

Pengaruh Penambahan Dinding Geser Terhadap Perilaku Struktur pada Gedung Bertingkat 10 Lantai di Kota Malang

R. Bara^{a*}, E. Priskasari^a, dan Y.P. Manaha^a

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia 65152

* Corresponding author's e-mail: raibara15@gmail.com

Received: 27 Jan 2025; revised: 2 Sep 2025; accepted: 2 Sep 2025

Abstract: Building planning with earthquake-resistant structures is carried out to reduce the risk of loss and loss of life during earthquakes, especially in areas with high earthquake risk. This planning aims to evaluate the effect of adding shear walls on the structural behavior of a 10-story building in Malang City. Shear walls are generally used to increase structural stiffness and strengthen the structural system in resisting earthquake forces. With the addition of shear walls, better control of inter-story deviations where the value is significantly reduced compared to being designed as a single system. Shear walls or moment-resisting frames must be able to withstand at least 25% of the design earthquake force. Structural analysis is carried out with the ETABS 19 civil engineering assistance program using building technical data, material data, and building design drawings. The analysis includes determining dimensions based on SNI 2847: 2019 and loading and structural control based on SNI 1726: 2019. The results of the structural analysis show that with the addition of shear walls, the structural elements used are more effective and do not reduce the structure's ability to withstand earthquake loads or gravity loads. The planned shear wall has been able to accept more than 50% of the existing earthquake force, this result has met the minimum requirements for the load carried by the shear wall. The resulting drift also does not exceed the permissible drift, although there is a fairly large difference in the drift value. However, the determination of the location of the shear wall must still be adjusted to the needs and adjust the design of the planned building.

Keywords: shearwall, drift, earthquake load, building structure

Abstrak: Perencanaan gedung dengan struktur yang tahan gempa dilakukan untuk mengurangi adanya resiko kerugian dan korban jiwa saat terjadi gempa bumi khususnya di daerah dengan rawan gempa yang tinggi. Perencanaan ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan dinding geser terhadap perilaku struktur Gedung 10 lantai di Kota Malang. Dinding geser umumnya digunakan untuk meningkatkan kekakuan struktur, dan memperkuat sistem struktur dalam menahan gaya gempa. Dengan adanya penambahan dinding geser, kontrol yang lebih baik untuk simpangan antar tingkat dimana nilainya tereduksi secara signifikan dibandingkan hanya didesain sebagai sistem tunggal. Dinding geser ataupun rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25 % gaya gempa desain. Analisis struktur dilakukan dengan program bantu teknik sipil ETABS 19 menggunakan data teknis bangunan, data material, dan gambar desain gedung. Analisis mencakup penentuan dimensi berdasarkan SNI 2847:2019 serta pembebanan dan kontrol struktur berdasarkan SNI 1726:2019. Dari Hasil analisis struktur menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan dinding geser elemen struktur yang digunakan lebih efektif dan tidak mengurangi kemampuan struktur dalam menahan beban gempa maupun beban gravitasi. Dinding geser yang direncanakan telah mampu menerima lebih dari 50% gaya gempa yang ada, hasil ini telah memenuhi persyaratan minimum beban yang dipikul dinding geser. Simpangan yang dihasilkan juga tidak melebihi dari simpangan yang diijinkan, meskipun terdapat perbedaan nilai simpangan yang cukup jauh. Namun demikian, penentuan letak dinding geser harus tetap disesuaikan dengan kebutuhan dan menyesuaikan desain gedung yang direncanakan.

Kata kunci: dinding geser, simpangan, beban gempa, struktur gedung

1. Pendahuluan

Tingginya suatu bangunan tentunya membuat beban pada bangunan tersebut semakin besar termasuk beban gempa. Perlu direncanakan gedung dengan struktur yang tahan gempa untuk mengurangi adanya resiko kerugian dan korban jiwa saat terjadi gempa bumi. Wilayah Indonesia terletak di atas lempeng tektonik. Apabila terjadi gerakan pada lempeng tersebut, maka akan terjadi getaran yang menimbulkan gempa di wilayah Indonesia [1].

Energi yang dipancarkan oleh gempa adalah berupa energi gelombang yang dapat menyebabkan terjadinya gerakan tanah, yang jika terjadi pada lokasi suatu struktur dapat menyebabkan deformasi pada struktur baik dalam arah vertikal maupun dalam arah horizontal [2]. Kekakuan struktur dapat diperbesar dengan menggunakan sistem

struktur kombinasi antara rangka dan dinding geser, atau sering disebut sebagai sistem ganda [3].

Dinding geser adalah dinding yang mempunyai fungsi menahan beban lateral dan sebagai pengaku serta meneruskan beban sampai ke pondasi [4]. Penempatan dinding geser juga sangat berpengaruh terhadap perilaku gedung bertingkat dalam merespon beban gempa. Ketika dinding geser ditempatkan pada lokasi-lokasi tertentu yang cocok dan strategis, dinding tersebut dapat digunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horizontal yang diperlukan [5].

Pada bangunan bertingkat tinggi yang didesain tanpa dinding geser, ukuran kolom dan balok relatif besar, serta perpindahan yang terjadi pada bangunan tersebut sangat besar [6]. Dengan adanya dinding geser ini dapat membuat dimensi yang lebih kecil. Selain itu kontrol yang lebih baik

untuk simpangan antar tingkat (*drift*) dimana nilainya tereduksi secara signifikan dibandingkan hanya didesain sebagai sistem tunggal dengan hanya dinding geser sebagai elemen penahan beban lateral [7].

Pada perencanaan bangunan bertingkat, tidak hanya beban gempa saja yang perlu direncanakan sebagai beban lateral. Beban angin merupakan suatu permasalahan yang perlu diperhatikan sebagai beban lateral pada bangunan gedung bertingkat. Semakin tinggi struktur gedung maka semakin besar beban angin yang terjadi pada struktur [8]. Beberapa parameter dasar yang mempengaruhi beban angin adalah kecepatan angin dasar, faktor arah angin, eksposur, faktor topografi, faktor elevasi permukaan tanah, tekanan kecepatan, faktor pengaruh hembusan angin, klasifikasi ketertutupan, koefisien tekanan internal.

Perencanaan ini mengambil studi kasus pada Gedung Kanwil BRI Malang, 10 lantai di Kota Malang. Sebelumnya gedung ini telah dibangun tanpa menggunakan dinding geser, sehingga pada perencanaan ini akan dilakukan analisis menggunakan program bantu keteknipsipilan ETABS 19. Dengan menggunakan program ETABS, pembuatan atau perubahan model, melakukan analisis, merancang atau mendesain dan mengoptimalkan desain, semuanya langsung dapat dikerjakan melalui *single interface* yang terintegrasi dengan *Microsoft Windows* [9]. Analisis ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan dinding geser terhadap kemampuan gedung menahan gaya lateral.

Hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan ini adalah kekuatan bangunan yang memadai untuk memberikan kenyamanan bagi penghuninya terutama lantai atas. Semakin tinggi bangunan, defleksi lateral yang terjadi juga semakin besar pada lantai atas [10].

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada gedung Kanwil BRI Malang di Jalan Jl. Laksamana Martadinata, Kel. Sukoharjo, Kec. Klojen, Kota Malang (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

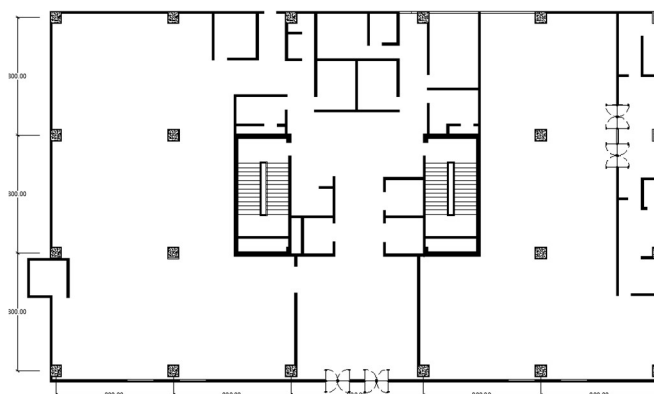
2.2 Data Perencanaan

Gedung Kanwil BRI Malang merupakan gedung perkantoran 10 lantai dengan tinggi bangunan 46,4 meter, lebar bangunan 24 meter dan panjang bangunan 41 meter (Gambar 2 dan Gambar 3). Sistem struktur atas yang digunakan merupakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Material struktur yang digunakan

terdiri dari beton dengan kuat tekan $f'_c = 35$ MPa, baja tulangan ulir (BjTS 24, $f_y = 420$ MPa), dan baja tulangan ulir untuk sengkang (BjTS 40, $f_y = 280$ MPa).



Gambar 2. Portal memanjang gedung Kanwil BRI Malang



Gambar 3. Denah gedung Kanwil BRI Malang

2.3 Analisis Pembebanan

Analisa struktur dilakukan dengan bantuan ETABS 19. Analisa dimulai dari pembebanan yang akan digunakan untuk perencanaan, yaitu :

- Beban mati dengan menggunakan peraturan SNI 1727-2020, pasal 3 halaman 21-24 dan lampiran C3 yang terdiri dari berat sendiri komponen struktur (*Selfweight*), beban tambahan pada pelat atap, pelat lantai, pelat parkir base, beban dinding bata dan beban kaca.
- Beban hidup dengan menggunakan peraturan SNI 1727-2020, pasal 4 halaman 25-38 dan lampiran C4 halaman 284-292. Beban hidup pada Gedung akan disesuaikan dengan fungsi ruangan seperti lobi, koridor, ruang kantor, parkir, toilet dan Gudang.
- Beban gempa dengan menggunakan peraturan SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung. Hasil Analisa struktur nantinya akan dikontrol terhadap analisis jumlah ragam, gaya geser dasar, pengaruh P-delta, simpangan dan kontrol sistem ganda. Jika semuanya telah memenuhi maka dilanjutkan dengan desain elemen struktur dan penulangan. Apabila

hasilnya tidak memenuhi maka diulang kembali ke perencanaan awal dimensi.

Menurut SNI 1726:2019 pembebanan gempa didasarkan terhadap kategori risiko bangunan, letak lokasi yang digunakan untuk menentukan respon spektrum, dan kelas situs tanah bangunan tersebut.

Respon spektrum desain ditentukan berdasarkan data berikut :

- 1) Parameter percepatan batuan dasar pada periode 0,2 detik dan 1 detik.
- 2) Parameter kelas situs (SA, SB, SC, SD, SE, dan SF).
- 3) Koefisien dan parameter - parameter respon spektrum percepatan gempa maksimum yang mempertimbangkan resiko.
- 4) Parameter respon spektrum pada percepatan periode pendek (SMS) dan periode 1 detik (SM1) sesuai klasifikasi situs.

$$SMS = Fa \cdot Ss \quad (1)$$

$$SM1 = Fv \cdot S1 \quad (2)$$

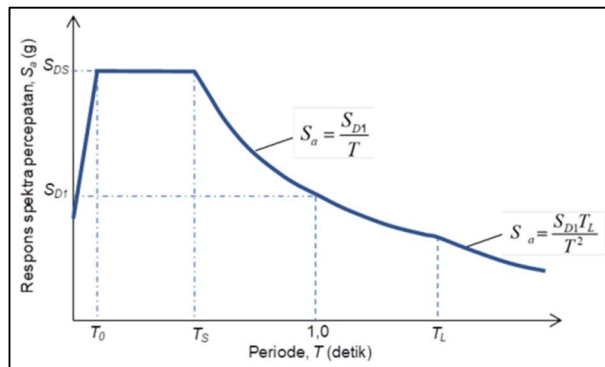
- 5) Parameter untuk percepatan respon spektrum periode pendek (SDS) dan periode 1 detik (SD1).
 $SDS = 2/3 \cdot SMS$
 $SD1 = 2/3 \cdot SM1$

- 6) Kurva respon spektrum desain :
 - Untuk $T \leq T_L$

$$Cs = \frac{SD1}{T(R/I_e)} \quad (3)$$

- Untuk $T > T_L$

$$Cs = \frac{SD1 \cdot T_L}{T^2(R/I_e)} \quad (4)$$



Gambar 4. Spektrum respon desain [11]

2.4 Perhitungan Gaya Geser Dasar (V)

Semakin meningkatnya gaya geser dasar maka menunjukkan semakin kaku suatu struktur bangunan [12]. Gaya ini menjadi acuan dalam merencanakan dan mengevaluasi kekuatan struktur gedung agar tahan terhadap gempa. Perhitungan gaya geser dasar harus sesuai SNI 1726:2019 Pasal 7.8.1 Sesuai rumus berikut:

$$V = Cs \cdot W \quad (5)$$

$$Cs = \frac{SDS}{(R/I_e)} \quad (6)$$

Nilai Cs tidak boleh kurang dari rumus berikut:

$$Cs = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01 \quad (7)$$

2.5 Analisis Jumlah Ragam

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.1 Dijelaskan bahwa analisis jumlah ragam dilakukan Untuk mengetahui mode getar alami struktur, analisis harus mencakup seluruh mode getar hingga mencapai 100% partisipasi massa total. Mode getar dengan periode di bawah 0,05 detik, termasuk mode (*single rigid body*) dengan periode 0,05 detik, juga harus diperhitungkan dalam analisis [11].

2.6 Simpangan Antar Tingkat (Δ)

Simpangan (*drift*) adalah sebagai perpindahan lateral relative antara dua tingkat bangunan yang berdekatan atau dapat dikatakan simpangan mendatar tiap tiap tingkat bangunan (*horizontal story to story deflection*) [13]. Menghitung simpangan yang terjadi dapat menggunakan rumus berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (8)$$

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa ditingkat teratas dan terbawah yang ditinjau [14]. Sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen dalam kategori desain seismik D, E, dan F, simpangan antar tingkat izin harus sesuai dengan persyaratan Simpangan antar tingkat (Δ_a) yang telah dihitung tidak boleh melebihi simpangan izin (Δ_a) (Tabel 1).

Tabel 1. Simpangan izin (Δ_a)

Struktur	Kategori resiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata 4 tingkat atau kurang dengan interior partisi, langit – langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat	$0,025h_{sx}^c$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur geser kantilever batu bata	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,020h_{sx}$

2.7 P-Delta

Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dan simpangan antar

tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) seperti ditentukan oleh persamaan berikut sama dengan atau kurang dari:

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} \quad (9)$$

Koefisien stabilitas (θ) tidak boleh melebihi $\theta_{\max}$ yang ditentukan sebagai berikut:

$$\theta_{\max} = \frac{0,5}{\beta C_d} \leq 0,25 \quad (10)$$

Dimana β adalah rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser untuk tingkat x dan $x - 1$.

2.8 Kapasitas sistem ganda

Dalam sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25 % gaya seismik desain. Tahanan gaya gempa total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser atau rangka bresing, dengan distribusi yang proporsional terhadap kekakuannya [15]. Gaya geser dasar diperoleh dengan menjumlahkan seluruh gaya horisntal pada bagian dasar struktur akibat beban gempa yang diberikan [16].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Dimensi Elemen Struktur

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh dimensi elemen struktur untuk pelat, balok, dinding geser dan kolom yang dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi elemen struktur

Elemen	Simbol	b (m)	h (m)
Pelat lantai	Slab 1	-	0,13
Balok Induk 1	B1	0,5	0,8
Balok Induk 2	B2	0,4	0,7
Balok Anak 1	BA1	0,25	0,4
Dinding Geser	SW	0,4	-
Kolom 1	K1	0,70	0,7
Kolom 2	K2	0,4	0,4

3.2 Pembebanan

Hasil untuk perhitungan pembebanan, yang meliputi beban mati, hidup, dan gempa sebagai berikut:

Tabel 3. Beban Hidup [17]

Keterangan	Beban (kN/m ²)
Atap	0,96
Lobi	4,79
Koridor lantai pertama	4,79
Koridor diatas lantai pertama	3,83
Mushola	1,92
Ruang Kantor	2,4
Toilet	1,92
Parkiran	1,92
Gudang	6,00
Ruang arsip	7,18

a. Beban mati dan beban hidup (Tabel 3)

- Beban mati tambahan pada pelat atap = 2,28 kN/m²
- Beban mati tambahan pada pelat lantai = 1,62 kN/m²
- Beban mati tambahan pada pelat parkir = 1,21 kN/m²
- Beban mati tambahan dinding bata = 1,2 kN/m²

b. Beban gempa

Beban gempa dihitung berdasarkan kategori risiko bangunan, lokasi, dan jenis tanah. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan parameter beban gempa, hasil perhitungan parameter tersebut tertera pada Tabel 4.

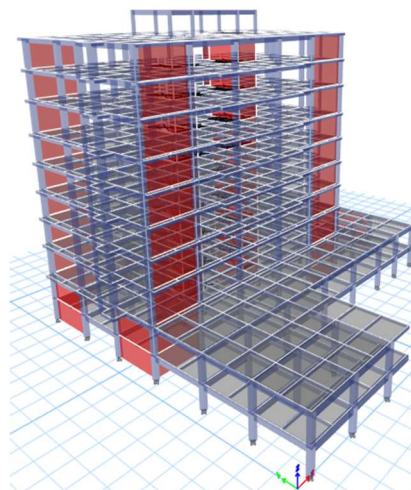
Tabel 4. Parameter pembebanan gempa

Keterangan	Data
Kategori resiko	II
Faktor keutamaan gempa	1
Kelas situs tanah	Tanah Keras (SC)
Ss	0,880 g
S1	0,410 g
TL	20 detik
Fa	1,2
Fv	1,5
SMs	1,05 g
SM1	0,615 g
SDS	0,704 g
SD1	0,410 g
KDS	D

Nilai-nilai tersebut kemudian digunakan untuk mendapatkan grafik Spektrum Respon Desain, lihat Gambar 5.



Gambar 5. Hasil spektrum respon desain



Gambar 6. Tampilan 3D struktur gedung

3.3 Pemodelan Struktur

Setelah menganalisis pembebanan, selanjutnya dilakukan permodelan struktur gedung menggunakan ETABS 19 dengan menginput setiap elemen sesuai dengan dimensi yang direncanakan, beban mati, beban hidup, dan beban gempa yang telah diperoleh. Tujuannya adalah untuk menganalisis perilaku struktur dari output yang didapatkan.

3.4 Perhitungan Gaya Gempa Lateral (F)

Perhitungan gaya gempa lateral untuk setiap lantai pada arah X dan Y seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Gaya lateral tiap lantai

Story	Cvx	Cvy	Vx kN	Vy kN	Fx kN	Fy kN
Dak	0,0148	0,0148	13829	11364	204,06	167,69
Atap	0,1486	0,1486	13829	11364	2054,8	1688,6
8	0,1660	0,1660	13829	11364	2295,4	1886,3
7	0,1494	0,1494	13829	11364	2065,4	1697,3
6	0,1300	0,1300	13829	11364	1797,6	1477,2
5	0,1051	0,1051	13829	11364	1453,6	1194,5
4	0,0892	0,0892	13829	11364	1233,8	1013,9
3	0,0703	0,0703	13829	11364	971,65	798,48
2	0,0540	0,0540	13829	11364	746,56	613,51
1	0,0541	0,0541	13829	11364	748,05	614,74
Base 1	0,0186	0,0186	13829	11364	257,84	211,89
Total					13829	11364

3.5 Gaya Geser Dasar Nominal (V)

Dengan menggunakan skala X dan Y sebesar $1401,42 \text{ mm/s}^2$ didapatkan nilai beban gempa dinamis untuk arah X (R_{spX}) sebesar 8794,46 kN dan arah Y (R_{spY}) sebesar 7257,17 kN. Kemudian setelah dibandingkan nilai gempa dinamis dengan nilai gempa statis ternyata nilai gempa dinamis lebih kecil. Hasil ini belum memenuhi ketentuan konfigurasi V dinamis $\geq$ V statis

Arah X = $8794,46 < 13829$ (Tidak Memenuhi)

Arah Y = $7257 < 11364$ (Tidak Memenuhi)

Dari hasil diatas syarat konfigurasi belum memenuhi maka dilakukan perubahan dari faktor skala lama menjadi faktor skala baru sebesar $2203,72 \text{ mm/s}^2$. Sehingga didapat beban gempa dinamis arah X adalah 13829,14 kN dan arah Y sebesar 11411,772 kN.

Arah X = $13829,14 \geq 13829,13$ (Memenuhi)

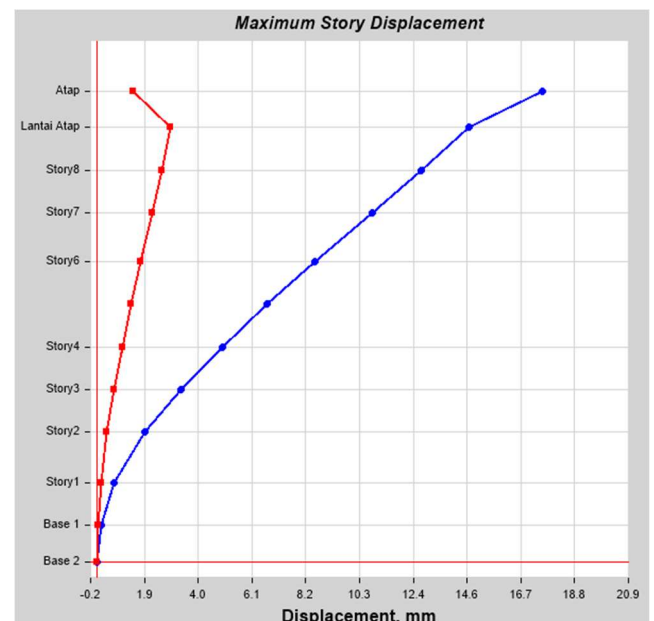
Arah Y = $11411,77 \geq 11364,53$ (Memenuhi)

3.6 Hasil Analisis jumlah ragam

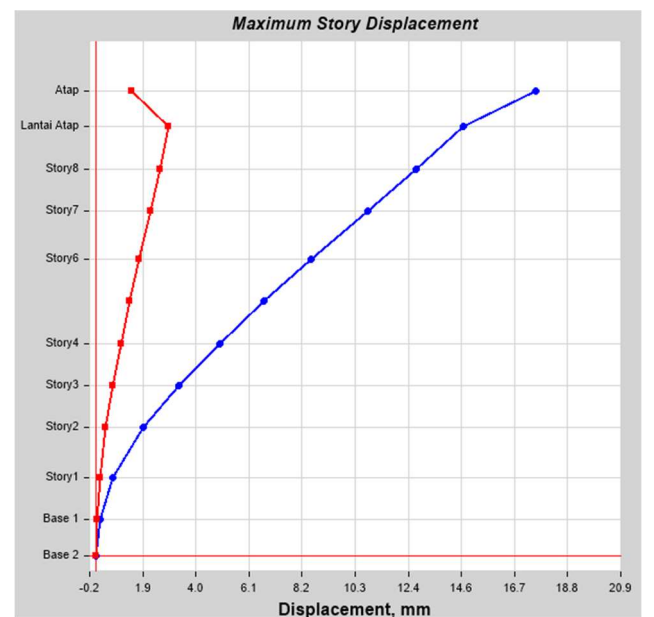
Nilai rasio partisipasi massa yang diperoleh dari 40 ragam getar yang diikutsertakan dalam analisis, mencapai 100% pada ragam getar ke-40 dan pada ragam ini periode yang ada telah dibawah 0,005 detik. Ragam pertama dan kedua di dominasi oleh gerak translasi. Waktu getar alami yang dimiliki struktur pada arah sumbu-X sebesar $T = 0,664$ detik pada ragam kedua dan pada arah sumbu-Y sebesar $T = 0,808$ detik pada ragam pertama.

3.7 Kontrol Simpangan

Simpangan antar lantai yang terjadi pada struktur telah menunjukkan bahwa seluruh simpangan yang terjadi masih dalam batas aman (Gambar 7 dan Gambar 8).



Gambar 7. Simpangan Arah X



Gambar 8. Simpangan arah Y

Simpangan antar lantai terbesar terjadi pada arah sumbu Y sebesar 27,71 mm, sementara simpangan yang diijinkan yaitu sebesar 55,38. Hal ini menunjukkan bahwa keseluruhan kinerja struktur gedung yang direncanakan sudah cukup baik

3.8 Kontrol $P - \Delta$

Perhitungan keperluan P -delta untuk mengetahui kestabilan struktur jika θ lebih besar dari θ_{maks} struktur berpotensi tidak stabil dan harus didesain ulang (Tabel 6).

Tabel 6. P-Delta

Story	Px Kn	Hsx mm	Δi mm	Vx kN	θi	θMaks
Dak	1093,4	46400	27,313	410,71	0,0002	0,10
Atap	10917	42800	16,330	2865,0	0,0002	0,10
8	27027	38600	16,071	5483,5	0,0003	0,10
7	43182	34400	18,590	7549,8	0,0005	0,10
6	60105	29600	16,003	9140,0	0,0006	0,10
5	76236	25400	15,367	10381	0,0008	0,10
4	92401	21200	14,146	11443	0,0009	0,10
3	108566	17000	12,364	12297	0,0011	0,10
2	124685	12800	17,496	12945	0,0023	0,10
1	152278	7800	5,847	13585	0,0015	0,10
Base 1	181709	3600	2,378	13829	0,0015	0,10

Dari Tabel 6 diketahui bahwa nilai koefisien stabilitas (θ) telah memenuhi, hal ini dilihat dari nilai θ yang lebih kecil dari nilai θ_{maks} yang bernilai 0,1.

3.9 Kapasitas Sistem Ganda

Berdasarkan hasil analisis dimana didapatkan rata-rata kapasitas untuk rangka sebesar 5326,52 kN (42,56%) dan untuk dinding geser sebesar 7480,30 kN (57,44%). Dapat dilihat bahwa untuk semua kombinasi pembebanan yang mengandung beban gempa, persentase dari sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) nilainya lebih besar dari 25% sehingga telah memenuhi aturan penggunaan system ganda.

4. Kesimpulan

- 1) Dengan adanya dinding geser dimensi yang digunakan pada kolom yaitu 0.4 x 0.4 dan 0.7 x 0.7, dimensi balok 0.5x0.8, 0.4x0.7 dan 0.25x0.4, tebal plat lantai 13 mm dan tebal dinding geser 40 mm.
- 2) Jumlah ragam yang digunakan dalam analisis ragam getar sudah mencapai persyaratan partisipasi massa ragam terkombinasi minimal 90%, dengan periode dibawah 0,005% pada ragam ke-40.
- 3) Kontrol simpangan dan P-delta telah memenuhi batasan yang ada, dimana simpangan antar lantai terbesar terjadi pada arah sumbu Y sebesar 27,71 mm, tidak melebihi simpangan yang diijinkan yaitu sebesar 55,38. Sementara untuk nilai P-delta tiap lantai berada dibawah nilai stabilitas maksimal.
- 4) Perletakkan dinding geser telah memenuhi persyaratan sistem ganda, dimana rasio sistem rangka pemikul momen khusus sebesar 42,56% telah melebihi 25%.
- 5) Dengan adanya penambahan dinding geser kontrol perilaku stuktur pada gedung Kanwil BRI Malang tetap memenuhi.

Daftar Pustaka

- [1] P. Astuti, "Pengaruh Penambahan Dinding Geser (Shear Wall) pada Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung", *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, vol. 18, no. 2, p. 140, 2015.
- [2] R.S. Windah, "Penggunaan Dinding Geser Sebagai Elemen Penahan Gempa Pada Bangunan Bertingkat

10 Lantai", *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, vol. 1, no. 2, p. 151, 2021.

- [3] R. Nursani and D.E. Noor, "Analisis Pengaruh Penambahan Dinding Geser terhadap Perilaku Struktur Gedung Sistem Ganda", *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 08, no. 02, p. 1, 2023.
- [4] R. Ttimurtiningrum, Andaryati, G. Sarya, G.R.R F. Febrianno, and E.N. Fitriyati, "Studi Perbandingan Perilaku Gedung Beton Bertulang Menggunakan Sistem Ganda dengan Dinding Geser dan Bresing Terhadap Beban Gempa", *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Kosntruksi*, vol. 9, no. 3, p. 133, 2021.
- [5] R. Widianingsih, Suhendra, and W. Dony, "Pengaruh Penempatan Dinding Geser pada Pembangunan Gedung Laboratorium Bertingkat 5", *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 5, no. 1, p. 34, 2023.
- [6] A.D.S. Purwantoro, M.N. Fajar, H. Arifin, M. Aris, and A. Ja'far, "Studi Perbandingan Pengaruh Letak Dinding Geser Pada Bangunan Bertingkat Akibat Beban Gempa", *Jurnal Konstruksia*, vol. 15, no. 1, p. 35, 2023.
- [7] M.E.I. Diansyah and U. Khatulistiani, "Perencanaan Struktur Gedung Hotel Royal Isnin 10 Lantai Menggunakan Metode Sistem Ganda Di Kota Surabaya", *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, vol. 7, no. 2, p. 137, 2019.
- [8] Soelarso, Baehaki, and A. Mursyidan, "Analisis Struktur Gedung Bertingkat di Lima Wilayah di Indonesia Terhadap Beban Gempa Dan Beban Angin Berdasarkan Sni 1726-2012 dan SNI 1727-2013," *Jurnal Fondasi*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2017.
- [9] A.W. Zebua, "Analisis Gaya Gempa Bangunan Rumah Tinggal Di Wilayah Gempa Tinggi", *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, vol. 4, no. 1, p. 62, 2018.
- [10] L. Fauziah, M.D.J. Sumajouw, S.O. Dapas, and R.S. Windah, "Pengaruh Penempatan Dan Posisi Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa", *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 7, p. 466, 2013.
- [11] Badan Standardisasi Nasional, *SNI-1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2019.
- [12] K. Umam, D. Rochmanto, Y.A. Saputro, and S. Fauziah, "Analisa Gaya Geser Dasar Dan Gaya Dalam Pada Kolom Terhadap Penambahan Dinding Geser", *Portal Jurnal Teknik Sipil*, vol. 12, no. 2, p. 85, 2020.
- [13] Muliadi, M. Afifuddin, and T.B. Aulia, "Analisis Simpangan Antar Lantai Pada Bangunan Menggunakan Base Isolator Di Wilayah Gempa", vol. 3, no. 4, p. 25, 2017.
- [14] N.L. Novitasari, N.K.A. Agustini, and P.I. Wahyuni, "Analisis Sistem Struktur Ganda Pada Gedung Kantor Dan Gudang Sunia Negara", *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 5, no. 2, p. 40, 2024.

- [15] N.A. Usmat, I. Imran, and M.A. Sultan, "Analisa Letak Dinding Geser (Shear Wall) Terhadap Perilaku Struktur Gedung Akibat Beban Gempa", *Techno: Jurnal Penelitian*, vol. 08, no. 02, p. 46, 2019.
- [16] D. Fazrian, Z. Djauhari, and Ridwan, "Keruntuhan Progresif Gedung Beraturan Sistem Ganda," *Jurnal teknik Sipil*, vol. 14, no. 3, p. 161, 2017.
- [17] Badan Standardisasi Nasional, *SNI-1727-2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2020

This page is intentionally left blank