base	0	0	0	0	0	Yes

Sumber: Hasil pengolahan data (2020)

Dari tabel diatas diketahui bahwa gedung SW₀ dari lantai 2 – 5 tidak memenuhi persyaratan sedangkan pada model struktur SW₁ – SW₃ dari lantai 2 – Atap memenuhi syarat peraturan SNI 1726-2019.

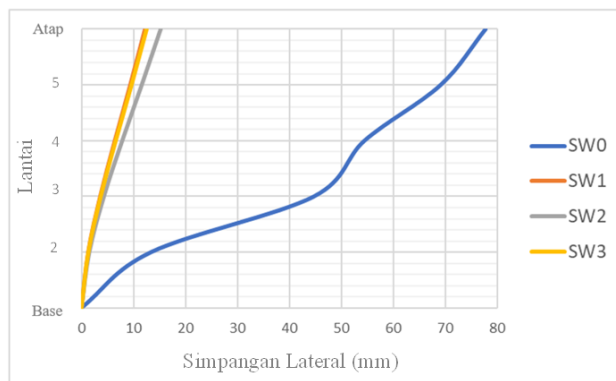
Hasil Simpangan Lateral

Hasil rangkuman simpangan lateral dari keempat gedung ditampilkan pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Simpangan Lateral (mm)

Lantai	SW ₀	SW ₁	SW ₂	SW ₃
ATAP	77.74	12.14	15.20	12.44
5	69.11	9.32	11.56	9.55
4	54.44	6.37	7.82	6.54
3	44.75	3.57	4.30	3.67
2	13.40	1.28	1.49	1.32
Base	0	0	0	0

Sumber: Hasil pengolahan data (2020)



Gambar 7. Simpangan Lateral dan Lantai Bangunan

Pada Gambar 7 sangat terlihat jelas pengaruh penambahan dinding geser terhadap besarnya simpangan lateral, terutama pada atap bangunan, Dinding geser tersebut mampu mereduksi besarnya simpangan hingga 50 mm. Prosentase besarnya reduksi simpangan lateral pada model struktur SW₀, SW₁, SW₂, dan SW₃ disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Simpangan Lateral Pada Atap

Gambar	Model Struktur	Nilai (mm)	Perbedaan
	SW ₀	77.74	84.4%
	SW ₁	12.14	
	SW ₀	77.74	80.45%
	SW ₂	15.20	
	SW ₀	77.74	84%
	SW ₃	12.44	

Sumber: Hasil pengolahan data (2020)

Dari data hasil perbandingan antara keempat gedung tersebut diketahui bahwa tipe struktur SW₁ sedikit lebih efektif daripada tipe bangunan SW₃ dalam menahan gaya lateral yang terjadi. Penempatan dinding geser pada inti bangunan sangat berpengaruh dalam mereduksi besarnya simpangan lateral yang terjadi.

KESIMPULAN

Model struktur SW₁, SW₂, dan SW₃ memenuhi persyaratan simpangan antar lantai sesuai SNI-1726-2019

Menggunakan dinding geser sesuai dengan model struktur SW₁, SW₂, SW₃ dapat mengurangi simpangan lateral lebih dari 80%.

Penempatan dinding geser pada inti bangunan dan sisi tepi bangunan (SW₁) lebih efektif dalam menahan gaya lateral daripada tipe struktur bangunan yang lain (SW₀, SW₂, SW₃).

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, M. R., Yulianti, G., Yunus, R., Wiguna, S., W. Adi, A., Ichwana, A. N., & Randongkir, Roling Evans Septian, R. T. (2016). RBI (Risiko Bencana Indonesia). In *BNPB Direktorat Pengurangan Risiko Bencana*. BNPB.
- Cheng, M. Y., Chou, Y., & Wibowo, L. S. B. (2020). Cyclic Response of Reinforced Concrete Squat Walls to Boundary Element Arrangement. *ACI Structural Journal*, 117(4), 15–24. <https://doi.org/10.14359/51725754>
- Moehle, J. P., Hooper, J. D., Fields, D. C., & Gedhada, R. (2012). Seismic Design of Cast-in-Place Concrete Special Structural Walls and Coupling Beams A Guide for Practicing Engineers. In *NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 6* (Issue 6).
- Nawy, E. G. (n.d.). *Reinforced Concrete (A Fundamental Approach) 6th ed.* Pearson Education, Inc.
- PPMB-ITB, & PUSKIM. (2011). *Desain Spektra Indonesia*. http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/
- SNI 1726. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. In *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 1727. (2020). Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 2847. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. In *Badan Standarisasi Nasional*.
- Zebua, D., Wibowo, L. S. B., Cahyono, M. S. D., & Ray, N. (2020). Evaluasi Simpangan Pada Bangunan Bertingkat Beton Bertulang berdasarkan Analisis Pushover dengan Metode ATC-40. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 3(2), 53–57. <https://doi.org/10.25139/jprs.v3i2.2475>