

Pengaruh Menghilangkan Dinding Geser Terhadap Perilaku Struktur Gedung 11 Lantai dengan Denah L-Shaped

R.A.N. Dhanarsari^{a*}, S. Indra^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: rahadatulaissynd@gmail.com

Received: 23 Dec 2024; revised: 27 May 2025; accepted: 4 Jun 2025

Abstract: Malang Regency is an area prone to tectonic earthquakes, so the planning of multi-story buildings, especially those with an asymmetric L-shaped plan, needs to consider the optimization of earthquake-resistant structures. Shear walls are commonly used to increase structural stiffness, but they can introduce complexities in planning and construction. This study aims to evaluate the effect of removing shear walls on the structural behavior of the Samaview Residence Building, an 11-story building with an L-shaped plan in Malang Regency. Structural analysis was carried out with the help of the ETABS 18 program using building technical data, material data, and building design drawings obtained from the implementer and literature studies. The analysis includes determining the dimensions of structural elements based on SNI 2847:2019, calculating gravity and earthquake loads according to SNI 1727:2020 and SNI 1726:2019, as well as evaluating inter-story drift, structural irregularities, and P-Delta effects. The analysis results show that the removal of the shear wall still results in structural element dimensions that meet the requirements of SNI 2847:2019. Structural drift and P-Delta effects also meet the requirements of SNI 1726:2019, although there are inside corner irregularities that need to be considered in the design. It can be concluded that removing the shear walls in the Samaview Residence Building does not affect the ability of the structure to withstand gravity and earthquake loads. However, special attention needs to be paid to the inner corner irregularities, drift, and P-Delta effects to ensure the effectiveness of the earthquake-resistant structural system.

Keywords: *L-shaped plan, structural irregularities, drift, P-delta effect*

Abstrak: Kabupaten Malang merupakan wilayah rawan gempa bumi tektonik sehingga perencanaan gedung bertingkat, terutama dengan denah tidak simetris seperti L-shaped, perlu mempertimbangkan optimalisasi struktur tahan gempa. Dinding geser umumnya digunakan untuk meningkatkan kekakuan struktur, tetapi dapat menimbulkan kompleksitas dalam perencanaan dan konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penghilangan dinding geser terhadap perilaku struktur Gedung Samaview Residence, sebuah gedung 11 lantai dengan denah L-shaped di Kabupaten Malang. Analisis struktur dilakukan dengan bantuan program ETABS 18 menggunakan data teknis bangunan, data material, dan gambar desain gedung yang diperoleh dari pihak pelaksana dan studi literatur. Analisis meliputi penentuan dimensi elemen struktur berdasarkan SNI 2847:2019, perhitungan pembebanan gravitasi dan gempa sesuai SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019, serta evaluasi simpangan antar lantai, ketidakberaturan struktur, dan efek P-Delta. Hasil analisis menunjukkan bahwa penghilangan dinding geser tetap menghasilkan dimensi elemen struktur yang memenuhi persyaratan SNI 2847:2019. Simpangan struktur dan efek P-Delta juga memenuhi persyaratan SNI 1726:2019, meskipun terdapat ketidakberaturan sudut dalam yang perlu dipertimbangkan dalam desain. Dapat disimpulkan bahwa penghilangan dinding geser pada Gedung Samaview Residence tidak mempengaruhi kemampuan struktur dalam menahan beban gravitasi dan gempa. Namun, perhatian khusus perlu diberikan pada ketidakberaturan sudut dalam, simpangan dan efek P-Delta untuk memastikan efektivitas sistem struktur tahan gempa.

Kata kunci: *denah L-shape, ketidakberaturan stuktur, simpangan, efek P-delta*

1. Pendahuluan

Kota Malang yang berada di selatan Jawa Timur merupakan daerah yang berada di zona tumbukan antara lempeng Indo-Australia yang terus bergerak ke utara dengan lempeng Eurasia yang relatif statis [1], hal ini menyebabkan kabupaten malang rawan terhadap gempa bumi tektonik [2]. Gempa tektonik sendiri terjadi akibat pergerakan lempeng bumi yang memicu gelombang seismik ke permukaan [3].

Sejarah mencatat beberapa gempa bumi besar yang pernah mengguncang bagian selatan Jawa Timur, seperti gempa bumi tahun 1994 dengan magnitudo 7.8 yang menyebabkan kerusakan parah dan korban jiwa [4]. Data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), juga menyebutkan bahwa Kabupaten Malang mengalami rata-rata 204 kali gempa bumi dengan magnitudo dibawah

5 Skala Richter dalam delapan bulan ini [5]. Karena itulah, perencanaan gedung bertingkat harus dioptimalkan untuk menjamin ketahanan struktur terhadap beban gempa [6].

Hal ini dapat dilakukan dengan pendekatan struktur yang tepat dalam perencanaan bangunan, pendekatan ini bertujuan untuk meminimalkan resiko kerusakan akibat gempa, dengan merancang struktur yang mampu menahan beban gempa, kerusakan signifikan pada bangunan dapat dihindari [7]. Perancangan bangunan tahan gempa harus sesuai dengan pedoman yang berlaku [8], pemerintah Indonesia sendiri telah menetapkan pedoman perencanaan ketahanan gempa bagi struktur bangunan melalui Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726-2019, yang berlaku secara nasional [9].

Salah satu solusi untuk mengatasi beban gempa berlebihan pada bangunan tingkat tinggi adalah dengan meningkatkan kekakuan struktur, misalnya melalui penggunaan dinding geser [10]. Dinding geser adalah struktur yang dirancang untuk meningkatkan kekakuan pada bangunan [11]. Karena kekakuannya melebihi rangka biasa, dinding geser mampu menahan beban gempa yang lebih besar sekaligus membatasi pergerakan berlebihan antar lantai [12]. Meskipun efektif dalam meningkatkan kekakuan dan menahan gaya lateral, dalam perencanaannya konstruksi dinding geser memiliki banyak kerumitan dan sangat kompleks [13]. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh penghilangan dinding geser terhadap perilaku struktur gedung, terutama pada gedung dengan bentuk denah yang kompleks.

Penelitian ini mengambil studi kasus pada Gedung Samaview Residence, sebuah gedung 11 lantai dengan denah *L-shaped* yang terletak di Kabupaten Malang. Gedung ini dipilih sebagai objek penelitian karena memunculkan tantangan tersendiri dalam analisis struktur, khususnya dalam mengevaluasi pengaruh penghilangan dinding geser terhadap kemampuan gedung menahan gaya lateral.

Tantangan ini muncul karena bentuk denah *L-shaped* yang tidak simetris memiliki pusat kekakuan dan pusat massa yang tidak sejajar, hal ini mengakibatkan eksentrisitas yang memicu rotasi akibat torsi pada struktur bangunan [14]. Untuk itu keberadaan dinding geser pada gedung ini menjadi perhatian khusus dalam kaitannya dengan efektivitas sistem struktur tahan gempa.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perilaku struktur gedung bertingkat tinggi berbentuk *L-shape* tanpa dinding geser dengan menggunakan perangkat lunak ETABS 18. Selain mengevaluasi pengaruh penghilangan dinding geser terhadap Gedung Samaview Residence, penelitian ini juga akan menyelidiki potensi penggunaan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) sebagai alternatif lain untuk meningkatkan kinerja struktur dan memenuhi persyaratan pembebanan gempa.

Untuk mencapai tujuan tersebut, analisis akan dilakukan dengan membandingkan hasil analisis struktur dengan ketentuan yang berlaku, meliputi penentuan dimensi elemen struktur, perhitungan pembebanan struktur, perhitungan pembebanan gempa dengan metode statis ekuivalen dan dinamis, serta evaluasi perilaku struktur setelah dinding geser dihilangkan. Hal ini penting untuk memastikan keamanan dan ketahanan gedung dalam menahan berbagai gaya dan beban [15].

Sebenarnya penelitian mengenai pengaruh penghilangan dinding geser pada struktur gedung tinggi telah banyak dilakukan, namun umumnya terbatas pada analisis simpangan lateral [16]. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis yang lebih komprehensif terhadap berbagai aspek perilaku struktur seperti analisis jumlah ragam, ketidakberaturan struktur dan analisis P-Delta. Hasil penelitian akan menunjukkan apakah struktur gedung bertingkat berbentuk *L-shape* tetap dapat berfungsi dengan baik meskipun dinding geser dihilangkan, meskipun dengan catatan gedung tersebut harus dirancang dengan tepat menggunakan SRPMK. Dengan demikian, penelitian ini

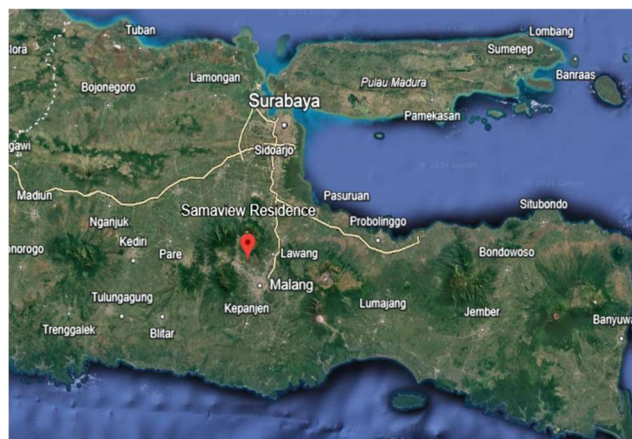
memberikan kontribusi baru dalam pemahaman mengenai perilaku struktur gedung bertingkat tanpa dinding geser.

Hasilnya diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang efisien dan mudah diterapkan, sehingga memudahkan perencanaan di masa depan yang menggunakan gedung dengan denah *L-shaped* di wilayah rawan gempa.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

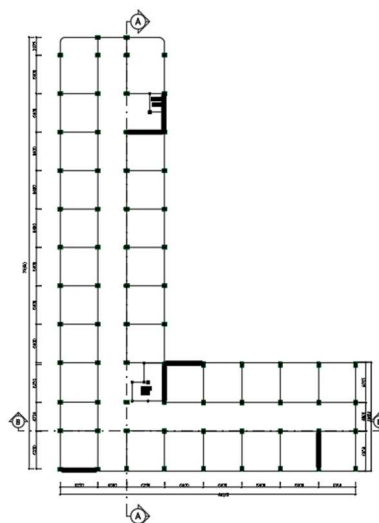
Penelitian akan dilakukan pada gedung Samaview Residence yang berada di Jalan Wonokoyo No.45-47, Leban, Desa Tawangargo, Kec. Karang Ploso, Kabupaten Malang. Gedung ini difungsikan sebagai hunian 11 lantai.



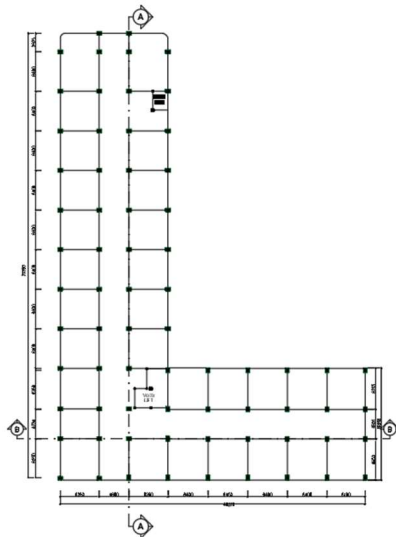
Gambar 1. Lokasi penelitian

2.2 Data Teknis dan Data Material

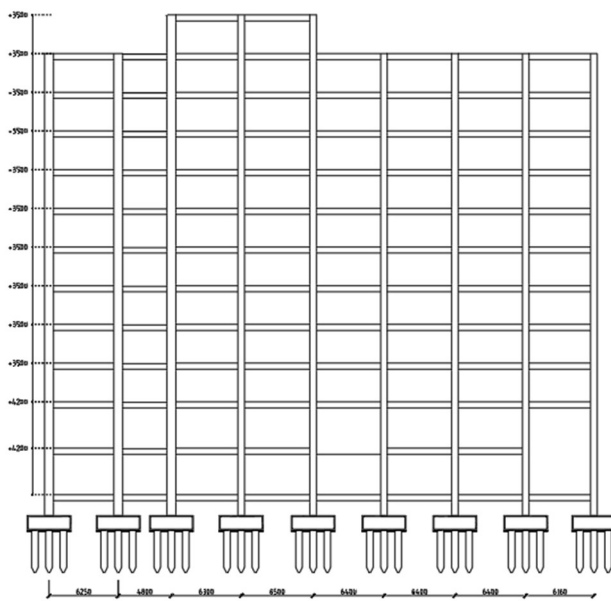
Dari data teknis bangunan didapatkan bahwa Gedung Samaview Residence merupakan gedung yang berfungsi sebagai apartement dan memiliki 11 lantai dengan tinggi bangunan setinggi 40 meter, lebar bangunan 49,21 meter dan panjang bangunan 71,85 meter. Struktur gedung dirancang menggunakan beton bertulang dengan data teknis seperti pada Tabel 1, Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.



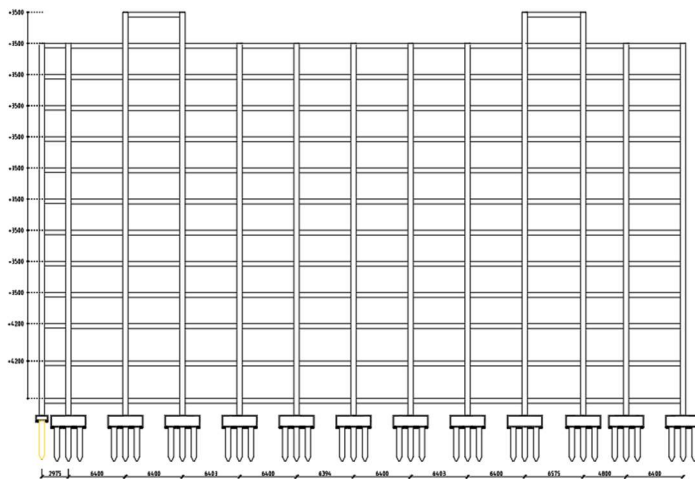
Gambar 2. Denah eksisting Apartement Samaview Residence



Gambar 3. Denah tanpa dinding geser Apartement Samview Residence



Gambar 4. Portal melintang Apartement Samview Residence



Gambar 5. Portal memanjang Apartement Samview Residence

Tabel 1. Data material bangunan

Mutu Material		Nilai	Satuan
Mutu beton		30	Mpa
Mutu baja ulir BJTS - 42	Fy	420	Mpa
	Fu	525	Mpa
Mutu baja polos BJTP - 28	Fy	280	Mpa
	Fu	350	Mpa

2.3 Preliminary Desain

Perencanaan awal dimensi struktur (*preliminary design*) merupakan tahap awal dalam menentukan dimensi elemen struktur seperti pelat lantai, sloof, balok, dan kolom. Perencanaan ini harus memenuhi ketentuan SNI 2847:2019. Perencanaan dimensi pelat lantai mengacu pada Tabel 2 dan perencanaan dimensi balok dan sloof mengacu pada Tabel 3, sedangkan untuk ketentuan dimensi kolom harus sesuai dengan SNI 2847:2019 Pasal 18.7.2.1.

Tabel 2. Ketebalan minimum plat lantai 2 arah

Fy MPa	Tanpa Drop Panel		Dengan Drop Panel	
	Panel Eksterior		Panel Interior	Panel Interior
	Tanpa Balok Tepi	Dengan Balok Tepi	Tanpa Balok Tepi	Dgn Balok Tepi
280	$\ell_n/33$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$	$\ell_n/40$
420	$\ell_n/30$	$\ell_n/33$	$\ell_n/33$	$\ell_n/36$
520	$\ell_n/28$	$\ell_n/31$	$\ell_n/31$	$\ell_n/34$

Tabel 3. Tinggi minimum balok non pategang

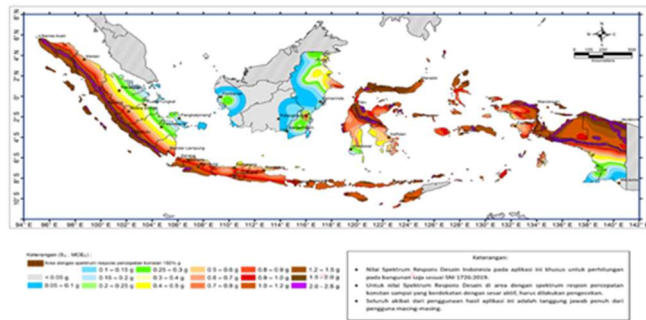
Kondisi Perletakan	Minimum (h)
Perletakan sederhana	$\ell_n/16$
Menerus satu sisi	$\ell_n/18,5$
Menerus dua sisi	$\ell_n/21$
Kantilever	$\ell_n/8$

2.4 Analisis Pembebanan

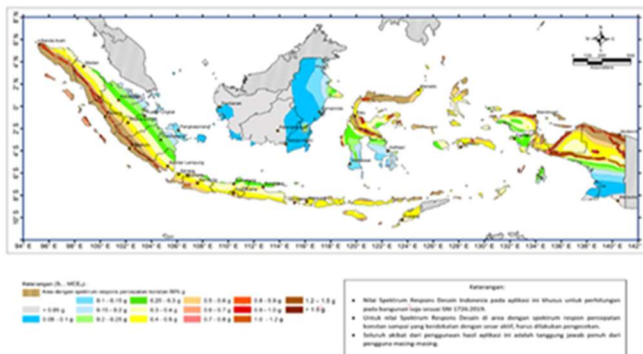
Analisis pembebanan yang digunakan meliputi beban gravitasi dan beban gempa. Beban gravitasi terdiri dari beban mati yang diambil dari tabel C3.1-1 SNI 1727:2020 dan beban hidup yang diambil dari Tabel 4 SNI 1727:2020. Analisis beban gempa dilakukan dengan metode statik ekuivalen sesuai SNI 1726:2020 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.

Menurut SNI 1726:2019 tersebut pembebanan gempa didasarkan risiko bangunan, lokasi bangunan yang nantinya akan dihubungkan dengan peta percepatan respons spektrum Gambar 6 dan Gambar 7, dan kelas situs tanah bangunan tersebut Tabel 4. Lokasi bangunan dengan kategori Risiko II dengan kriteria pemanfaatan semua gedung dan stuktur lain kecuali yang termasuk kategori risiko I,III,IV, tapi tidak dibatasi untuk perumahan, rumah toko dan rumah kantor, pasar, gedung perkantoran, gedung

apartemen/rumah susun, pusat pembelanjaan/mall, bangunan industri, fasilitas manufaktur dan pabrik.



Gambar 6. Peta percepatan *spectrum respons 0,2 Detik*



Gambar 7. Peta percepatan *spectrum respons 1 detik*

Tabel 4. Klasifikasi kelas situs tanah

Kelas Situs	$\bar{V}_s$ (m/det)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{eh}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	$750 - 1500$	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	$350 - 750$	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	$175 - 350$	$15 - 50$	$500 - 100$
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50

Setelah menghitung parameter beban gempa, dapat dilanjutkan pemodelan stuktur menggunakan ETABS 18 untuk mendapatkan output yang dibutuhkan dalam perhitungan perilaku stuktur bangunan.

2.5 Perhitungan Gaya Geser Dasar (V)

Gaya geser dasar adalah representasi sederhana dari efek gempa bumi yang mengenai dasar bangunan. Gaya ini menjadi acuan dalam merencanakan dan mengevaluasi kekuatan stuktur gedung agar tahan terhadap gempa [17]. Perhitungan gaya geser dasar harus sesuai SNI 1726:2019 Pasal 7.8.1 Sesuai rumus berikut:

$$V = C_s * W \quad (1)$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{(R/I_e)} \quad (2)$$

Untuk nilai C_s yang didapat tidak boleh lebih dari rumus berikut:

$$1) \text{ Untuk } T \leq T_L$$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T(R/I_e)} \quad (3)$$

$$2) \text{ Untuk } T > T_L$$

$$C_s = \frac{S_{D1} T_L}{T^2(R/I_e)} \quad (4)$$

Nilai C_s juga tidak boleh kurang dari rumus berikut:

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01 \quad (5)$$

2.6 Perhitungan Gaya Gempa Lateral (F)

Perhitungan gaya gempa lateral didasarkan pada nilai C_{vx} dan nilai gaya geser dasar. Perhitungan ini dilakukan pada dua arah, yaitu arah X dan arah Y. Hasil perhitungan gaya gempa lateral menggunakan rumus SNI 1726:2019 Pasal 19 akan dibandingkan dengan output gaya lateral dari program ETABS 18. Jika hasilnya sama, maka perhitungan selanjutnya dapat dilanjutkan. Berikut rumus gaya gempa lateral menurut SNI 1726:2019:

$$F = C_{vx} \cdot V \quad (6)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (7)$$

2.7 Analisis Jumlah Ragam

Analisis jumlah ragam dilakukan Untuk mengetahui mode getar alami stuktur, 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. Ketentuan ini tercantum dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1.

2.8 Simpangan Antar Tingkat (Δ)

Simpangan antar lantai dihitung dengan mencari selisih defleksi di pusat massa lantai atas dan lantai bawah yang sedang ditinjau [18]. Defleksi dari pusat massa lantai harus di tentukan berdasarkan rumus berikut:

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

Tabel 5. Simpangan izin (Δ_a)

Stuktur	Kategori resiko		
	I atau II	III	IV
Stuktur, selain dari stuktur dinding geser batu bata 4 tingkat atau kurang	$0,025 h_{sx}^c$	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$
Stuktur geser kantilever batu bata	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$
Stuktur dinding geser bata lainnya	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$
Semua stuktur lainnya	$0,020 h_{sx}$	$0,020 h_{sx}$	$0,020 h_{sx}$

Simpangan antar tingkat (Δ_a) yang telah dihitung tidak boleh melebihi simpangan izin (Δ_a) yang ditentukan berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.12.1. Batasan simpangan izin dapat dilihat pada Tabel 5.

2.9 Ketidakberaturan Struktur

SNI 1726-2020 menjadi acuan dalam menentukan ketidakberaturan suatu bangunan. Secara umum, terdapat dua jenis ketidakberaturan struktur, yaitu ketidakberaturan horizontal dan vertikal [19].

SNI 1726:2019 Pasal 7.3.2.1 mengklasifikasikan struktur dengan satu atau lebih tipe ketidakberaturan horizontal dan ketidakberaturan vertikal seperti yang tercantum dalam tabel sesuai pasal terkait. Struktur dengan kategori desain seismik harus memenuhi persyaratan khusus yang ada di pasal-pasal tersebut.

2.10 P-Delta

Kolom pada umumnya menahan dua jenis beban yaitu beban vertikal dari berat bangunan dan berat horizontal dari beban gempa. Beban horizontal ini dapat menyebabkan pergeseran kolom atau simpangan, akibatnya muncul gaya tambahan yang disebut beban P- delta karena seolah olah beban vertikal bekerja dengan jarak tertentu dari titik pusat kolom [19].

Pengaruh gaya tambahan ini dapat diabaikan jika nilai koefisien stabilitas (θ) kurang dari atau sama dengan 0,10 dengan rumus koefisien stabilitas sebagai berikut:

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

Nilai koefisien stabilitas (θ) juga tidak boleh melebihi nilai koefisien stabilitas maksimum (θ_{max}) sesuai persamaan berikut:

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

Jika nilai koefisien stabilitas (θ) berada di antara 0,10 dan θ_{max} , efek P-delta harus dihitung menggunakan analisis rasional. Sebagai alternatif, gaya dan perpindahan pada struktur dapat dikalikan dengan faktor $\frac{1,0}{(1-\theta)}$. Namun, jika nilai θ melebihi θ_{max} , struktur tersebut perlu didesain ulang karena berpotensi tidak stabil.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Dimensi Elemen Struktur

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dan memenuhi persyaratan SNI 2847:2019, maka diperoleh dimensi elemen struktur yang dicantumkan pada Tabel 6.

3.2 Pembebanan

Setelah dimensi elemen struktur diperoleh, dilakukan perhitungan pembebanan, meliputi beban mati, hidup, dan gempa. Perhitungan beban mati dan hidup telah disebutkan akan mengacu pada SNI 1727:2020

Untuk beban gempa dihitung berdasarkan kategori risiko bangunan, lokasi, dan jenis tanah. Setelah 3 hal tersebut ditentukan maka dilanjutkan perhitungan parameter beban gempa, hasil perhitungan parameter tersebut tertera pada Tabel 7.

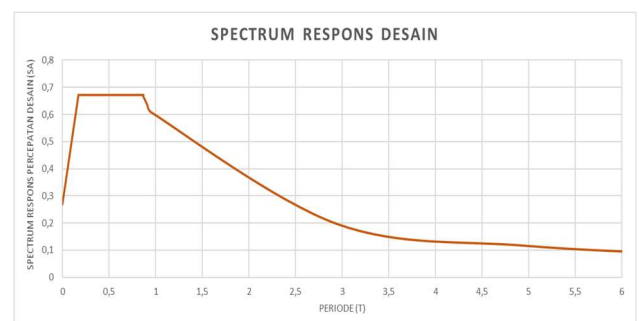
Tabel 7. Rekap dimensi elemen struktur

Elemen	Simbol	b (m)	h (m)
Pelat lantai 1 (Lantai 2 - 11)	Slab 1	-	0,15
Pelat lantai 2 (Lantai 1)	Slab 2	-	0,2
Pelat lantai 3 (Lantai Atap)	Slab 3	-	0,15
Balok Induk 1	B1	0,40	0,60
Balok Induk 2	B2	0,35	0,55
Balok Anak 1	BA1	0,30	0,50
Balok Anak 2	BA2	0,30	0,45
Balok Anak 3	BA3	0,25	0,40
Tei Beam 1	TB 1	0,45	0,90
Tei Beam 2	TB 2	0,35	0,80
Tei Beam 3	TB 3	0,30	0,40
Kolom 1	K1	0,70	1,00
Kolom 2	K2	0,65	0,65
Kolom 3	K3	0,30	0,30

Tabel 8. Rekap parameter pembebanan gempa

Keterangan	Data
Kategori resiko	II
Faktor keutamaan gempa	1
Kelas situs tanah	Tanah Keras (SC)
Ss	0,875 g
S1	0,475 g
TL	20 detik
Fa	1,2
Fv	1,5
SMs	1,05 g
SM1	0,7125 g
SDS	0,7 g
SD1	0,475 g
KDS	D

Nilai-nilai tersebut kemudian digunakan untuk mendapatkan grafik Spektrum Respon Desain, lihat Gambar 8.

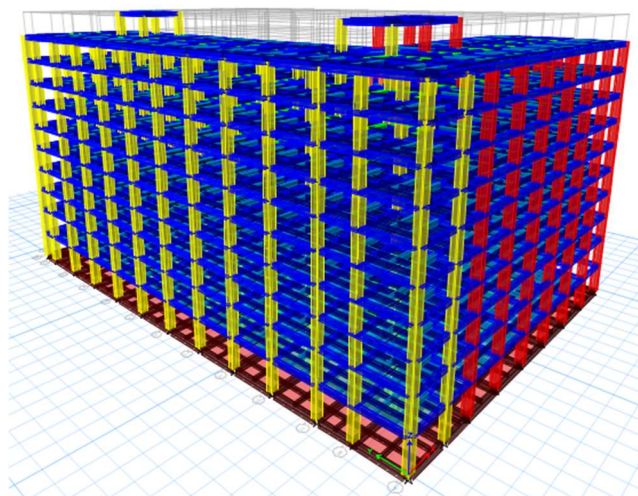


Gambar 8. Percepatan *spectrum raspons* 1 detik

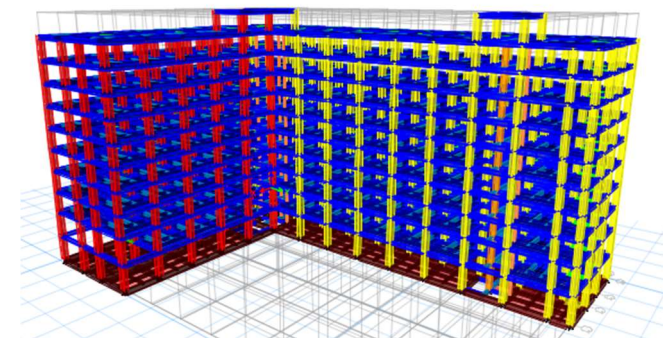
3.3 Pemodelan Struktur

Selanjutnya, struktur gedung dimodelkan menggunakan ETABS 18 dengan menginput beban mati, hidup, dan gempa yang telah diperoleh (Gambar 9 dan Gambar 10).

Tujuannya adalah untuk menganalisis perilaku struktur dari output yang didapatkan.



Gambar 9. Tampak samping kiri pemodelan gedung pada ETABS 18



Gambar 10. Tampak samping kanan pemodelan gedung pada ETABS 18

3.4 Hasil Gaya Geser Dasar (V)

Perhitungan gaya geser dasar dilakukan setelah memperoleh berat bangunan dari pemodelan ETABS 18. Tahap selanjutnya adalah menghitung nilai C_s yang diawali dengan menentukan nilai periode fundamental (T_a). Perhitungan selengkapnya sebagai berikut:

- 1) Menghitung periode fundamental (T_a)
Menurut SNI 1726:2019 Tabel 18 untuk struktur menggunakan Rangka beton pemikul momen nilai C_t adalah 0,0466 dan nilai x adalah 0,9, sehingga jika bangunan memiliki tinggi 40 meter maka nilai T_a adalah 1,286 detik
- 2) Menghitung periode maksimum (T_{max})
Menurut SNI 1726:2019 Tabel 17 jika nilai $SD1 \geq 0,4$ maka nilai koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung (C_u) adalah 1,4, maka nilai T_{max} arah X dan Y adalah 1,8
- 3) Kontrol Periode
Menurut SNI 1726:2019 Pasal 7.8.2 nilai periode harus sesuai dengan batasan-batasan berikut ini :
 - Jika $T_c > T_{max}$ Maka $T = T_{max}$
 - Jika $T_a < T_c < T_{max}$ Maka $T = T_c$
 - Jika $T_c < T_a$ Maka $T = T_a$

Didapatkan nilai T_c terbesar dari ETABS 18 adalah 1,43 dalam arah X dan 1,34 dalam arah Y, maka: $T_a = 1,1,286 < T_c = 1,44 > T_{max} = 1,8$, maka digunakan $T_x = 1,44$ detik, $T_a = 1,1,286 < T_c = 1,34 > T_{max} = 1,8$, maka digunakan $T_y = 1,33$ detik

- 4) Menghitung gaya geser dasar seismik (V)

Perhitungan gaya geser dasar tertera pada Tabel 8

Tabel 8. Nilai gaya geser dasar (V)

Arah	C_s	C_s max	C_s min	Dipakai	V
X	0,0444	0,0416	0,0308	0,041	8498
Y	0,0444	0,0443	0,0308	0,044	9115

Dipakai nilai C_s max karena lebih besar dari nilai C_s

3.5 Perhitungan Gaya Gempa Lateral (F)

Perhitungan gaya gempa lateral setiap lantai pada arah X dan Y dirangkum pada Tabel 9.

Tabel 9. Tabel gaya lateral per lantai

Story	C_{vx}	C_{vy}	V_x kN	V_y kN	F_x kN	F_y kN
Rumah Lift	0,0185	0,0181	8539,3	9081,1	157,6	164,0
12	0,1911	0,1878	8539,3	9081,1	1631,6	1705,2
11	0,1834	0,1811	8539,3	9081,1	1565,9	1644,6
10	0,1556	0,1545	8539,3	9081,1	1328,5	1403,0
9	0,1293	0,1292	8539,3	9081,1	1103,9	1173,0
8	0,1046	0,1052	8539,3	9081,1	893,0	955,6
7	0,0816	0,0828	8539,3	9081,1	696,9	752,0
6	0,0605	0,0620	8539,3	9081,1	517,0	563,5
5	0,0416	0,0432	8539,3	9081,1	355,2	392,0
3	0,0246	0,0259	8539,3	9081,1	209,9	235,6
2	0,0093	0,0102	8539,3	9081,1	79,5	92,2
1	0,00004	0,0001	8539,3	9081,1	0,3	0,5
Total					8381,7	8917,1

Setelah dilakukan perhitungan manual dan verifikasi menggunakan program bantu, diperoleh nilai gaya lateral per lantai sama, maka analisis selanjutnya dapat dilanjutkan.

3.6 Hasil Analisis jumlah ragam

SNI 1726:2012 pasal 7.9.1 menyatakan Analisis harus mencakup jumlah ragam yang cukup sehingga partisipasi massa ragam terkombinasi mencapai minimal 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal (Tabel 10). Dilihat dari Tabel 10 disimpulkan bahwa partisipasi massa dipenuhi sampai pada Mode 50 dan sudah mampu memenuhi syarat partisi massa sesuai SNI 1726 : 2012 pasal 7.9.1.

3.7 Gaya Geser Dasar Nominal (V)

Melanjutkan perhitungan gaya geser dasar, gaya geser dasar nominal dihitung dengan membandingkan nilai gaya geser dasar dengan nilai output Base Shear dari ETABS 18. Mengecek konfigurasi V dinamik $\geq V$ statis: arah X = V 6203 $\geq$ 8382 (tidak memenuhi) dan arah Y = V 7085 $\geq$ 8917 (tidak memenuhi) seperti pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Rasio partisipasi modal massa

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ
Modal	1	1,433	0,638	0,003	0,000
Modal	2	1,335	0,015	0,720	0,000
Modal	3	1,274	0,104	0,035	0,000
Modal	4	0,440	0,068	0,000	0,000
Modal	5	0,415	0,000	0,081	0,000
Modal	46	0,037	0,000	0,000	0,000
Modal	47	0,036	0,000	0,000	0,000
Modal	48	0,036	0,000	0,000	0,000
Modal	49	0,035	0,000	0,000	0,000
Modal	50	0,033	0,000	0,000	0,000

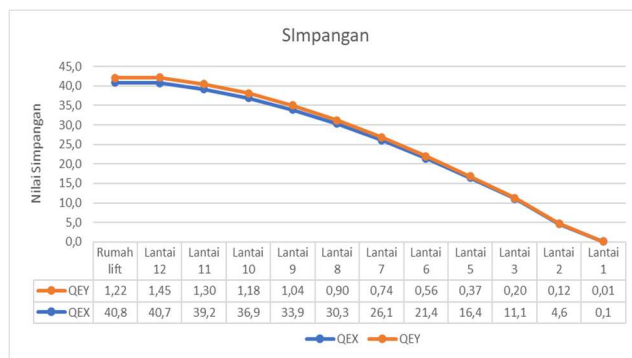
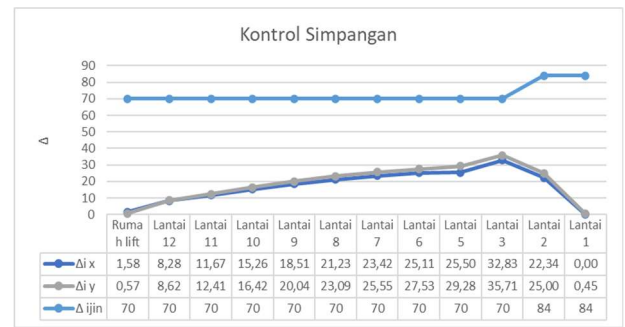
Tabel 11. Nilai gaya geser dasar metode statis dan dinamik

Tipe Gempa		Fx	Fy
Statik	EQX	8382	0,00
	EQY	0,00	8917
Dinamik	RSPX	6203	438
	RSPY	438	7085

Berdasarkan hasil diatas maka syarat konfigurasi belum memenuhi maka dilakukan perubahan faktor skala dengan faktor skala lama adalah $1226,25 \text{ mm/s}^2$ faktor ini kemudian dikalikan dengan gaya lateral x (Fx) dibagi gaya lateral y (Fy) sehingga didapat faktor sekala baru untuk arah x adalah $1657,08 \text{ mm/s}^2$ dan arah y sebesar $1543,31 \text{ mm/s}^2$. Setelah memasukkan faktor skala baru pada program bantu maka dicek konfigurasi kembali: arah X = $8398 \geq 8392$ (memenuhi) dan arah X = $8928 \geq 8917$ (memenuhi)

3.8 Kontrol Simpangan

Berdasarkan Gambar 11, simpangan maksimum terjadi pada lantai rumah lift. Nilai simpangan terbesar tercatat sebesar 40,8 mm pada arah X dan 37,47 mm pada arah Y. Hasil ini sejalan dengan temuan penelitian Didik Setyo Purwantoro yang membandingkan struktur tidak beraturan dengan dan tanpa dinding geser. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa struktur tanpa dinding geser cenderung mengalami simpangan terbesar melebihi 30 mm [20].


Gambar 11. Simpangan yang terjadi

Gambar 12. Grafik kontrol simpangan arah X dan Y

Berdasarkan Gambar 12 diketahui simpangan izin untuk lantai 1 dan 2 adalah 84 mm dan untuk rumah lift adalah 70 mm nilai simpangan yang terjadi sudah memenuhi simpangan izin.

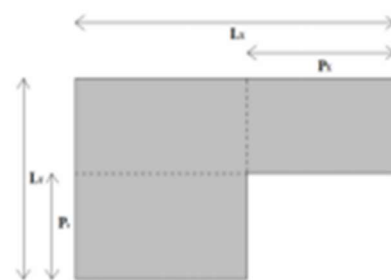
3.9 Kontrol Ketidakberaturan Horizontal

1) Ketidakberaturan Torsi (Tabel 12)

Tabel 13. Ketidakberaturan torsi

Story	Arah X		Arah Y	
	$\Delta_{max}/\Delta_{avg}$	Cek	$\Delta_{max}/\Delta_{avg}$	Cek
Rumah lift	1,121	OK	1,042	OK
12	1,144	OK	1,138	OK
11	1,111	OK	1,116	OK
10	1,094	OK	1,108	OK
9	1,086	OK	1,106	OK
8	1,081	OK	1,105	OK
7	1,075	OK	1,105	OK
6	1,067	OK	1,105	OK
5	1,048	OK	1,102	OK
3	1,025	OK	1,089	OK
2	1,031	OK	1,081	OK
1	1,112	OK	1,183	OK

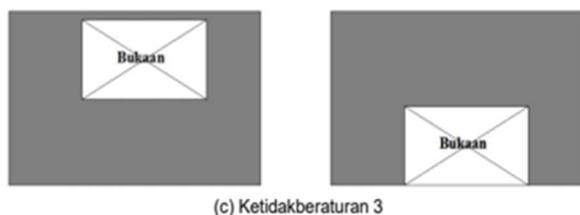
2) Ketidakberaturan sudut dalam (Gambar 13)


Gambar 13. Ketidakberaturan sudut dalam

$$\begin{aligned}
 L_x &= 71,85 \text{ m} \\
 L_y &= 49,21 \text{ m} \\
 P_x &= 54,17 \text{ m} \\
 P_y &= 31,86 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{L_x}{P_x} &= \frac{71,85}{54,17} = 1,326 \text{ (H.2)} \\
 \frac{L_y}{P_y} &= \frac{49,21}{31,86} = 1,545 \text{ (H.2)}
 \end{aligned}$$

- 3) Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma (Gambar 14)



Gambar 14. Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma

$$\begin{aligned} A_{\text{total}} &= P_x \times L_x - P_y \times L_y \\ &= 54,17 \times 71,85 - 31,86 \times 49,21 \\ &= 2324,284 \text{ m}^2 \\ A_{\text{bukakan}} &= 168,6 \\ \text{Kontrol} &= A_{\text{bukakan}} < A_{\text{total}}/2 \\ &= 168,6 < 1162,14 \text{ (Memenuhi)} \end{aligned}$$

3.10 Kontrol Ketidakberaturan Vertikal

- 1) Ketidakberaturan tingkat lunak
Nilai kekakuan yang dikontrol didapat dari output ETABS 18 Tabel *Story Stiffness*. Nilai kekakuan lantai yang ditinjau harus lebih besar dari nilai kekakuan lantai di atasnya dikali 0,7 (Tabel 13).

Tabel 13. Ketidakberaturan tingkat lunak

Story	Arah X		Arah Y	
	Kekakuan kN/m	Cek	Kekakuan kN/m	Cek
Rumah lift	124897		148774	
12	1109582	OK	1277805	OK
11	1502180	OK	1673177	OK
10	1614906	OK	1777896	OK
9	1649888	OK	1811279	OK
8	1662544	OK	1824762	OK
7	1668713	OK	1830777	OK
6	1673176	OK	1829757	OK
5	1676867	OK	1814325	OK
3	1456069	OK	1526784	OK
2	2056188	OK	2202237	OK
1	141978047	OK	216859772	OK

- 2) Ketidakberaturan berat
Nilai massa yang dikontrol didapat dari output ETABS 18 Tabel *Centers Of Mass And Rigidity*. Nilai massa yang dihasilkan dari tabel tersebut harus lebih besar 1,5 kali nilai massa awal (Tabel 14).
- 3) Ketidakberaturan geometri vertikal
Pada kontrol ketidakberaturan geometri vertikal nilai tinggi gedung yang ditinjau harus lebih besar 1,3 kali dari lantai bawahnya (Tabel 15).
- 4) Ketidakberaturan kuat lateral tingkat
Nilai kekakuan yang dikontrol didapat dari output ETABS 18 Tabel *Story Force*. Nilai kekakuan lantai yang ditinjau harus kurang dari nilai kekakuan lantai di atasnya dikali 0,65 (Tabel 16).

Tabel 14. Ketidakberaturan berat

Story	Massa Kg	Cek
Rumah lift	2021076	OK
12	1850710	OK
11	1820335	OK
10	1880607	OK
9	1880607	OK
8	1880607	OK
7	1880607	OK
6	1880607	OK
5	1880607	OK
3	1880607	OK
2	1690996	V.2
1	140826	OK

Tabel 15. Ketidakberaturan geometri vertikal

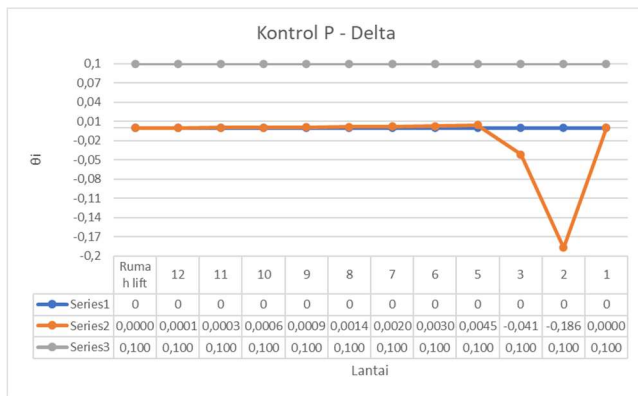
Story	L mm	Cek
Rumah lift	3500	
12	3500	OK
11	3500	OK
10	3500	OK
9	3500	OK
8	3500	OK
7	3500	OK
6	3500	OK
5	3500	OK
3	3500	OK
2	4200	OK
1	4200	OK

Tabel 16. Ketidakberaturan kuat lateral tingkat

Story	Arah X		Arah Y	
	Kekuatan kN	Cek	Kekuatan kN	Cek
Rumah lift	2133,26		0,000	
12	24212,43	OK	0,000	OK
11	45402,66	OK	0,000	OK
10	63379,81	OK	0,000	OK
9	78317,25	OK	0,000	OK
8	90400,47	OK	0,000	OK
7	99829,93	OK	0,000	OK
6	106825,15	OK	0,000	OK
5	111631,11	OK	0,000	OK
3	114470,42	OK	0,000	OK
2	115545,31	OK	0,000	OK
1	115549,94	OK	0,000	OK

3.11 Kontrol P – Delta

Perhitungan kontrol P – delta dirangkum Gambar 15, diketahui bahwa nilai koefisien stabilitas atau θ sudah memenuhi, hal ini dilihat dari nilai θ yang sudah kurang dari nilai θ_{maks} yang bernilai 0,1



Gambar 15. Grafik kontrol P – delta

4. Kesimpulan

- Hasil analisis dimensi elemen struktur pasca penghilangan dinding geser berdasarkan SNI 2847:2019 menunjukkan bahwa pelat lantai memiliki dua variasi ketebalan, yaitu 15 cm untuk lantai 2 hingga atap dan 20 cm untuk lantai 1. Balok induk direncanakan dengan dua ukuran, yaitu 40 cm x 60 cm dan 35 cm x 55 cm. Sementara itu, balok anak memiliki tiga variasi ukuran, yaitu 30 cm x 50 cm, 30 cm x 45 cm, dan 30 cm x 40 cm. Tai beam direncanakan dengan ukuran 45 cm x 90 cm, 35 cm x 80 cm, dan 30 cm x 40 cm. Kolom memiliki tiga variasi ukuran, yaitu 70 cm x 100 cm, 65 cm x 65 cm, dan 30 cm x 30 cm.
- Kontrol simpangan berdasarkan output program bantu menunjukkan bahwa simpangan terbesar terjadi pada lantai rumah lift, baik pada arah X maupun Y. Simpangan (Δ) arah X mencapai 40,8 mm dengan nilai simpangan antar lantai (Δ_i) sebesar 0,567 mm, memenuhi batas izin simpangan (Δ ijin) sebesar 70 mm. Sementara itu, simpangan (Δ) arah Y juga mencapai nilai terbesar pada lantai Rumah lift, yaitu 37,47 mm dengan nilai simpangan antar lantai (Δ_i) sebesar 1,578 mm, yang juga memenuhi batas izin simpangan (Δ ijin) sebesar 70 mm.
- Meskipun kontrol ketidakberaturan struktur secara umum telah memenuhi persyaratan, ketidakberaturan sudut dalam dan ketidakberaturan massa pada lantai 1 perlu mendapat perhatian lebih lanjut karena gedung ini memiliki karakteristik tersebut. Untuk evaluasi kontrol P-Delta menunjukkan bahwa struktur telah memenuhi syarat, baik untuk arah X maupun Y. Nilai terbesar θ_i , yang berada di lantai 5 sebesar 0,000413 untuk arah X dan untuk arah Y nilai θ_i semua adalah 0, hal ini telah memenuhi persyaratan $\theta_i \leq 0,1$.
- Dari kesimpulan diatas diketahui bahwa meskipun dinding geser dihilangkan kontrol perilaku struktur pada gedung Samaview residence tetap memenuhi meski simpangan yang terjadi cukup besar dan ada kontrol yang perlu diperhatikan.

Daftar Pustaka

- P. Purbandini, B.J. Santosa, and B. Sunardi, “Analisis Bahaya Kegempaan di Wilayah Malang Menggunakan Pendekatan Probabilistik”, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 6, no. 2, p. 87, 2017.

- A.A. Fauzie, “Visualisasi Kerusakan Objek Pulau Jawa Menggunakan Webgis (Studi Kasus: Kota Malang dan Kab Malang, Jawa Timur)”, *Jurnal Teknik*, vol. 3, no. 4, p. 377, 2022.
- N. Ainun, L.H. Lubis, and R. Sirait, “Pemetaan Tingkat Rawan Gempa Berdasarkan Nilai Pga (*Peak Ground Acceleration*) Menggunakan Metode Mc. Guirre R. K dan Donovan”, *Jurnal Online Physics*, vol. 8, no. 3, p. 75, 2023.
- W. Setyonegoro, “Pengaruh Gaya Gesek dan Tekanan Hidrostatik Pada Propagasi Tsunami (Studi Kasus: Tsunami Jawa Timur 3 Juni 1994)”, *Buletin Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika*, vol. 3, no. 3, pp. 18, 2022.
- Mahmudan, “Malang dilanda Gempa Tiap Dua Hari Sekali,” *Radar Malang*. [Online]. Available: <https://radarmalang.jawapos.com/kabupaten-malang/815006942/malang-dilanda-gempa-tiap-dua-hari-sekali>
- A. Firmansyah and S.P. Machmoed, “Perencanaan Struktur Gedung Lfc Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Menggunakan Sistem Ganda Pada Daerah Gempa Tinggi”, *Axial Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, vol. 7, no. 2, p. 83, 2019.
- F.V.V Goni, “Analisis Perencanaan Struktur Tahan Gempa Pada Bangunan Gedung Kos 3 Lantai di Teling Atas Kota Manado,” *Sustainable Construction*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2023.
- B. Koloy, R.E. Pandaleke, and E.J. Kumaat, “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung 4 Lantai di Kota Manado Dengan Menggunakan SNI 2847:2019 Dan SNI 1726:2019”, *Tekno*, vol. 21, no. 84, p. 775, 2023.
- J. Prasetiawan and A.I. Makrifa, “Analisa Rumah Instan Konvensional Sebagai Alternatif Rumah Tahan Gempa Sesuai Sni 1726: 2019”, *Konferensi Nasional Teknik*, vol. 3. p. 16, 2023.
- R. Trimurtiningrum, G. Sarya, H. Widhiarto, H.W. Rohaniawan, and M.H. Masruri, “Analisis Kinerja Gedung Beton Bertulang dengan Variasi Penempatan Dinding Geser Terhadap Beban Gempa,” *Axial Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi*, vol. 11, no. 2, p. 61, 2023.
- M.. Batu, S.O. Dapas, and S.E. Wallah, “Efisiensi Penggunaan Dinding Geser Untuk Mereduksi Efek Torsi Pada Bangunan Yang Tidak Beraturan”, *Jurnal Sipil Statik*, vol. 4, no. 1, p. 29, 2016.
- L.S.B. Wibowo and D. Zebua, “Analisis Pengaruh Lokasi Dinding Geser Terhadap Pergeseran Lateral Bangunan Bertingkat Beton Bertulang 5 Lantai”, *Ge-STRAM Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, vol. 4, no. 1, pp. 16, 2021.
- R.S. Windah, “Penggunaan Dinding Geser Sebagai Elemen Penahan Gempa Pada Bangunan Bertingkat 10 Lantai”, *Jurnal Ilmu MEDIA Engineering*, vol. 1, no. 2, p. 151, 2011.

- [14] R. Nursani and D.E. Noor, "Analisis Pengaruh Penambahan Dinding Geser Terhadap Perilaku Struktur Gedung Sistem Ganda", *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 8, no. 2, p. 105, 2023.
- [15] A. Widyawati, "Analisis Kestabilan Struktur Bangunan Tinggi dalam Arsitektur Modern", *Coursework*, vol. 4, no. 5, p. 1, 2023.
- [16] B.N. Wijaya and P.H. Siregar, "Analisis Pengaruh Konfigurasi Shear Wall Terhadap Periode Getar dan Simpangan Lateral pada Bangunan Beton Bertulang Tujuh Lantai," *Jurnal Mekanika*, vol. 3, no. 2, p. 117, 2022.
- [17] B. H. U. T. Remigildus Cornelis, Wilhelmus Bunganaen, "Analisis Perbandingan Gaya Geser Tingkat , Gaya Geser Tingkat Akibat Beban Gempa Berdasarkan," *Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 205–216, 2014.
- [18] S.A. Shany, A.A. Santosa, and M.Erfan, "Analisa Perbandingan Simpangan Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Dan Sistem Ganda", *Seminar Nasional Perwujudan Pembangunan Berkelanjutan Berbasis Kearifan Lokal*, vol. 4, p. 27, 2020.
- [19] H.L. Purba, "Analisis Kinerja Stuktur Pada Bangunan Bertingkat Beraturan dan Ketidakteraturan Horizontal Sesuai SNI 03-1726-2012", *Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 4, p. 710, 2014.
- [20] A.D.S. Purwantoro, "Studi Perbandingan Pengaruh Letak Dinding Geser Pada Bangunan Bertingkat Akibat Beban Gempa Indonesia", *Jurnal Sipil*, vol. 15, p. 35, 2023.
- [21] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2019.
- [22] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2020.
- [22] Badan Standardisasi Nasional. *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2019.