



**PENGARUH PENEMPATAN *SHEAR WALL* TERHADAP
KINERJA GEDUNG (STUDI KASUS DP MALL *EXPANSION*
SEMARANG)**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi S1 Teknik Sipil*

SKRIPSI

Oleh

**Deasy Safitri Arisandiani
211910301106**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
S1 TEKNIK SIPIL
JEMBER
2025**

PERSEMBAHAN

Segala puji dan Syukur kepada Allah SWT atas Rahmat dan hidayah-Nya yang memungkinkan penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini. terselesaikannya tugas ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak, baik dalam bentuk moril maupun materi. Karya ini dipersembahkan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan semangat selama proses penyusunan. Ucapan terima kasih ditujukan kepada :

1. Kedua orang tua, kakak, dan saudara-saudara yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan. Tanpa dukungan tersebut, penulis tidak akan dapat mencapai tahap ini;
2. R yang senantiasa menemani dan mendukung selama proses mengerjakan skripsi ini;
3. Jihan dan teman-teman penulis lainnya yang selalu memberikan semangat, motivasi agar penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu;
4. Seluruh pihak yang telah memberikan semangat dan motivasi langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan skripsi ini.

MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan."

(QS. Al-Insyirah:6)

"Keberhasilan dimulai dengan keberanian untuk mencoba."

-Walt Disney

"Jangan ubah dirimu hanya agar mereka menyukaimu, hebatkan dirimu agar mau tidak mau mereka harus menerimamu."

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Deasy Safitri Arisandiani

NIM : 211910301106

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pengaruh Penempatan Shear Wall Terhadap Kinerja Gedung (Studi Kasus DP Mall Expansion Semarang)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Juli 2025

Yang menyatakan,



(Deasy Safitri Arisandiani)

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Penempatan *Shear Wall* Terhadap Kinerja Gedung (studi kasus DP Mall Expansion Semarang)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 10 Juli 2025

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

1. Pembimbing Utama

Nama : Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

NIP : 197310151998021001

Tanda Tangan



Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.

NIP : 196612281999031002



2. Penguji Anggota 1

Nama : Ir. Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T.

NIP : 198605112023212029



ABSTRAK

Indonesia termasuk wilayah rawan gempa, sehingga struktur bangunan bertingkat harus dirancang dengan mempertimbangkan ketahanan terhadap beban lateral. Salah satu elemen struktural yang efektif untuk meningkatkan kinerja seismik adalah dinding geser (*shear wall*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan dan penempatan *shear wall* terhadap kinerja struktur gedung 13 lantai pada proyek Mall di Semarang. Metode yang digunakan adalah analisis respons spektrum dengan tiga pemodelan struktur, yaitu model eksisting, model dengan *shear wall* 1, dan model dengan *shear wall* 2. Parameter yang dianalisis meliputi periode struktur, gaya geser dasar, dan simpangan antar tingkat. Data diperoleh dari dokumen teknis proyek dan dianalisis menggunakan perangkat lunak struktur. Hasil menunjukkan bahwa penambahan *shear wall* dapat menurunkan periode struktur hingga 41% (arah X) dan 39% (arah Y), meningkatkan gaya geser dasar hingga 5% (arah X), serta mengurangi simpangan antar tingkat hingga 37% (arah Y). Perbandingan antara dua model *shear wall* menunjukkan bahwa model dengan konfigurasi *shear wall* 1 memberikan kinerja lebih baik dibandingkan *shear wall* 2, terutama dalam hal kekakuan lateral dan pengurangan deformasi.

Kata Kunci : dinding geser; respon spektrum; gaya geser dasar; kinerja gedung

ABSTRACT

Indonesia is located in a seismically active region, requiring high-rise building structures to be designed with consideration for lateral load resistance. One effective structural element for enhancing seismic performance is the shear wall. This study aims to analyze the effect of adding and positioning shear walls on the structural performance of a 13-story building in a mall project located in Semarang. The research uses the response spectrum analysis method with three structural models: the existing model, the model with shear wall 1, and the model with shear wall 2. The parameters analyzed include structural period, base shear force, and inter-story drift. Project data were obtained from technical documents and analyzed using structural analysis software. The results indicate that the addition of shear walls can reduce the structural period by up to 41% in the X direction and 39% in the Y direction, increase base shear by up to 5% in the X direction, and reduce inter-story drift by up to 37% in the Y direction. Comparison between the two shear wall configurations shows that the model with shear wall 1 performs better than the one with shear wall 2, particularly in terms of lateral stiffness and deformation control.

Keywords : shear wall; response spectrum; base shear; building performance

RINGKASAN

Pengaruh Penempatan *Shear Wall* Terhadap Kinerja Gedung (Studi Kasus DP Mall Expansion Semarang); Deasy Safitri Arisandiani, 211910301106; 2025; 40 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pembangunan gedung bertingkat di Indonesia semakin meningkat seiring perkembangan zaman, terutama di wilayah perkotaan. Namun, kondisi geografis Indonesia yang rawan gempa menuntut sistem struktur bangunan yang andal dan aman. Salah satu elemen struktural yang berperan penting dalam menahan beban lateral akibat gempa adalah dinding geser (*shear wall*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan dan variasi penempatan *shear wall* terhadap kinerja struktur gedung, dengan studi kasus pada proyek DP Mall Expansion Semarang. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode respons spektrum berbasis SNI 1726:2019, serta pemodelan struktur 3 dimensi menggunakan perangkat bantu struktur.

Tiga model struktur dianalisis, yaitu model 1 (tanpa *shear wall*), model 2 (dengan *shear wall* di area inti bangunan), dan model 3 (dengan *shear wall* di titik simpangan maksimum). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penambahan *shear wall* dapat mengurangi simpangan maksimum dan simpangan antar lantai secara signifikan. Model 2 menghasilkan kinerja struktur terbaik, dengan simpangan maksimum arah Y sebesar 75,965 mm, dibandingkan model tanpa *shear wall* yang mencapai 75,295 mm.

Selain itu, gaya geser dasar meningkat seiring penambahan *shear wall* akibat bertambahnya kekakuan dan massa bangunan, namun seluruh model memenuhi syarat partisipasi massa dan batasan simpangan antar tingkat. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penempatan *shear wall* secara tepat dan strategis mampu meningkatkan kinerja seismik struktur secara signifikan. Temuan ini dapat menjadi pertimbangan dalam perencanaan struktur tahan gempa untuk bangunan bertingkat di Indonesia.

PRAKATA

Segala puji dan Syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas Rahmat dan hidayah-Nya yang memungkinkan penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penempatan *Shear Wall* Terhadap Kinerja Gedung (Studi Kasus DP Mall Expansion Semarang)” dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud dengan baik. Oleh karena ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Triwahyu Hardiyanto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dr. Ketut Aswatama Wiswamitra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
3. Prof. Dr. Ir. Gusfan Halik, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
4. Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi;
5. Dr. Krisnamurti, S.T., M.T., dan Ir. Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T., selaku dosen penguji;
6. Seluruh pihak proyek DP Mall yang telah bersedia membantu dalam menyediakan data yang digunakan dalam penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk mendukung peningkatan kualitas penelitian selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat memberikan ilmu yang bermanfaat.

DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Konsep Struktur Gedung Tahan Gempa	5
2.2 Dinding Geser (<i>Shear wall</i>)	5
2.2.1 Jenis Dinding Geser	6
2.3 Analisis Respon Spektrum	7
2.3.1 Jumlah Ragam.....	7
2.3.2 Parameter Respon ragam.....	7
2.3.3 Penskalaan Gaya	8
2.3.4 Pengaruh P-delta	8
2.4 Pembebanan Struktur	8
2.5 Wilayah Gempa dan Respon Spektrum	10
2.5.1 Kelas Situs	10

2.5.2	Koefisien Situs dan Parameter Respon Spektrum.....	10
2.5.3	Parameter Percepatan Spektral Desain.....	10
2.5.4	Kategori Desain Seismik.....	11
2.6	Simpangan Lateral	11
2.7	Penelitian Terdahulu	12
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....		14
3.1	Konsep Penelitian.....	14
3.2	Pengumpulan Data	14
3.2.1	Lokasi.....	14
3.2.1	Jenis Data	15
3.3	Data Umum Proyek.....	15
3.4	Analisa Pembebanan	16
3.5	Pemodelan Struktur.....	16
3.6	Pemodelan Letak <i>Shear Wall</i>	16
3.7	Analisa Gaya Dalam	18
3.8	Kerangka Penelitian	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		20
4.1	Data Perencanaan	20
4.1.1	Data Tanah	20
4.1.2	Data Percepatan Gempa	21
4.2	Analisa Struktur Eksisting	21
4.2.1	Model Struktur	21
4.2.2	Pembebanan dan Validasi	22
4.2.3	Kontrol Partisipasi Massa	23
4.2.4	Gaya Geser	24
4.2.5	Penskalaan Gaya	24
4.2.6	Simpangan Maksimum	24
4.2.7	Simpangan Antar Tingkat	26
4.3	Analisa Struktur dengan Shear Wall Model 1.....	27
4.3.1	Model Struktur	27
4.3.2	Kontrol Partisipasi Massa	28

4.3.3	Gaya Geser	29
4.3.4	Penskalaan Gaya	29
4.3.5	Simpangan Maksimum	30
4.3.6	Simpangan Antar Tingkat	31
4.4	Analisa Struktur dengan Shear Wall Model 2.....	33
4.4.1	Model Struktur	33
4.4.2	Kontrol Partisipasi Massa	33
4.4.3	Gaya Geser	34
4.4.4	Penskalaan Gaya	34
4.4.5	Simpangan Maksimum	35
4.4.6	Simpangan Antar Tingkat	36
4.5	Perbandingan Hasil Analisis	38
4.5.1	Perbandingan Hasil Gaya Geser.....	38
4.5.2	Perbandingan Hasil Periode Struktur	38
4.5.3	Perbandingan Hasil Simpangan Antar Tingkat.....	39
4.6	Analisa Efektivitas <i>Shear Wall</i>	41
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN.....		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Free standing shear wall	7
Gambar 2. 2 Coupled shear wall	7
Gambar 2. 3 Penentuan simpangan antar tingkat	12
Gambar 3. 1 Layout lokasi pembangunan DP Mall Expansion Semarang	14
Gambar 3. 2 Tampak gedung DP Mall Expansion Semarang	15
Gambar 3. 3 Pemodelan struktur eksisting	16
Gambar 3. 4 Pemodelan letak shear wall variasi 1	17
Gambar 3. 5 Pemodelan letak shear wall variasi 2	18
Gambar 4. 1 Grafik data N-SPT	20
Gambar 4. 2 Grafik parameter gempa	21
Gambar 4. 3 Pemodelan 3D struktur eksisting	22
Gambar 4. 4 Grafik simpangan pemodelan eksisting	25
Gambar 4. 5 Grafik simpangan antar tingkat pemodelan eksisting	27
Gambar 4. 6 Pemodelan 3D struktur dengan shear wall model 1	28
Gambar 4. 7 Grafik simpangan struktur dengan shear wall model 1	31
Gambar 4. 8 Grafik simpangan antar tingkat struktur dengan shear wall model 1	32
Gambar 4. 9 Pemodelan 3D struktur dengan shear wall 2	33
Gambar 4. 10 Grafik simpangan struktur dengan shear wall model 2	36
Gambar 4. 11 Grafik simpangan antar tingkat struktur dengan shear wall 2	37
Gambar 4. 12 Grafik perbandingan simpangan antar tingkat arah X	40
Gambar 4. 13 Grafik perbandingan simpangan antar tingkat arah Y	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek	11
Tabel 2. 2 Kategori Desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik.....	11
Tabel 4. 1 Rasio modal partisipasi massa pemodelan struktur eksisting.....	23
Tabel 4. 2 Gaya geser dasar pemodelan struktur eksisting	24
Tabel 4. 3 Simpangan maksimum pemodelan struktur eksisting.....	25
Tabel 4. 4 Simpangan antar tingkat pemodelan struktur eksisting.....	26
Tabel 4. 5 Rasio modal partisipasi massa pemodelan struktur dengan Shear Wall 1	28
Tabel 4. 6 Gaya geser dasar pemodelan struktur dengan Shear Wall 1	29
Tabel 4. 7 Simpangan maksimum pemodelan struktur dengan Shear Wall 1.....	30
Tabel 4. 8 Simpangan antar tingkat pemodelan struktur dengan Shear Wall 1 ...	31
Tabel 4. 9 Rasio modal partisipasi massa pemodelan struktur dengan Shear Wall 2	33
Tabel 4. 10 Gaya geser dasar pemodelan struktur dengan Shear Wall 2	35
Tabel 4. 11 Simpangan maksimum pemodelan struktur dengan Shear Wall 2....	35
Tabel 4. 12 Simpangan antar tingkat pemodelan struktur dengan Shear Wall 2 .	36
Tabel 4. 13 Perbandingan hasil gaya geser ketiga pemodelan	38
Tabel 4. 14 Perbandingan massa bangunan ketiga pemodelan	38
Tabel 4. 15 Perbandingan periode struktur ketiga pemodelan	39
Tabel 4. 16 Perbandingan hasil simpangan antar tingkat ketiga pemodelan.....	39
Tabel 4. 17 Persentase perbandingan periode struktur model shear wall 1 dan 2 terhadap model eksisting.....	41
Tabel 4. 18 Persentase perbandingan gaya geser model shear wall 1 dan 2 terhadap model eksisting	41
Tabel 4. 19 Persentase perbandingan simpangan antar tingkat model shear wall 1 dan 2 terhadap model eksisting.....	42

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi adalah kumpulan aktivitas yang direncanakan secara sistematis untuk mewujudkan suatu struktur bangunan atau infrastruktur, dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu, anggaran, dan mutu pekerjaan. Proyek konstruksi mencakup berbagai jenis pembangunan, seperti konstruksi gedung, jalan, jembatan dan lain sebagainya. Seiring dengan perkembangan zaman, intensitas pembangunan gedung bertingkat tinggi di Indonesia semakin meningkat, khususnya di kawasan perkotaan. Namun, perlu disadari bahwa Indonesia merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana alam, terutama gempa bumi. Kondisi ini menimbulkan tantangan dalam merancang dan membangun struktur bangunan bertingkat yang aman dan andal. Oleh sebab itu, perencanaan struktur perlu dilakukan secara cermat, terstruktur, dan berdasarkan analisis teknis yang mendalam guna mencegah terjadinya kegagalan struktur serta menjamin keselamatan bangunan terhadap pengaruh beban gempa.

Perencanaan bangunan yang cermat adalah perencanaan yang memperhitungkan beban gempa yang akan terjadi, sehingga kekuatan bangunan tetap terjaga meskipun terjadi gempa. Kinerja struktur gedung terhadap beban gempa sangat dipengaruhi oleh kehadiran elemen struktural tambahan seperti dinding geser (*shear wall*). Dalam perencanaan gedung bertingkat tinggi, dinding geser merupakan komponen yang sangat efektif untuk meningkatkan kekakuan lateral struktur, sehingga mampu mereduksi deformasi yang diakibatkan oleh beban gempa. Berbagai studi telah membuktikan efektivitas dinding geser dalam meningkatkan kinerja struktur gedung terhadap beban lateral, baik melalui penambahan kekakuan maupun pengurangan simpangan antar lantai. Menurut (Abate et al., 2023), gedung dengan dinding geser yang didesain sesuai standar seismik mengalami performa yang lebih baik dalam merespon spektrum gempa, terutama pada bangunan dengan jumlah lantai yang tinggi.

Penempatan dinding geser juga mempengaruhi respon bangunan terhadap beban gempa. (Agus & Maimunnah, 2021) menyoroti variasi dalam penempatan dinding geser pada bangunan bertingkat dalam merespon beban lateral, di mana tata letak yang optimal dapat memberikan distribusi gaya yang lebih merata pada struktur. Selain itu, studi (Hasibuan & Ma'arif, 2022) menekankan pentingnya optimasi lokasi dinding geser untuk mencapai performa struktur yang optimal, dengan penekanan pada pengurangan simpangan lateral. Penelitian lain oleh (Lutfi et al., 2019) membandingkan perilaku struktur terhadap posisi dinding geser, menunjukkan bahwa posisi yang strategis dapat meningkatkan stabilitas struktur.

Dalam konteks bangunan bertingkat di Indonesia, khususnya pada proyek ekspansi DP Mall Semarang, pemilihan dan penempatan dinding geser memerlukan pertimbangan khusus mengingat letak geografis Indonesia yang rentan terhadap aktivitas seismik. (Syafwandi et al., 2024) membuktikan bahwa penambahan dinding geser sesuai standar SNI 1726-2012 mampu mengurangi simpangan struktur akibat gempa secara signifikan, sehingga sangat relevan untuk diterapkan pada bangunan bertingkat di wilayah rawan gempa. (Trimurtiningrum et al., 2022) juga menekankan bahwa variasi penempatan dinding geser dapat menghasilkan efektivitas dalam mereduksi respons lateral struktur.

Berdasarkan SNI 1726:2019 dan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia tahun 2017, Semarang umumnya termasuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) D (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Pada Kategori Desain Seismik (KDS) D, penerapan sistem struktur ganda yang mengombinasikan sistem rangka pemikul momen dengan dinding geser diperbolehkan, bahkan dianjurkan untuk digunakan pada bangunan bertingkat tinggi. Hal ini menjadikan analisis peningkatan kinerja gedung dengan penambahan shearwall sangat relevan untuk proyek DP Mall *Expansion*, mengingat potensi peningkatan performa seismik yang dapat dicapai melalui implementasi sistem struktur ganda.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja struktur gedung dengan penambahan dinding geser pada proyek DP Mall *Expansion* Semarang. Analisis

akan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak analisis struktur, sehingga dapat diperoleh informasi mengenai perbedaan perilaku struktural, seperti perpindahan, gaya dalam, dan simpangan, antara kedua desain bangunan tersebut. (Usmat I et al., 2019) dan (Wibowo & Zebua, 2021) menunjukkan bahwa lokasi dan adanya dinding geser memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pergeseran lateral bangunan bertingkat, khususnya pada struktur beton bertulang. Oleh karena itu, penelitian ini diharap dapat memberikan kontribusi dalam memperluas pemahaman mengenai pengaruh penambahan dinding geser terhadap kinerja struktur bangunan bertingkat dalam menahan beban gempa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar pada uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Bagaimana tata letak penempatan *shear wall* yang efektif?
2. Berapa presentase kinerja gedung dengan adanya penambahan *shear wall*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui letak *shear wall* paling efektif untuk struktur penahan gempa.
2. Mendapatkan hasil presentase kinerja gedung dengan adanya penambahan *shear wall*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Analisis yang dilakukan tidak termasuk struktur bawah.
2. Beban gempa rencana yang digunakan berdasarkan peraturan SNI 1726-2019.
3. Beban hidup rencana yang digunakan berdsarkan peraturan SNI 1727-2019.
4. Pemodelan menggunakan alat bantu struktur.
5. Dalam penelitian ini tidak membahas rencana biaya.
6. Tidak memperhatikan aspek arsitektural.

1.5 **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah membantu menemukan solusi dan saran yang bisa dijadikan pertimbangan oleh instansi terkait penggunaan model struktur yang paling efektif terhadap beban gempa.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Struktur Gedung Tahan Gempa

Struktur gedung tahan gempa adalah desain bangunan yang mampu menahan beban yang timbul akibat getaran atau gaya lateral yang disebabkan oleh gempa bumi. Menurut (Maheshwari, 2024), struktur gedung tahan gempa tidak hanya mempertimbangkan kekuatan struktur dalam menahan beban vertikal tetapi juga harus mempertimbangkan ketahanan terhadap gaya horizontal yang besar, yang menjadi tantangan utama pada bangunan di daerah rawan gempa. Salah satu elemen utama dalam desain gedung tahan gempa adalah penggunaan elemen struktural yang dapat meningkatkan kekakuan dan kapasitas daya tahan terhadap gaya lateral, seperti *shear wall*.

Struktur gedung tahan gempa harus dirancang dengan memperhatikan aspek fleksibilitas dan kekakuan yang seimbang. Penggunaan bahan dan sistem struktural yang tepat dapat mengurangi potensi kerusakan dan memperbaiki respons struktur selama gempa. (Abate et al., 2023) mengungkapkan bahwa dinding geser berperan penting dalam meningkatkan ketahanan gempa pada gedung bertingkat.

2.2 Dinding Geser (*Shear wall*)

Menurut (Lutfi et al., 2019) *Shear wall* (dinding geser) merupakan elemen struktur vertikal yang sering diterapkan pada bangunan bertingkat tinggi. Dengan fungsi utama sebagai penahan beban lateral, seperti gaya akibat gempa bumi dan tekanan angin. Kapasitas dinding geser dalam menahan beban lateral sangat dipengaruhi oleh konfigurasi geometrinya, arah orientasi, serta Lokasi penempatannya dalam struktur bangunan.

Menurut (Usmat I et al., 2019) Dinding geser atau *shear wall* merupakan elemen struktur berupa dinding beton bertulang yang bersifat masif dan dirancang khusus untuk menahan gaya geser serta gaya lateral yang ditimbulkan oleh aktivitas seismik. Perancangan dinding geser harus mempertimbangkan kekakuan struktur yang cukup guna membatasi simpangan antar lantai akibat beban lateral, khususnya yang ditimbulkan oleh gempa bumi. Dinding geser membentang pada seluruh jarak vertikal antar lantai mulai dari pondasi sampai ke bagian top bangunan.

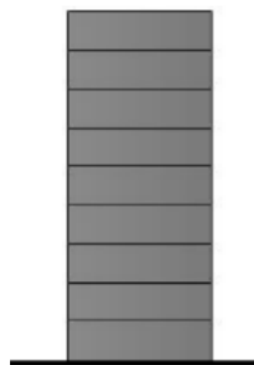
Ketidaktepatan dalam penempatan posisi dinding geser dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara pusat massa dan pusat kekakuan elemen penahan struktur, sehingga menimbulkan gaya torsi yang menyebabkan bangunan mengalami rotasi terhadap pusat kekakuan. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan kerusakan pada bangunan, baik pada elemen struktural maupun nonstruktural. Dinding geser (shear wall) dapat diletakkan di bagian luar maupun di dalam bangunan, dengan bentuk geometris yang fleksibel dan tidak dibatasi secara khusus. Sistem dinding geser umumnya diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu sistem terbuka dan sistem tertutup.

Menurut (Alamiati & Ryanto, 2022) *Shear wall* adalah dinding slab beton bertulang yang dipasang secara vertikal pada posisi tertentu dalam suatu bangunan, dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja struktural khususnya pada bangunan bertingkat tinggi. Sistem *shear wall* ini umumnya diterapkan pada bangunan dengan struktur beton bertulang. Namun, seiring perkembangan teknologi konstruksi, penggunaannya juga mulai diterapkan pada bangunan dengan struktur baja. Penempatan shear wall yang dirancang secara tepat akan membentuk sistem penahan gaya lateral yang efektif. Oleh sebab itu, penggunaan shear wall menjadi salah satu alternatif solusi yang tepat untuk bangunan bertingkat dengan jumlah lantai kurang dari 20.

2.2.1 Jenis Dinding Geser

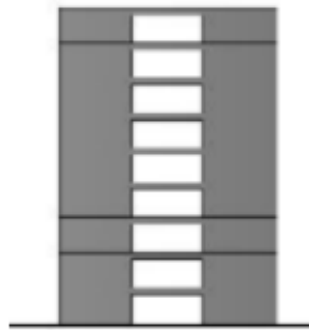
Jenis dinding geser umumnya diklasifikasikan berdasarkan bentuk geometrinya, yaitu:

- a. Dinding geser kantilever (*free standing shear wall*)



Gambar 2. 1 *Free standing shear wall*

- b. Dinding Geser dengan Bukaan (*Opening Shear wall*)
- c. Dinding geser berangkai (*Coupled shear wall*)



Gambar 2. 2 *Coupled shear wall*

2.3 Analisis Respon Spektrum

Analisis respons spektrum merupakan suatu metode untuk mengevaluasi perilaku dinamis struktur bangunan terhadap gempa bumi melalui pendekatan respons struktur terhadap percepatan getaran. Pendekatan ini digunakan untuk memperkirakan pergerakan maksimum (seperti perpindahan, kecepatan atau percepatan) yang terjadi pada struktur akibat beban gempa.

2.3.1 Jumlah Ragam

Berdasarkan SNI 1726 (Badan Standarisasi Nasional, 2019) agar partisipasi massa ragam terkombinasi dapat mencapai 100% dari total massa struktur, maka analisis dinamis harus mencakup jumlah mode getar yang cukup.

2.3.2 Parameter Respon ragam

Berdasarkan SNI 1726 (Badan Standarisasi Nasional, 2019) nilai dari setiap parameter desain yang berkaitan dengan gaya yang ditinjau, termasuk simpangan antar tingkat, gaya dukung, dan gaya elemen struktur individu, harus dihitung untuk setiap ragam respons dengan menggunakan property ragam masing-masing dan spektrum respons yang didefinisikan dalam 0 atau 0 dibagi dengan kuantitas (R/I_e) . Adapun nilai perpindahan dan simpangan antar tingkat harus dikalikan dengan faktor (C_d/I_e) .

2.3.3 Penskalaan Gaya

Berdasarkan SNI 1726 (Badan Standarisasi Nasional, 2019a) Apabila periode fundamental hasil analisis lebih besar dari $C_u T_a$ pada suatu arah tertentu, maka periode struktur T harus diambil sebesar $C_u T_a$. Apabila kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_i) kurang dari 100 % dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_i .

2.3.4 Pengaruh P-delta

Berdasarkan SNI 1726 (Badan Standarisasi Nasional, 2019) Pengaruh P-delta harus ditentukan sesuai dengan 0. Geser dasar yang digunakan untuk menentukan geser tingkat dan simpangan antar tingkat harus ditentukan sesuai dengan 0.

2.4 Pembebanan Struktur

Jenis pembebanan yang diperhitungkan adalah sebagai berikut :

a. Beban mati

Beban mati pada perencanaan struktur bangunan gedung didefinisikan sebagai berat dari material dan elemen konstruksi yang bersifat tetap dan permanen selama masa layan bangunan. Komponen tambahan seperti penyelesaian akhir, instalasi mekanikal, serta peralatan tetap yang termasuk komponen yang menjadi bagian dari struktur gedung juga dikategorikan sebagai beban mati.

b. Beban hidup

Beban hidup merupakan beban yang timbul akibat aktivitas penggunaan atau penghunian suatu bangunan, termasuk beban pada lantai yang berasal dari benda bergerak, peralatan, maupun mesin yang meskipun menjadi bagian dari bangunan, tetap dapat dipindahkan atau diganti selama masa layanan bangunan. Perubahan posisi atau keberadaan elemen-elemen tersebut dapat menyebabkan variasi pembebanan pada lantai maupun atap. Secara khusus, beban hidup pada atap juga mencakup beban yang ditimbulkan oleh air hujan, baik akibat akumulasi genangan air maupun tekanan dari jatuhnya butiran air yang mengandung energi kinetik.

c. Beban angin

Beban angin adalah beban yang disebabkan akibat oleh perbedaan tekanan udara. Penentuan beban angin dilakukan karena adanya efek tekanan positif dan tekanan negatif, yang bekerja tegak lurus bidang yang ditinjau.

d. Beban gempa

Beban gempa adalah beban yang timbul pada struktur akibat pergerakan tanah yang disebabkan oleh aktivitas seismik, yang secara langsung memengaruhi perilaku serta respons dinamis struktur tersebut.

e. Beban kombinasi

Kombinasi beban yang diterapkan dalam perencanaan struktur ini mengacu pada ketentuan SNI 1726:2019, dengan rincian kombinasi pembebanan sebagai berikut:

1. Kombinasi beban *ultimate*

$$1,4D$$

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

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

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

$$1,2D+1,0E+1,0L$$

$$0,9D+1,0W$$

2. Kombinasi beban ijin

$$D$$

$$D+L$$

$$D+(Lr \text{ atau } R)$$

$$D+0,75L+0,75(Lr \text{ atau } R)$$

$$D+0,6W$$

$$D+0,75(0,6W)+0,75L+0,75(Lr \text{ atau } R)$$

$$0,6D+0,6W$$

Dengan :

$D(\text{dead})$ = Beban mati

$L(\text{live})$ = Beban hidup

$Lr(\text{roof})$ = Beban hidup pada atap

$W(wind)$ = Beban angin

$R(rain)$ = Beban air hujan

2.5 Wilayah Gempa dan Respon Spektrum

2.5.1 Kelas Situs

Berdasarkan SNI 1726 (Badan Standarisasi Nasional, 2019) sifat-sifat tanah pada situs harus diklasifikasikan sebagai kelas situs SA , SB , SC , SD , SE , atau SF yang mengikuti 0. Apabila sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak dapat ditentukan kelas situsnya, maka dapat digunakan kelas situs SE .

2.5.2 Koefisien Situs dan Parameter Respon Spektrum

Berdasarkan SNI 1726 (Badan Standarisasi Nasional, 2019) Faktor amplifikasi mencakup dua jenis, yaitu faktor amplifikasi getaran untuk percepatan pada periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi untuk percepatan pada periode 1 detik (F_v). Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang telah disesuaikan terhadap pengaruh klasifikasi kondisi tanah (situs), harus ditentukan menggunakan rumus berikut ini:

$$S_{MS} = F_a S_s$$

$$S_{M1} = F_v S_I$$

Dimana :

S_s = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode pendek.

S_I = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode 1,0 detik.

2.5.3 Parameter Percepatan Spektral Desain

Berdasarkan SNI 1726 (Badan Standarisasi Nasional, 2019) Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, S_{DS} dan untuk periode 1 detik, S_{D1} , harus ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

2.5.4 Kategori Desain Seismik

Berdasarkan SNI 1726 (Badan Standarisasi Nasional, 2019) setiap struktur bangunan harus diklasifikasikan ke dalam kategori desain seismic tertentu, yang ditentukan berdasarkan kategori resiko bangunan dan parameter percepatan respon spektra desain. Adapun klasifikasi kategori desain seismic dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 1 Kategori Desain seismic berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

Nilai S_{Ds}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{Ds} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{Ds} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{Ds} < 0,50$	C	D
$0,5 \leq S_{Ds}$	D	D

Tabel 2. 2 Kategori Desain seismic berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

2.6 Simpangan Lateral

Menurut (Lutfi et al., 2019) Pembatasan simpangan antar lantai pada suatu struktur bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan elemen non-struktur dan mengurangi ketidaknyamanan penghuni bangunan. Berdasarkan SNI 1726:2019 untuk memenuhi persyaratan simpangan tersebut, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta_i < \Delta_a$$

Dimana : Δ_i = simpangan yang terjadi tiap lantai

Δ_a = simpangan yang diizinkan antar lantai

a. Perhitungan untuk Δ_i pada tingkat 1

$$\Delta_1 = \frac{Cd \times \delta_{e1}}{Ie}$$

b. Perhitungan Δ_i pada tingkat 2

$$\Delta_1 = \frac{Cd \times (\delta_{e2} - \delta_{e1})}{Ie}$$

Dimana :

δ_{e1} = Simpangan akibat beban gempa tingkat 1

δ_{e2} = Simpangan akibat beban gempa tingkat 2

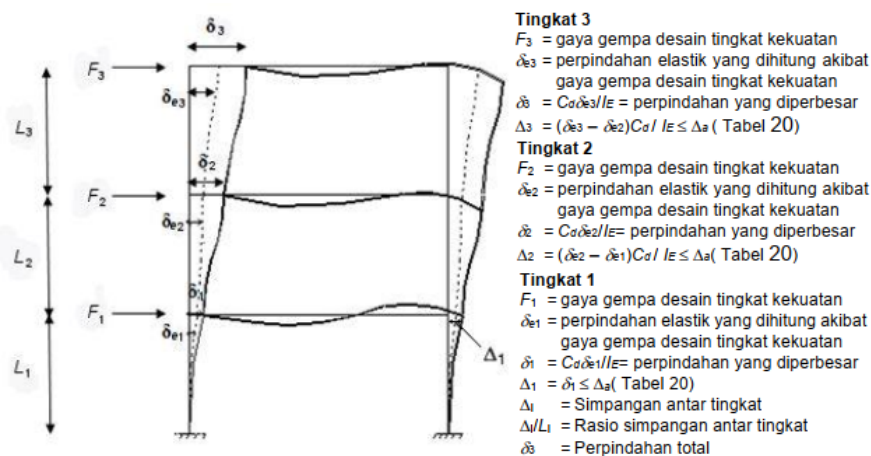
Δ_1 = Simpangan yang terjadi di tingkat 1

Δ_2 = Simpangan yang terjadi di tingkat 2

Cd = Faktor pembesaran defleksi

Ie = Faktor keutamaan Gedung

Gambar simpangan antar tingkat, dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 3 Penentuan simpangan antar tingkat

2.7 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menganalisis pengaruh penggunaan dinding geser terhadap kinerja struktur gedung, terutama dalam menghadapi beban gempa. (Tanii et al., 2023) menyatakan bahwa penggunaan shearwall secara signifikan meningkatkan kapasitas struktur dalam menahan gaya lateral, mengurangi pergeseran horizontal, serta meningkatkan stabilitas gedung secara keseluruhan. Penelitian ini menunjukkan bahwa shearwall dapat mengurangi

resiko kerusakan struktural yang biasanya terjadi pada gedung tanpa shearwall, selain itu penelitian ini juga menyebutkan bahwa semakin banyak shearwall yang dipasang maka simpangan yang terjadi juga semakin kecil. Penelitian ini menunjukkan pengaruh setiap penambahan satu specimen dinding geser, dimana pada model F4SW0-F3SW1 mempunyai nilai pengaruh sebesar 167%, model F3SW1-F2SW2 mempunyai nilai pengaruh sebesar 405% dan model F2SW2 mempunyai nilai pengaruh sebesar 179%.

Penelitian oleh (Abate et al., 2023) juga memberikan bukti bahwa gedung dengan dinding geser menunjukkan performa yang lebih baik dalam hal kestabilan dan ketahanan terhadap gempa, dengan perbedaan yang signifikan pada tingkat deformasi dan respons dinamis. Mereka menyarankan penggunaan shearwall pada gedung bertingkat di daerah rawan gempa untuk meningkatkan keselamatan penghuni dan mengurangi kerugian material akibat kerusakan. Selain itu, (Kalangi et al., 2021) menekankan bahwa meskipun biaya konstruksi gedung dengan shearwall lebih tinggi, manfaat yang diperoleh dari segi kinerja struktural dan keselamatan jauh lebih besar, terutama pada gedung yang dirancang untuk tahan terhadap gempa bumi besar. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan shearwall dapat memperkecil nilai simpangan, dimana nilai simpangan rata-rata arah X dengan penambahan shearwall sebesar 19,787 dan simpangan arah Y sebesar 17,220.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Penelitian ini membahas analisis perbandingan model struktur gedung dengan dan tanpa elemen dinding geser pada proyek DP Mall *Expansion* Semarang. Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini ialah *Respon Spektrum*, dimana pada analisis ini terdapat 3 model. Model 1 yaitu gedung tanpa *shear wall*, dan 2 model lainnya yaitu gedung dengan penambahan *shear wall*, dengan penempatan yang berbeda-beda. Pemodelan dan analisa yang dilakukan menggunakan alat bantu struktur.

3.2 Pengumpulan Data

3.2.1 Lokasi

Lokasi penelitian ini terletak di Jl. Pemuda No. 150, Sekayu, Kecamatan Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah. Layout lokasi dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Layout lokasi pembangunan DP Mall Expansion Semarang



Gambar 3. 2 Tampak gedung DP Mall Expansion Semarang

3.2.1 Jenis Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder sebagai sumber utama. Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung dari proyek terkait, dan dapat berupa catatan teknis, dokumentasi proyek, maupun data pendukung lainnya. Dalam penelitian ini, data sekunder yang digunakan mencakup DED serta data karakteristik tanah di lokasi proyek.

3.3 Data Umum Proyek

Nama Proyek	: DP Mall <i>Expansion</i> Semarang
Lokasi Proyek	: Jl. Pemuda No. 150, Sekayu, Kecamatan Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah.
Fungsi bangunan	: Mall
Luas Proyek	: 74,616 m ²
Jumlah Lantai	: 3 lantai mall dan 10 lantai parkir
Jenis struktur	: Struktur beton bertulang
Tinggi Gedung	: 55,2 m
Tinggi Tiap Lantai	:
- Lantai 1	: 5 m
- Lantai 2	: 6 m
- Lantai 3	: 4,5 m
- P1	: 6 m
- P2-P10	: 3,4 m
Mutu beton	: f ['] c 35 MPa, f ['] c 40 MPa, dan f ['] c 45 MPa

Mutu baja tulangan :

- General elemen :
 - $D < 10$: BJTP 280 $f_y = 280$ MPa
 - $D \geq 10$: BJTS 420B $f_y = 420$ MPa
- Sengkang dan ties kolom
 - $D \geq 13$: BJTS 520 $f_y = 520$ MPa
- Pelat lantai
 - $D \geq 10$: BJTS 520 $f_y = 520$ MPa

3.4 Analisa Pembebanan

Perencanaan pembebanan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 1727:2020 untuk beban mati, beban hidup, dan beban angin, sedangkan pembebanan gempa dirancang berdasarkan ketentuan dalam SNI 1726:2019.

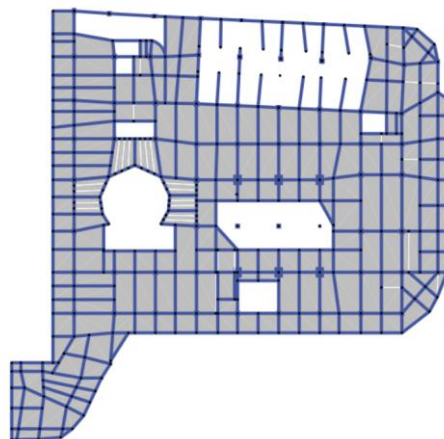
3.5 Pemodelan Struktur

Pemodelan menggunakan alat bantu struktur secara 3 dimensi dengan menambahkan beban sesuai dengan yang direncanakan. Pada pemodelan ini dilakukan dalam 2 kondisi yaitu kondisi eksisting sesuai dengan perencanaan sebenarnya dan kondisi eksisting dengan penambahan *shear wall*.

3.6 Pemodelan Letak *Shear Wall*

Pemodelan letak *Shear wall* ditinjau dari simpangan antar lantai yang tinggi dengan tebal 200 mm dan lebar 8 m, berikut pemodelan letak dinding geser (*Shear wall*) yang direncanakan.

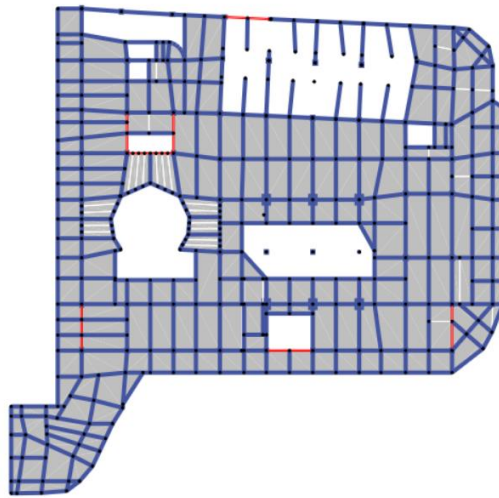
1. Model 1 tanpa *shear wall*



Gambar 3.3 Pemodelan struktur eksisting

2. Model 2 dengan *shear wall*

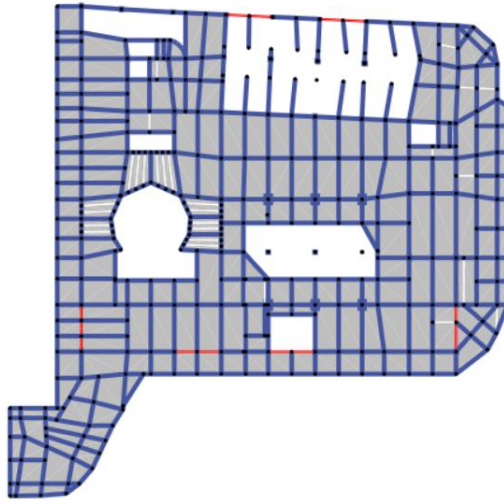
Penempatan *shear wall* pada pemodelan 2 ini berdasarkan nilai simpangan yang terjadi tiap tingkat. Dimana dipilih nilai simpangan yang terbesar pada tiap lantai. Selain itu *shear wall* juga ditempatkan pada inti bangunan, yakni pada daerah sekitar lift dan juga tangga.



Gambar 3. 4 Pemodelan letak *shear wall* variasi 1

3. Model 3 dengan *shear wall*

Penempatan *shear wall* pada pemodelan 3 ini hampir sama dengan pemodelan 2, yaitu berdasarkan nilai simpangan yang terjadi tiap tingkat. Dipilih tempat yang memiliki nilai simpangan terbesar tiap lantainya.



Gambar 3. 5 Pemodelan letak *shear wall* variasi 2

3.7 Analisa Gaya Dalam

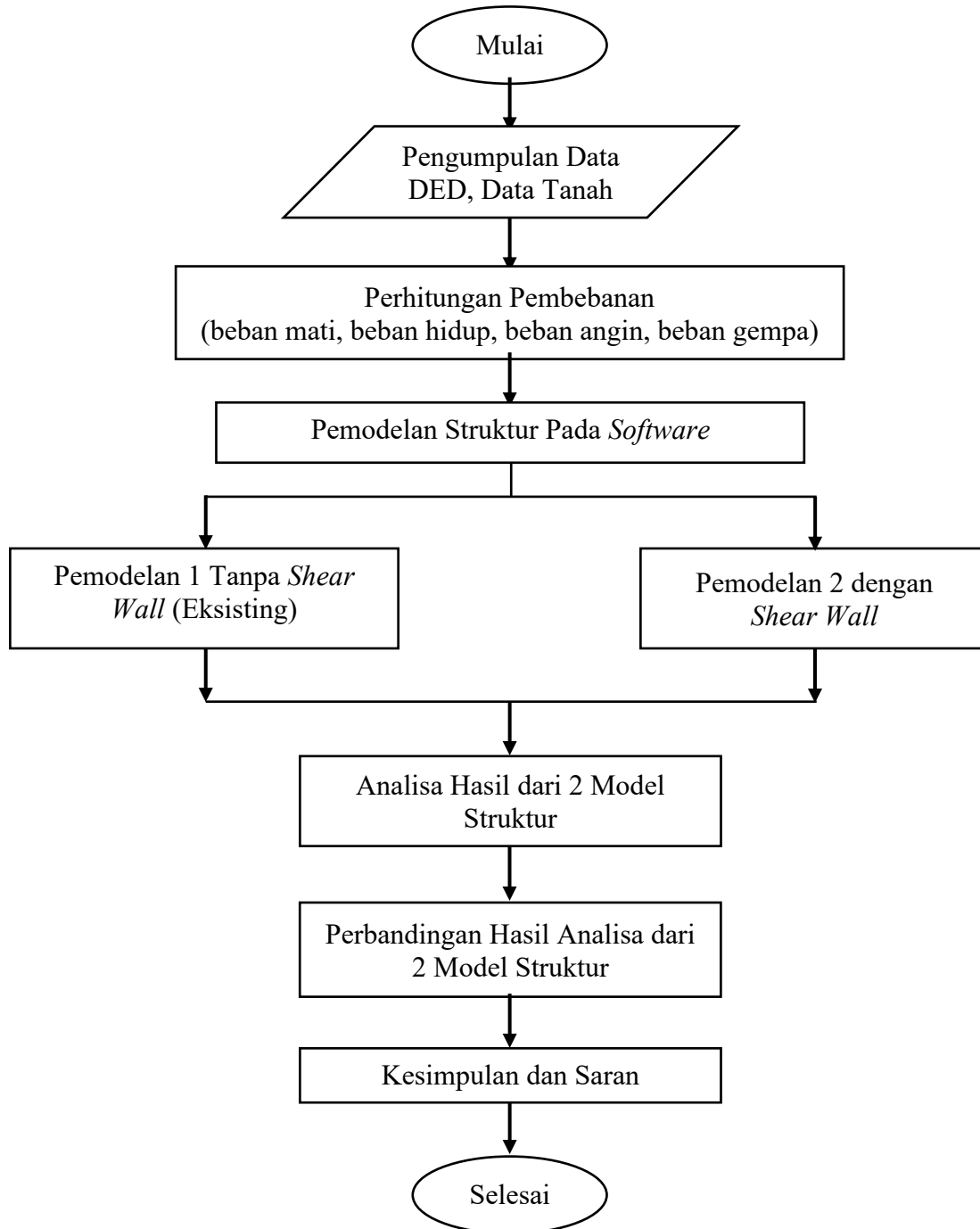
Nilai gaya dalam ditentukan dari program alat bantu struktur dengan menggunakan kombinasi beban sebagai berikut :

- a. $1,4D$
- b. $1,2D+1,6L+0,5(Lr \text{ atau } R)$
- c. $1,2D+1,6(Lr \text{ atau } R)+(1,0L \text{ atau } 0,5W)$
- d. $1,2D+1,0W+1,0L+0,5(Lr \text{ atau } R)$
- e. $0,9D+1,0W$
- f. $1,2D+Ev+Eh+L$
- g. $0,9D-Ev+Eh$

Setelah mendapat nilai-nilai yang diperlukan, selanjutnya mengontrol sesuai persyaratan yang ada di SNI.

3.8 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian dapat dilihat pada *flow cart* berikut :



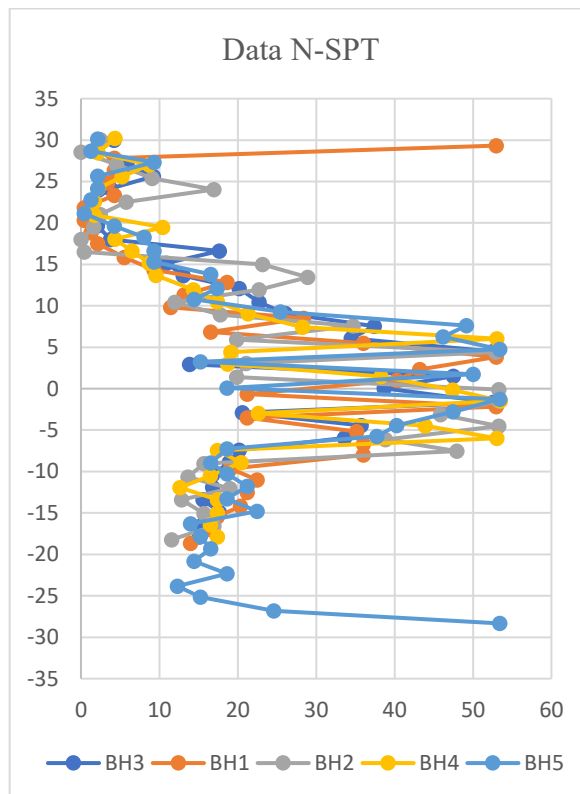
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

Penelitian ini menggunakan data yang bersumber dari proyek Pembangunan DP Mall Expansion Semarang.

4.1.1 Data Tanah

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 5.3 salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan kelas situs adalah nilai rata-rata tahanan penetrasi standar lapangan (\bar{N}). Kelas situs tersebut dapat ditentukan melalui hasil perhitungan data N-SPT yang ada. Gambar 4.1 merupakan hasil dari SPT proyek Pembangunan DP Mall Expansion Semarang.



Gambar 4. 1 Grafik data N-SPT

Nilai tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata (\bar{N}) dapat ditentukan melalui persamaan berikut.

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \bar{N}_i}$$

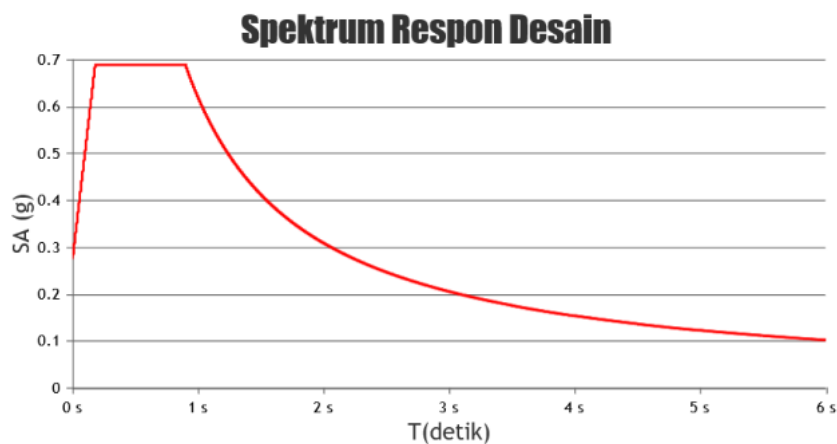
Berdasarkan persamaan di atas, didapatkan nilai tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata (\bar{N}) untuk BH1 sebesar 6,9725, BH2 sebesar 6,0522, BH3 sebesar 6,9725, BH4 sebesar 7,7272, dan BH5 sebesar 5,4132. Sehingga diperoleh kelas situs sesuai SNI 1726:2019 dengan klasifikasi situs *SE* (tanah lunak).

4.1.2 Data Percepatan Gempa

Berdasarkan SNI 1726:2019 dan data respon spektrum dari Desain Spektra Indonesia, didapatkan parameter percepatan gempa sebagai berikut:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------|
| a. Kelas situs | = SE (tanah lunak) |
| b. Kategori risiko bangunan | = II |
| c. Kategori desain seismik | = D |
| d. Faktor keutamaan gempa (I_e) | = 1,0 |
| e. SS MCEr | = 0,8544 |
| f. S1 MCEr | = 0,3718 |
| g. Periode (TL) | = 6 detik |
| h. Koefisien situs F_a | = 1,2165 |
| i. Koefisien situs F_v | = 2,5128 |

Grafik dari data di atas dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.

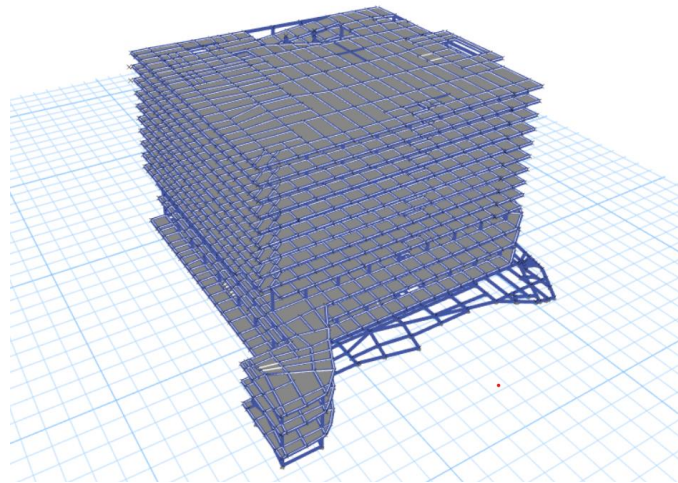


Gambar 4. 2 Grafik parameter gempa

4.2 Analisa Struktur Eksisting

4.2.1 Model Struktur

Pemodelan ini merupakan model struktur gedung asli (eksisting) dengan rangka beton bertulang dan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Pemodelan struktur gedung dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 3 Pemodelan 3D struktur eksisting

4.2.2 Pembebanan dan Validasi

Setelah melakukan pemodelan struktur pada alat bantu, kemudian dilakukan input pembebanan berupa beban mati dan beban hidup. Berikut nilai beban yang diinputkan pada program alat bantu.

a. Beban mati

- Beton bertulang = 2406,53 kg/m³
- Keramik dan spesi = 112,1688 kg/m²
- Berat plafond = 7,341957 kg/m²
- Berat penggantung = 10,19716 kg/m²
- Berat plumbing = 20 kg/m²
- Instalasi MEP = 19,37461 kg/m²

b. Beban hidup

- Beban lantai mall = 611,83 kg/m²
- Beban parkir = 195,786 kg/m²
- Beban hujan = 50 kg/m²

Setelah itu dilakukan perhitungan validasi untuk memastikan bahwa massa struktur pada program alat bantu sudah sesuai dengan perhitungan manual, dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Validasi = \frac{(Pu_{AB} - Pu_M)}{Pu_{AB}}$$

$$Pu M = 1,2D+1,6L+0,5R = 1645685,0098 \text{ kg/m}^2$$

$$Pu AB = 1,2D+1,6L+0,5R = 1668427,0550 \text{ kg/m}^2$$

$$Validasi = \frac{(Pu AB - Pu M)}{Pu AB}$$

$$Validasi = \frac{(1668427,0550 - 1645685,0098)}{1668427,0550} = 1,36\%$$

Didapatkan nilai hasil validasi sebesar 1,36%.

4.2.3 Kontrol Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726:2019 partisipasi massa ragam harus lebih dari 90% atau minimal sebesar 90% dari massa struktur. Dari analisa yang telah dilakukan melalui program bantu didapatkan nilai partisipasi massa model struktur eksisting yaitu sebesar 0,9103 untuk arah X dan 0,9628 untuk arah Y. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Rasio modal partisipasi massa pemodelan struktur eksisting

Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ
Modal	1	3,1180	0,3433	0,1780	0,3433	0,1780	0,0763	0,1375	0,2261
Modal	2	2,9660	0,2175	0,5173	0,5608	0,6953	0,2283	0,0902	0,0007
Modal	3	2,5590	0,1907	0,0439	0,7515	0,7392	0,0196	0,0726	0,5069
Modal	4	-1,8610	0,0001	0,0013	0,7516	0,7404	0,0003	0,0002	0,0004
Modal	5	-1,5310	0,0005	0,0000	0,7521	0,7405	0,0000	0,0051	0,0003
Modal	6	1,3510	0,0082	0,0009	0,7603	0,7413	0,0016	0,0000	0,0104
Modal	7	-1,0650	0,0000	0,0000	0,7603	0,7414	0,0001	0,0001	0,0000
Modal	8	0,9960	0,0662	0,0032	0,8265	0,7446	0,0213	0,2225	0,0331
Modal	9	0,9510	0,0057	0,0903	0,8322	0,8349	0,3103	0,0238	0,0022
Modal	10	0,9050	0,0003	0,0002	0,8325	0,8351	0,0019	0,0039	0,0084
Modal	11	0,8340	0,0272	0,0026	0,8597	0,8377	0,0034	0,1288	0,0644
Modal	12	0,6110	0,0068	0,0001	0,8666	0,8377	0,0000	0,0026	0,0033
Modal	13	0,5910	0,0258	0,0003	0,8924	0,8380	0,0005	0,0417	0,0280
Modal	14	0,5730	0,0001	0,0160	0,8925	0,8540	0,0228	0,0001	0,0003
Modal	15	0,5710	0,0002	0,0046	0,8927	0,8586	0,0067	0,0001	0,0014
Modal	16	0,5620	0,0000	0,0006	0,8927	0,8592	0,0009	0,0000	0,0004
Modal	17	0,5280	0,0008	0,0338	0,8936	0,8930	0,0420	0,0013	0,0018
Modal	18	0,5150	0,0047	0,0037	0,8983	0,8967	0,0050	0,0054	0,0021
Modal	19	0,4960	0,0065	0,0004	0,9049	0,8971	0,0005	0,0105	0,0058
Modal	20	0,4590	0,0048	0,0008	0,9097	0,8979	0,0002	0,0056	0,0117

4.2.4 Gaya Geser

Analisis gaya geser statik pada penelitian ini dilakukan dengan perhitungan manual yang berdasarkan SNI 1726:2019 dan dengan program bantu aplikasi. Hasil yang diperoleh dari perhitungan manual sebesar 16444,07 kN gaya geser statik arah X dan 16444,07 kN gaya geser statik arah Y. Sedangkan untuk hasil yang diperoleh dengan program bantu aplikasi sebesar 16439,51 kN untuk gaya geser arah X dan 16439,5118 kN untuk gaya geser arah Y.

4.2.5 Penskalaan Gaya

Berdasarkan pemodelan struktur yang telah dilakukan, hasil gaya geser dasar melalui program aplikasi kurang 100% dari gaya geser yang dihitung melalui metode statik ekuivalen. Hasil gaya geser dasar melalui aplikasi dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Gaya geser dasar pemodelan struktur eksisting

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
			kN	kN
Spec Ex	LinRespSpec	Max	8725,936	2674,298
Spec Ey	LinRespSpec	Max	2674,276	9767,803

Hasil gaya geser diatas belum memenuhi persyaratan gaya, sehingga harus dilakukan penskalaan gaya. Untuk perhitungan penskalaan gaya sebagai berikut.

$$SFf_x = SF \times \left(\frac{V \text{ statik ekuivalen}}{Vt \text{ hasil program aplikasi}} \right) = 1225,83 \times \left(\frac{16439,51}{8725,936} \right) = 2310,03 \text{ mm/s}^2$$

$$SFf_y = SF \times \left(\frac{V \text{ statik ekuivalen}}{Vt \text{ hasil program aplikasi}} \right) = 1225,83 \times \left(\frac{16439,5118}{9767,803} \right) = 2063,63 \text{ mm/s}^2$$

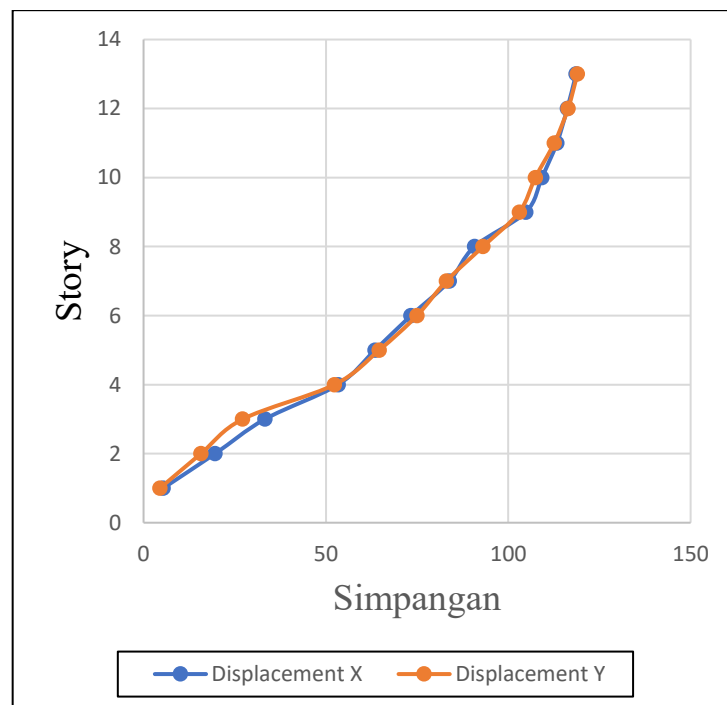
Setelah itu hasil dari penskalaan gaya di input ke program bantu aplikasi, dan didapatkan hasil gaya geser setelah penskalaan sebesar 16444,097 kN untuk gaya geser X dan 16444,0622 kN untuk gaya geser arah Y. Dengan hasil tersebut maka gaya geser telah memenuhi syarat.

4.2.6 Simpangan Maksimum

Hasil simpangan maksimum diperoleh dari program bantu struktur, yang dapat dilihat pada tabel 4.3 dan gambar grafik 4.4

Tabel 4. 3 Simpangan maksimum pemodelan struktur eksisting

Story	Displacement	
	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)
13	118,584	118,969
12	116,186	116,387
11	113,328	112,603
10	109,22	107,413
9	104,821	103,012
8	90,741	93,057
7	83,847	83
6	73,307	74,963
5	63,451	64,612
4	53,323	52,338
3	33,271	27,16
2	19,606	15,701
1	5,381	4,497

**Gambar 4. 4** Grafik simpangan pemodelan eksisting

4.2.7 Simpangan Antar Tingkat

Hasil simpangan antar tingkat didapat dari perhitungan manual. Pada pemodelan 1 atau eksisting ini terdapat beberapa lantai dengan nilai drift melebihi batas limit. Hasil simpangan antar tingkat dapat dilihat pada tabel 4.4

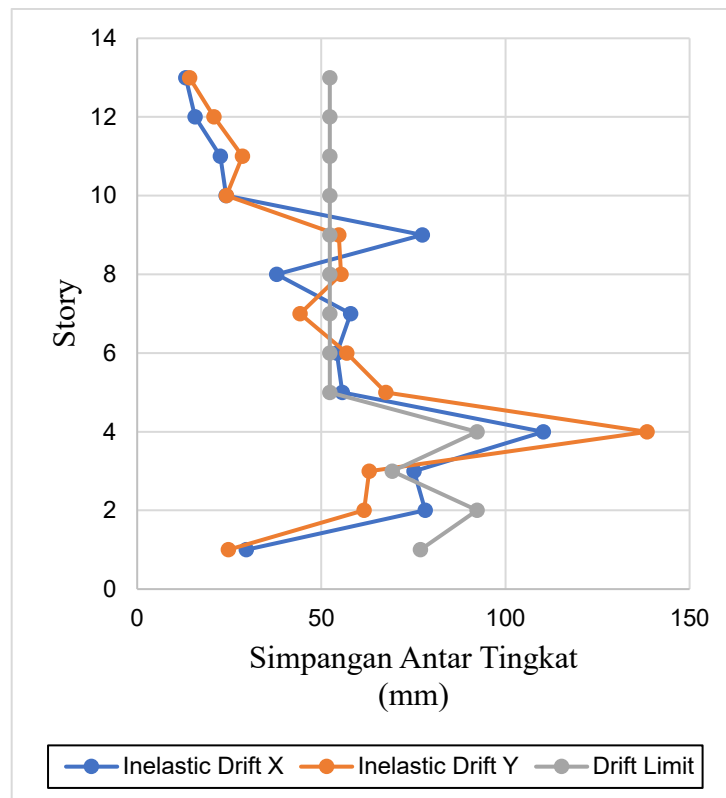
Tabel 4. 4 Simpangan antar tingkat pemodelan struktur eksisting

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
13	118,584	118,969	2,398	2,582	3400	13,189	14,201	52,308	OK
12	116,186	116,387	2,858	3,784	3400	15,719	20,812	52,308	OK
11	113,328	112,603	4,108	5,190	3400	22,594	28,545	52,308	OK
10	109,22	107,413	4,399	4,401	3400	24,195	24,206	52,308	OK
9	104,821	103,012	14,080	9,955	3400	77,440	54,753	52,308	NOT OK
8	90,741	93,057	6,894	10,057	3400	37,917	55,314	52,308	NOT OK
7	83,847	83	10,540	8,037	3400	57,970	44,204	52,308	NOT OK
6	73,307	74,963	9,856	10,351	3400	54,208	56,931	52,308	NOT OK
5	63,451	64,612	10,128	12,274	3400	55,704	67,507	52,308	NOT OK
4	53,323	52,338	20,052	25,178	6000	110,286	138,479	92,308	NOT OK
3	33,271	27,16	13,665	11,459	4500	75,158	63,025	69,231	NOT OK
2	19,606	15,701	14,225	11,204	6000	78,238	61,622	92,308	OK
1	5,381	4,497	5,381	4,497	5000	29,596	24,734	76,923	OK

Contoh perhitungan pada story 2 arah X :

- *Story drift inelastic* izin (Δ) = $\frac{\Delta_a}{\rho} = \frac{0,02h}{1,3} = 0,0154 h$
- *Story drift inelastic* izin (Δ_{max}) = $\frac{\delta Cd}{I_e}$
- *Elastic drift* = $\delta_2 - \delta_1 = 19,606 - 5,381 = 14,225 \text{ mm}$
- *Inelastic drift* = $\frac{\delta Cd}{I_e} = \frac{14,225(5,5)}{1,0} = 78,238 \text{ mm}$
- *Drift limit* = $0,0154 h = 0,0154 (6000) = 92,308 \text{ mm}$
- Kontrol simpangan antar Tingkat
Inelastic drift (= 78,238 mm) < *drift limit*(= 92,308mm)OK!!

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh grafik simpangan antar tingkat yang dapat dilihat pada gambar 4.5

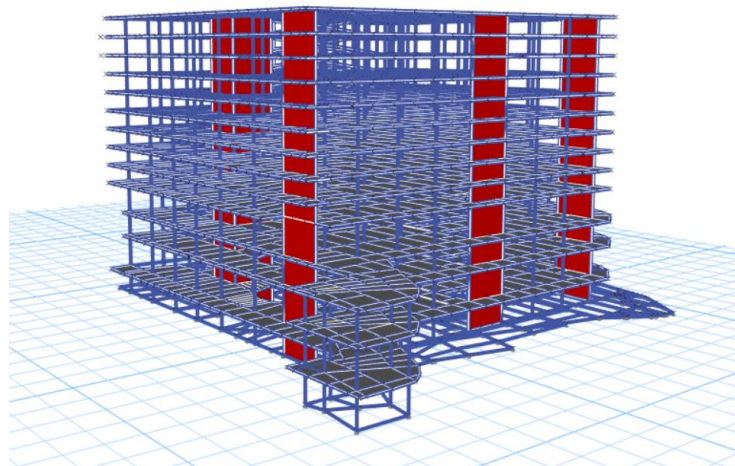


Gambar 4.5 Grafik simpangan antar tingkat pemodelan eksisting

4.3 Analisa Struktur dengan Shear Wall Model 1

4.3.1 Model Struktur

Pemodelan ini merupakan model 1 struktur gedung sistem rangka pemikul momen dengan penambahan *shear wall*. Pemodelan struktur gedung dan letak dinding geser dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Pemodelan 3D struktur dengan *shear wall* model 1

4.3.2 Kontrol Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726:2019 partisipasi massa ragam harus lebih dari 90% atau minimal sebesar 90% dari massa struktur. Dari analisa yang telah dilakukan melalui program bantu didapatkan nilai partisipasi massa model struktur dengan *shear wall* 1 yaitu sebesar 0,9103 untuk arah X dan 0,9628 untuk arah Y. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 Rasio modal partisipasi massa pemodelan struktur dengan Shear Wall 1

Case	Mode	Period Sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ
Modal	1	2,207	0,6459	0,0031	0,6459	0,0031	0,0009	0,3085	0,0460
Modal	2	2,141	0,0079	0,6842	0,6538	0,6873	0,3423	0,0039	0,0109
Modal	3	1,761	0,0487	0,0213	0,7025	0,7086	0,0138	0,0243	0,6393
Modal	4	-1,751	0,0016	0,0004	0,7041	0,7089	0,0002	0,0004	0,0013
Modal	5	1,156	0,0134	0,0033	0,7175	0,7122	0,0011	0,0025	0,0001
Modal	6	0,770	0,0000	0,0158	0,7175	0,7280	0,0422	0,0000	0,0019
Modal	7	0,752	0,0141	0,0011	0,7316	0,7291	0,0054	0,0025	0,0005
Modal	8	0,681	0,0420	0,0040	0,7737	0,7331	0,0183	0,1077	0,0149
Modal	9	0,655	0,0700	0,0006	0,8436	0,7337	0,0051	0,1968	0,0060
Modal	10	0,622	0,0010	0,0944	0,8447	0,8281	0,1784	0,0020	0,0053
Modal	11	-0,970	0,0008	0,0003	0,8455	0,8284	0,0015	0,0000	0,0004
Modal	12	0,572	0,0078	0,0045	0,8532	0,8329	0,0121	0,0153	0,0174
Modal	13	0,538	0,0023	0,0012	0,8556	0,8341	0,0000	0,0068	0,0154
Modal	14	0,528	0,0009	0,0159	0,8565	0,8500	0,0317	0,0054	0,0871
Modal	15	0,506	0,0058	0,0009	0,8623	0,8509	0,0054	0,0082	0,0000
Modal	16	0,491	0,0012	0,0003	0,8634	0,8512	0,0011	0,0029	0,0003
Modal	17	0,474	0,0043	0,0016	0,8677	0,8528	0,0034	0,0065	0,0066

Modal	18	0,470	0,0000	0,0008	0,8678	0,8536	0,0016	0,0005	0,0086
Modal	19	0,452	0,0012	0,0011	0,8690	0,8548	0,0020	0,0041	0,0006
Modal	20	0,432	0,0016	0,0040	0,8705	0,8587	0,0082	0,0023	0,0000
Modal	21	0,430	0,0033	0,0031	0,8738	0,8618	0,0063	0,0069	0,0003
Modal	22	0,397	0,0025	0,0040	0,8762	0,8658	0,0088	0,0019	0,0012
Modal	23	0,388	0,0010	0,0000	0,8772	0,8658	0,0005	0,0012	0,0003
Modal	24	0,382	0,0172	0,0035	0,8944	0,8693	0,0061	0,0341	0,0079
Modal	25	0,369	0,0069	0,0118	0,9013	0,8812	0,0214	0,0109	0,0013
Modal	26	0,089	0,0052	0,0012	0,9067	0,9088	0,0035	0,0000	0,0000

4.3.3 Gaya Geser

Analisis gaya geser statik pada penelitian ini dilakukan dengan perhitungan manual yang berdasarkan SNI 1726:2019 dan dengan program bantu aplikasi. Hasil yang diperoleh dari perhitungan manual sebesar 17341,92 kN gaya geser statik arah X dan 17876,52 kN gaya geser statik arah Y. Sedangkan untuk hasil yang diperoleh dengan program bantu aplikasi sebesar 17344,81 kN untuk gaya geser arah X dan 17875,61 kN untuk gaya geser arah Y.

4.3.4 Penskalaan Gaya

Berdasarkan pemodelan struktur yang telah dilakukan, hasil gaya geser dasar melalui program aplikasi kurang 100% dari gaya geser yang dihitung melalui metode statik ekuivalen. Hasil gaya geser dasar melalui aplikasi dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Gaya geser dasar pemodelan struktur dengan Shear Wall 1

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
			kN	kN
Spec Ex	LinRespSpec	Max	12964,07	1148,203
Spec Ey	LinRespSpec	Max	1148,184	13506,71

Hasil gaya geser diatas belum memenuhi persyaratan gaya, sehingga harus dilakukan penskalaan gaya. Untuk perhitungan penskalaan gaya sebagai berikut.

$$SFfx = SF \times \left(\frac{V \text{ statik ekuivalen}}{Vt \text{ hasil program aplikasi}} \right) = 1225,83 \times \left(\frac{17344,81}{12964,07} \right) = 1640,02 \text{ mm/s}^2$$

$$SFfy = SF \times \left(\frac{V \text{ statik ekuivalen}}{Vt \text{ hasil program aplikasi}} \right) = 1225,83 \times \left(\frac{17,875,61}{13506,71} \right) = 1622,38 \text{ mm/s}^2$$

Setelah itu hasil dari penskalaan gaya di input ke program bantu aplikasi, dan didapatkan hasil gaya geser setelah penskalaan sebesar 17344,8673 kN untuk gaya

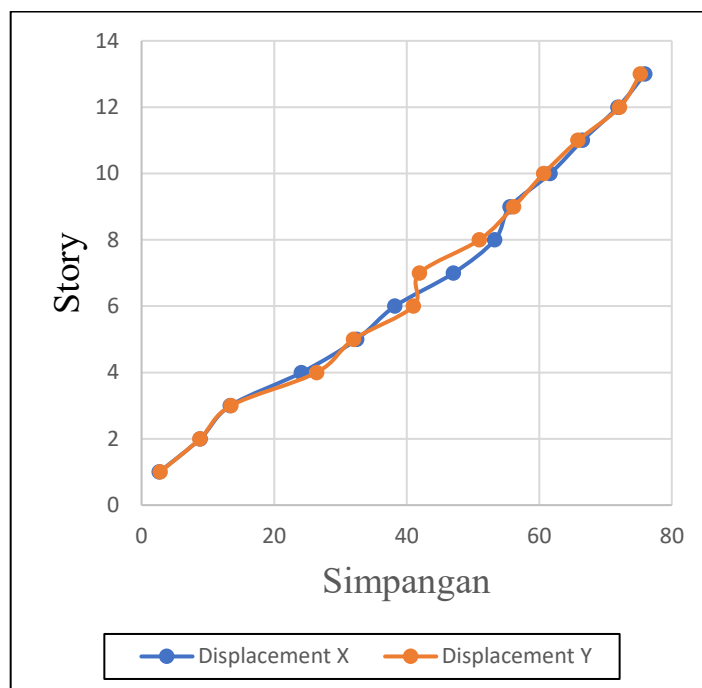
geser X dan 17876,51 kN untuk gaya geser arah Y. Dengan hasil tersebut maka gaya geser telah memenuhi syarat.

4.3.5 Simpangan Maksimum

Hasil simpangan maksimum diperoleh dari program bantu struktur, yang dapat dilihat pada tabel 4.7 dan gambar grafik 4.7

Tabel 4. 7 Simpangan maksimum pemodelan struktur dengan Shear Wall 1

Story	Displacement	
	δ_{ex} (mm)	δ_{ey} (mm)
13	75,965	75,295
12	71,874	72,139
11	66,537	65,872
10	61,67	60,69
9	55,631	56,163
8	53,297	50,978
7	47,083	41,951
6	38,245	41,032
5	32,481	32,007
4	24,15	26,421
3	13,404	13,506
2	8,841	8,804
1	2,706	2,811



Gambar 4. 7 Grafik simpangan struktur dengan shear wall model 1

4.3.6 Simpangan Antar Tingkat

Hasil simpangan antar tingkat didapat dari perhitungan manual. Pada pemodelan 2 ini tidak ada nilai drift yang melebihi batas limit yang telah ditentukan. Hasil simpangan antar tingkat dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4. 8 Simpangan antar tingkat pemodelan struktur dengan Shear Wall 1

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δ_{eX}	δ_{eY}	δ_{eX}	δ_{eY}		Δ_X	Δ_Y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
13	75,965	75,295	4,091	3,156	3400	22,501	17,358	52,308	OK
12	71,874	72,139	5,337	6,267	3400	29,353	34,469	52,308	OK
11	66,537	65,872	4,867	5,182	3400	26,769	28,501	52,308	OK
10	61,67	60,69	6,039	4,527	3400	33,215	24,899	52,308	OK
9	55,631	56,163	2,334	5,185	3400	12,837	28,518	52,308	OK
8	53,297	50,978	6,214	9,027	3400	34,177	49,649	52,308	OK
7	47,083	41,951	8,838	0,919	3400	48,609	5,055	52,308	OK
6	38,245	41,032	5,764	9,025	3400	31,702	49,638	52,308	OK
5	32,481	32,007	8,331	5,586	3400	45,821	30,723	52,308	OK
4	24,15	26,421	10,746	12,915	6000	59,103	71,033	92,308	OK
3	13,404	13,506	4,563	4,702	4500	25,097	25,861	69,231	OK

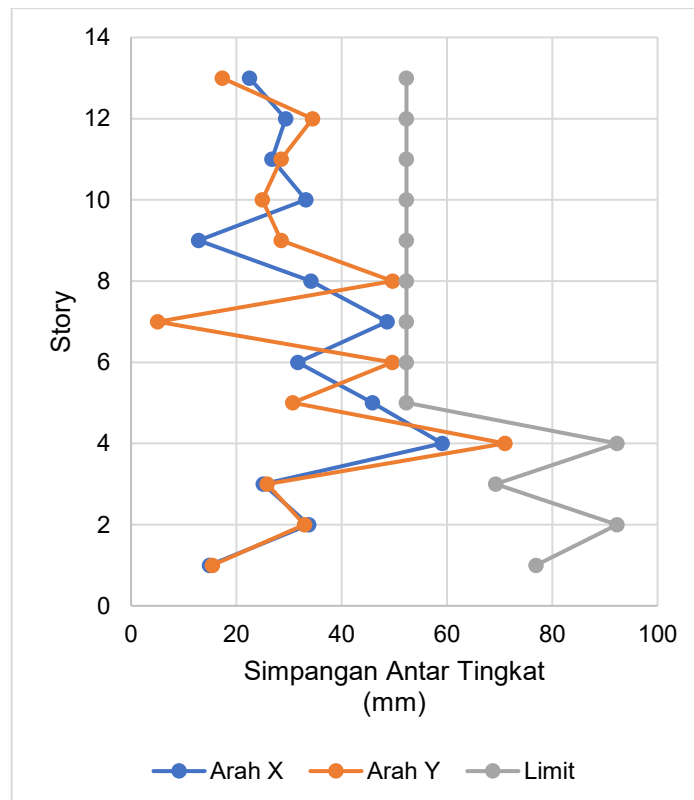
2	8,841	8,804	6,135	5,993	6000	33,743	32,962	92,308	OK
1	2,706	2,811	2,706	2,811	5000	14,883	15,461	76,923	OK

Contoh perhitungan pada story 2 arah X :

- *Story drift inelastic* izin (Δ) = $\frac{\Delta_a}{\rho} = \frac{0,02h}{1,3} = 0,0154 h$
- *Story drift inelastic* izin (Δ_{max}) = $\frac{\delta Cd}{I_e}$
- *Elastic drift* = $\delta_2 - \delta_1 = 8,841 - 2,706 = 6,135 \text{ mm}$
- *Inelastic drift* = $\frac{\delta Cd}{I_e} = \frac{6,135(5,5)}{1,0} = 33,743 \text{ mm}$
- *Drift limit* = $0,0154 h = 0,0154 (6000) = 92,308 \text{ mm}$
- Kontrol simpangan antar Tingkat

Inelastic drift (= 33,743 mm) < *drift limit* (= 92,308mm) OK!!

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh grafik simpangan antar tingkat yang dapat dilihat pada gambar 4.8

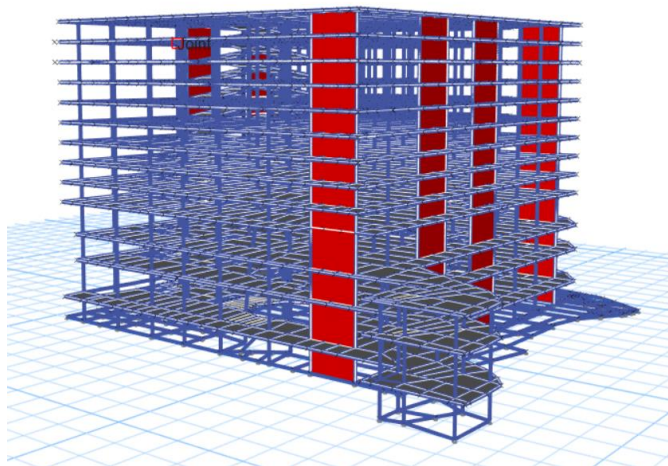


Gambar 4. 8 Grafik simpangan antar tingkat struktur dengan *shear wall* model 1

4.4 Analisa Struktur dengan Shear Wall Model 2

4.4.1 Model Struktur

Pemodelan ini merupakan model 2 struktur gedung sistem rangka pemikul momen dengan penambahan *shear wall*. Pemodelan struktur gedung dan letak dinding geser dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4. 9 Pemodelan 3D struktur dengan *shear wall* 2

4.4.2 Kontrol Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726:2019 partisipasi massa ragam harus lebih dari 90% atau minimal sebesar 90% dari massa struktur. Dari analisa yang telah dilakukan melalui program bantu didapatkan nilai partisipasi massa model struktur dengan *shear wall* 1 yaitu sebesar 0,9196 untuk arah X dan 0,9685 untuk arah Y. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4. 9 Rasio modal partisipasi massa pemodelan struktur dengan Shear Wall 2

Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ
		sec							
Modal	1	2,831	0,0164	0,1173	0,0164	0,1173	0,0449	0,0070	0,0001
Modal	2	2,796	0,0004	0,0122	0,0168	0,1295	0,0060	0,0001	0,0010
Modal	3	2,302	0,0368	0,5595	0,0535	0,6890	0,2835	0,0173	0,0046
Modal	4	2,086	0,6471	0,0149	0,7006	0,7040	0,0089	0,3114	0,0170
Modal	5	1,734	0,0001	0,0144	0,7007	0,7184	0,0094	0,0006	0,1230
Modal	6	1,702	0,0192	0,0001	0,7199	0,7185	0,0002	0,0100	0,5454
Modal	7	-1,113	0,0002	0,0008	0,7201	0,7193	0,0015	0,0000	0,0000
Modal	8	0,798	0,0008	0,0006	0,7209	0,7199	0,0022	0,0031	0,0020
Modal	9	0,763	0,0023	0,0018	0,7232	0,7218	0,0045	0,0046	0,0000
Modal	10	0,731	0,0006	0,1146	0,7238	0,8363	0,2804	0,0031	0,0001

Modal	11	0,675	0,0912	0,0012	0,8149	0,8376	0,0045	0,2521	0,0009
Modal	12	0,594	0,0043	0,0009	0,8192	0,8385	0,0025	0,0071	0,0020
Modal	13	0,578	0,0000	0,0018	0,8193	0,8403	0,0035	0,0001	0,0085
Modal	14	0,574	0,0044	0,0004	0,8237	0,8407	0,0003	0,0078	0,0033
Modal	15	0,543	0,0104	0,0031	0,8341	0,8439	0,0053	0,0139	0,0812
Modal	16	0,532	0,0070	0,0000	0,8411	0,8439	0,0000	0,0077	0,0280
Modal	17	0,524	0,0123	0,0008	0,8533	0,8447	0,0025	0,0207	0,0216
Modal	18	0,500	0,0005	0,0000	0,8538	0,8447	0,0003	0,0003	0,0041
Modal	19	-0,884	0,0002	0,0010	0,8540	0,8456	0,0000	0,0025	0,0002
Modal	20	-0,831	0,0061	0,0000	0,8602	0,8456	0,0002	0,0025	0,0003
Modal	21	0,471	0,0015	0,0003	0,8617	0,8459	0,0009	0,0031	0,0002
Modal	22	0,471	0,0002	0,0005	0,8618	0,8465	0,0003	0,0001	0,0067
Modal	23	0,440	0,0020	0,0004	0,8639	0,8469	0,0013	0,0047	0,0006
Modal	24	0,430	0,0038	0,0035	0,8676	0,8504	0,0042	0,0068	0,0001
Modal	25	0,421	0,0009	0,0185	0,8685	0,8689	0,0284	0,0029	0,0000
Modal	26	0,418	0,0000	0,0190	0,8685	0,8879	0,0331	0,0000	0,0004
Modal	27	0,406	0,0156	0,0004	0,8841	0,8882	0,0002	0,0252	0,0000
Modal	28	0,389	0,0134	0,0033	0,8976	0,8915	0,0068	0,0202	0,0024
Modal	29	0,377	0,0038	0,0042	0,9013	0,8957	0,0078	0,0062	0,0000
Modal	30	0,370	0,0006	0,0008	0,9019	0,8966	0,0015	0,0008	0,0004
Modal	31	0,365	0,0005	0,0020	0,9024	0,8985	0,0037	0,0012	0,0003
Modal	32	0,351	0,0015	0,0046	0,9038	0,9031	0,0096	0,0025	0,0004
Modal	33	0,344	0,0008	0,0002	0,9047	0,9033	0,0004	0,0025	0,0004
Modal	34	0,334	0,0005	0,0002	0,9051	0,9035	0,0006	0,0006	0,0059
Modal	35	0,320	0,0055	0,0077	0,9106	0,9112	0,0186	0,0130	0,0003

4.4.3 Gaya Geser

Analisis gaya geser statik pada penelitian ini dilakukan dengan perhitungan manual yang berdasarkan SNI 1726:2019 dan dengan program bantu aplikasi. Hasil yang diperoleh dari perhitungan manual sebesar 16679,75 kN gaya geser statik arah X dan 16679,75 kN gaya geser statik arah Y. Sedangkan untuk hasil yang diperoleh dengan program bantu aplikasi sebesar 18305,1 kN untuk gaya geser arah X dan 16675,117 kN untuk gaya geser arah Y.

4.4.4 Penskalaan Gaya

Berdasarkan pemodelan struktur yang telah dilakukan, hasil gaya geser dasar melalui program aplikasi kurang 100% dari gaya geser yang dihitung melalui metode statik ekuivalen. Hasil gaya geser dasar melalui aplikasi dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4. 10 Gaya geser dasar pemodelan struktur dengan Shear Wall 2

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
			kN	kN
Spec Ex	LinRespSpec	Max	13380,439	2268,1053
Spec Ey	LinRespSpec	Max	2268,0763	11503,5973

Hasil gaya geser diatas belum memenuhi persyaratan gaya, sehingga harus dilakukan penskalaan gaya. Untuk perhitungan penskalaan gaya sebagai berikut.

$$SFf_x = SF \times \left(\frac{V \text{ statik ekuivalen}}{Vt \text{ hasil program aplikasi}} \right) = 1225,83 \times \left(\frac{18305,1}{13380,439} \right) = 1676,96 \text{ mm/s}^2$$

$$SFf_y = SF \times \left(\frac{V \text{ statik ekuivalen}}{Vt \text{ hasil program aplikasi}} \right) = 1225,83 \times \left(\frac{16679,75}{11503,5973} \right) = 1777,36 \text{ mm/s}^2$$

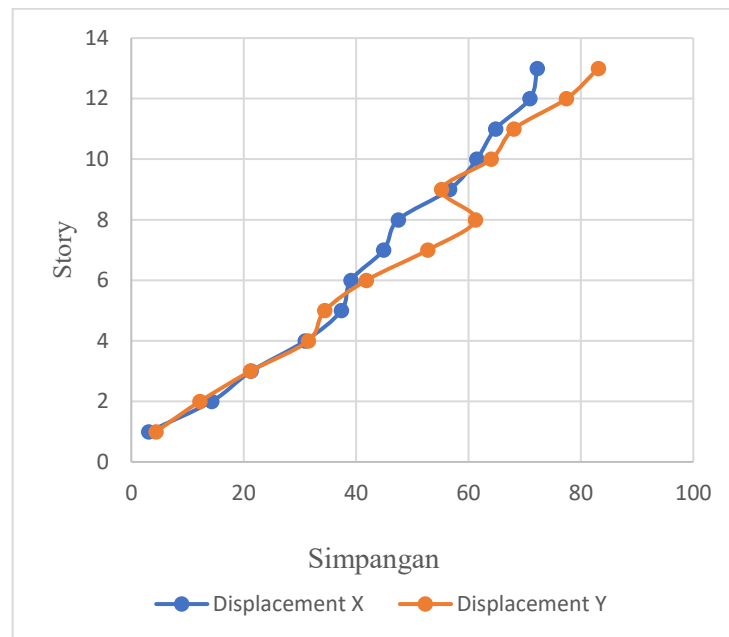
Setelah itu hasil dari penskalaan gaya di input ke program bantu aplikasi, dan didapatkan hasil gaya geser setelah penskalaan sebesar 18305,16 kN untuk gaya geser X dan 16679,75 kN untuk gaya geser arah Y. Dengan hasil tersebut maka gaya geser telah memenuhi syarat.

4.4.5 Simpangan Maksimum

Hasil simpangan maksimum diperoleh dari program bantu struktur, yang dapat dilihat pada tabel 4.11 dan gambar grafik 4.10

Tabel 4. 11 Simpangan maksimum pemodelan struktur dengan Shear Wall 2

Story	Displacement	
	δe_x (mm)	δe_y (mm)
13	72,237	83,128
12	70,941	77,428
11	64,83	68,098
10	61,488	64,019
9	56,636	55,207
8	47,503	61,261
7	44,907	52,757
6	39,084	41,847
5	37,39	34,45
4	30,948	31,523
3	21,351	21,221
2	14,316	12,221
1	3,123	4,387



Gambar 4.10 Grafik simpangan struktur dengan *shear wall* model 2

4.4.6 Simpangan Antar Tingkat

Hasil simpangan antar tingkat didapat dari perhitungan manual. Pada pemodelan 3 ini terdapat 1 lantai dimana nilai driftnya melebihi batas limit yang telah ditentukan, yaitu pada lantai atau story 7. Hasil simpangan antar tingkat dapat dilihat pada tabel 4.12

Tabel 4.12 Simpangan antar tingkat pemodelan struktur dengan Shear Wall 2

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δe_X (mm)	δe_Y (mm)	δe_X (mm)	δe_Y (mm)		Δ_X (mm)	Δ_Y (mm)		
13	72,237	83,128	1,296	5,700	3400	7,128	31,350	52,308	OK
12	70,941	77,428	6,111	9,330	3400	33,611	51,315	52,308	OK
11	64,83	68,098	3,342	4,079	3400	18,381	22,435	52,308	OK
10	61,488	64,019	4,852	8,812	3400	26,686	48,466	52,308	OK
9	56,636	55,207	9,133	6,054	3400	50,232	33,297	52,308	OK
8	47,503	61,261	2,596	8,504	3400	14,278	46,772	52,308	OK
7	44,907	52,757	5,823	10,910	3400	32,027	60,005	52,308	NOT OK
6	39,084	41,847	1,694	7,397	3400	9,317	40,684	52,308	OK
5	37,39	34,45	6,442	2,927	3400	35,431	16,099	52,308	OK

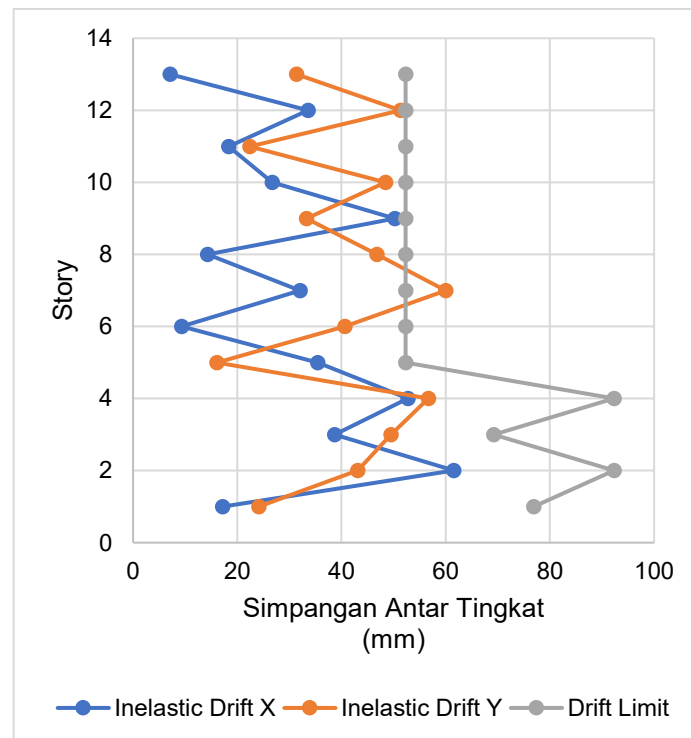
4	30,948	31,523	9,597	10,302	6000	52,784	56,661	92,308	OK
3	21,351	21,221	7,035	9,000	4500	38,693	49,500	69,231	OK
2	14,316	12,221	11,193	7,834	6000	61,562	43,087	92,308	OK
1	3,123	4,387	3,123	4,387	5000	17,177	24,129	76,923	OK

Contoh perhitungan pada story 2 arah X :

- *Story drift inelastic* izin (Δ) = $\frac{\Delta_a}{\rho} = \frac{0,02h}{1,3} = 0,0154 h$
- *Story drift inelastic* izin (Δ_{max}) = $\frac{\delta Cd}{I_e}$
- *Elastic drift* = $\delta_2 - \delta_1 = 14,316 - 3,123 = 11,193 \text{ mm}$
- *Inelastic drift* = $\frac{\delta Cd}{I_e} = \frac{11,193(5,5)}{1,0} = 61,562 \text{ mm}$
- *Drift limit* = $0,0154 h = 0,0154 (6000) = 92,308 \text{ mm}$
- Kontrol simpangan antar Tingkat

Inelastic drift (= 61,562 mm) < *drift limit*(= 92,308mm)OK!!

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh grafik simpangan antar tingkat yang dapat dilihat pada gambar 4.11



Gambar 4. 11 Grafik simpangan antar tingkat struktur dengan *shear wall 2*

4.5 Perbandingan Hasil Analisis

4.5.1 Perbandingan Hasil Gaya Geser

Setelah dilakukan analisis gaya geser pada ketiga pemodelan dengan program bantu aplikasi serta perhitungan manual, diperoleh nilai gaya geser dasar pemodelan 2 (pemodelan struktur dengan *shear wall* ke-1) yaitu sebesar 17344,8673 kN untuk gaya geser X dan 17876,506 kN untuk gaya geser arah Y. Pada pemodelan 3 didapatkan nilai gaya geser dasar sebesar 18305,1567 arah X dan 16679,7468 untuk arah Y. Berdasarkan persamaan $V = C_s.W$, dimana gaya geser berbanding lurus dengan berat bangunan sehingga semakin berat bangunan maka gaya geser dasar akan semakin besar. Perbandingan hasil gaya geser dasar dan massa bangunan ketiga model terdapat pada table 4.13 dan table 4.14

Tabel 4. 13 Perbandingan hasil gaya geser ketiga pemodelan

Arah	Gaya Geser Dasar		
	Model 1 (Eksisting)	Model 2 (eksisting dan Shear Wall 1)	Model 3 (Eksisting dan Shear Wall 2)
X	16444,097	17344,8673	18305,1567
Y	16444,0622	17876,506	16679,7468

Tabel 4. 14 Perbandingan massa bangunan ketiga pemodelan

Massa Bangunan		
Model 1 (Eksisting)	Model 2 (eksisting dan Shear Wall 1)	Model 3 (Eksisting dan Shear Wall 2)
49302,6894	50129,4429	50009,277

4.5.2 Perbandingan Hasil Periode Struktur

Setelah dilakukan analisis periode struktur pada ketiga pemodelan dengan program bantu, diperoleh nilai periode struktur terkecil pada pemodelan 2 (pemodelan struktur dengan *shear wall* ke-1) yaitu sebesar 2,207 untuk arah X dan 2,141 untuk arah Y. Peningkatan kekakuan akibat *shear wall* menyebabkan periode struktur menurun dan mempercepat respon dinamik terhadap beban gempa. Perbandingan dari ketiga model dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4. 15 Perbandingan periode struktur ketiga pemodelan

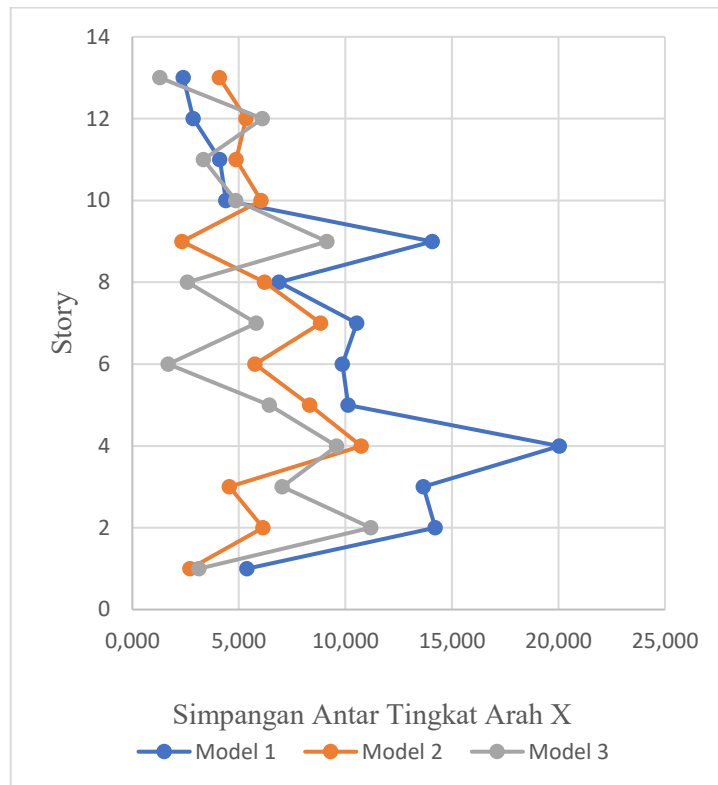
Arah	Periode Struktur		
	Model 1 (Eksisting)	Model 2 (eksisting dan Shear Wall 1)	Model 3 (Eksisting dan Shear Wall 2)
X	3,118	2,207	2,831
Y	2,966	2,141	2,796

4.5.3 Perbandingan Hasil Simpangan Antar Tingkat

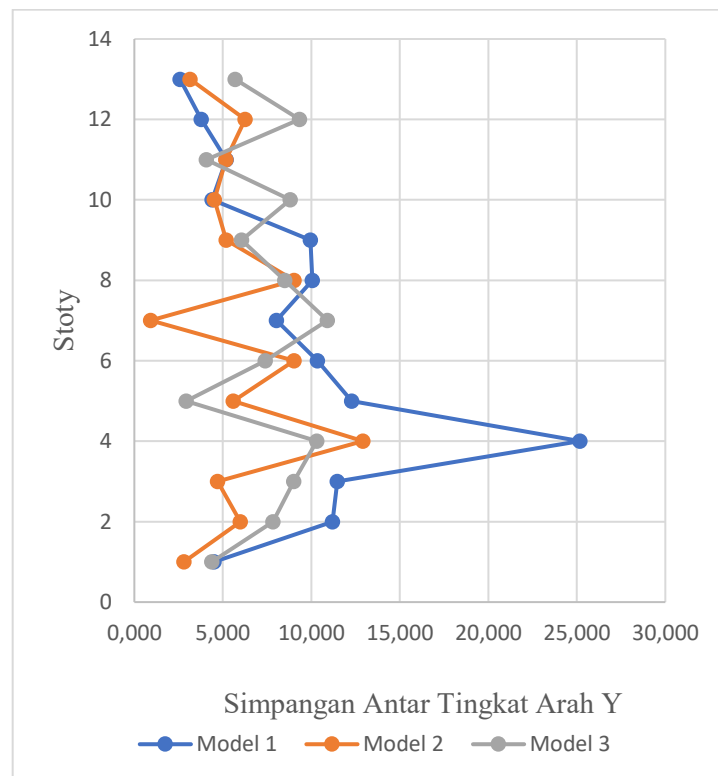
Setelah dilakukan analisis simpangan maksimum pada ketiga pemodelan dengan program bantu aplikasi, diperoleh nilai simpangan antar lantai paling kecil pada pemodelan 2. Dengan hasil simpangan terbesar yaitu 10,746 mm untuk arah X dan 12,915 mm untuk arah Y. Berdasarkan grafik pada gambar 4.13, simpangan antar tingkat pada pemodelan 2 dan 3 hampir sama. Namun dari segi nilai pemodelan 2 memiliki simpangan antar tingkat lebih kecil. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu letak penempatan *shear wall*. Hasil perbandingan simpangan antar tingkat dapat dilihat pada table 4.16, gambar 4.12 dan gambar 4.13

Tabel 4. 16 Perbandingan hasil simpangan antar tingkat ketiga pemodelan

Story	Model 1		Model 2		Model 3	
	<i>Inelastic Drift</i>		<i>Inelastic Drift</i>		<i>Inelastic Drift</i>	
	Δ_X	Δ_Y	Δ_X	Δ_Y	Δ_X	Δ_Y
13	2,398	2,582	4,091	3,156	1,296	5,700
12	2,858	3,784	5,337	6,267	6,111	9,330
11	4,108	5,190	4,867	5,182	3,342	4,079
10	4,399	4,401	6,039	4,527	4,852	8,812
9	14,080	9,955	2,334	5,185	9,133	6,054
8	6,894	10,057	6,214	9,027	2,596	8,504
7	10,540	8,037	8,838	0,919	5,823	10,910
6	9,856	10,351	5,764	9,025	1,694	7,397
5	10,128	12,274	8,331	5,586	6,442	2,927
4	20,052	25,178	10,746	12,915	9,597	10,302
3	13,665	11,459	4,563	4,702	7,035	9,000
2	14,225	11,204	6,135	5,993	11,193	7,834
1	5,381	4,497	2,706	2,811	3,123	4,387



Gambar 4. 12 Grafik perbandingan simpangan antar tingkat arah X



Gambar 4. 13 Grafik perbandingan simpangan antar tingkat arah Y

4.6 Analisa Efektivitas *Shear Wall*

Setelah melakukan analisis dan perbandingan terhadap ketiga pemodelan struktur, selanjutnya dilakukan perbandingan efektivitas antara pemodelan struktur dengan *shear wall* 1 dan pemodelan struktur dengan *shear wall* 2. Berdasarkan hasil perbandingan periode struktur, pemodelan 2 (eksisting dan *shear wall* 1) mengalami penurunan lebih besar dari pemodelan 3 (eksisting dan *shear wall* 2) dengan perbedaan sebesar 22% arah X dan 23% arah Y. Selain itu, berdasarkan perbandingan gaya geser dasar, pada arah X pemodelan 3 memiliki gaya geser dasar 6% lebih besar dari pemodelan 2, sedangkan pada arah Y pemodelan 2 memiliki gaya geser dasar 7% lebih besar dari pemodelan 3. Sementara itu, berdasarkan perbandingan simpangan antar tingkat, pemodelan 2 menunjukkan kinerja lebih baik dari pemodelan 3, yaitu sebesar 5% arah X dan 21% arah Y. Perbedaan hasil tersebut dipengaruhi oleh letak penempatan *shear wall*, pada pemodelan 2 *shear wall* diletakkan pada tempat yang memiliki nilai simpangan terbesar dan juga pada inti bangunan, yaitu lift dan tangga. Selain itu juga salah satu letak *shear wall* dekat dengan pusat bangunan sehingga memiliki pengaruh lebih besar dari pemodelan 3. Persentase hasil perbandingan antara pemodelan 2 dan pemodelan 3 dapat dilihat pada tabel 4.17, tabel 4.18 dan tabel 4.19

Tabel 4. 17 Persentase perbandingan periode struktur model shear wall 1 dan 2 terhadap model eksisting

Arah	Periode Struktur					
	eks	ws 1	ws 2	perbandingan eks & M1	perbandingan eks & M2	perbandingan M1 dan M2
X	3,118	2,207	2,831	41%	10%	22%
Y	2,966	2,141	2,796	39%	6%	23%

Tabel 4. 18 Persentase perbandingan gaya geser model shear wall 1 dan 2 terhadap model eksisting

Arah	Gaya geser					
	eks	ws 1	ws 2	perbandingan eks & M1	perbandingan eks & M2	perbandingan M1 & M2
x	16444,1	17344,9	18305,2	5%	11%	6%
y	16444,1	17876,5	16679,7	9%	1%	7%

Tabel 4. 19 Persentase perbandingan simpangan antar tingkat model shear wall 1 dan 2 terhadap model eksisting

Arah	simpangan antar tingkat rata-rata					
	eks	ws 1	ws 2	perbandingan eks & M1	perbandingan eks & M2	perbandingan M1 dan M2
x	50,170	32,139	30,562	36%	39%	5%
y	50,333	31,856	40,292	37%	20%	21%

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tata letak penempatan *shear wall* pemodelan 2 lebih efektif daripada pemodelan 3, hal ini dibuktikan dengan hasil perbandingan antara kedua pemodelan dimana pada periode struktur pemodelan 2 lebih mampu mengurangi sebesar 22% untuk arah X dan 23% untuk arah Y. Selain itu, pemodelan 2 juga mampu menahan gaya geser lebih banyak sebesar 7% untuk arah Y. Pemodelan 2 juga mampu mengurangi simpangan antar tingkat lebih banyak sebesar 5% untuk arah X dan 21% untuk arah Y.
2. Penambahan *shear wall* terhadap kinerja gedung memberikan perubahan respon pada struktur sebagai berikut:
 - Mampu mengurangi periode struktur dengan presentase kinerja sebesar 41% arah X dan 39% arah Y untuk pemodelan 2. Sebesar 10% arah X dan 6% arah Y untuk pemodelan 3;
 - Gaya geser dasar bertambah sebesar 5% arah X dan 9% arah Y untuk pemodelan 2. Sebesar 11% arah X dan 1% arah Y untuk pemodelan 3;
 - Simpangan antar tingkat berkurang sebesar 36% arah X dan 37% arah Y untuk pemodelan 2. Sebesar 39% arah X dan 20% arah Y untuk pemodelan 3.

5.2 Saran

1. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya bisa menggunakan metode analisis yang lain seperti (pushover atau time history).
2. Bisa mencoba menggunakan variasi variasi lain dari dinding geser.

DAFTAR PUSTAKA

- Abate, M., Evangelista, A. C. J., & Tam, V. W. Y. (2023). Comparative Response Spectrum Analysis on 15- and 50-Story Reinforced Concrete Buildings Having Shear Walls with and without Openings as per EN1998-1 Seismic Code. *Buildings*, 13(5), 1–31. <https://doi.org/10.3390/buildings13051303>
- Agus, & Maimunnah, S. (2021). Respon Gempa Gedung Beton Bertulang 20 Tingkat dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 8(2), 3. <https://doi.org/10.21063/jts.2021.v802.03>
- Alamiati, Y., & Ryanto, M. (2022). *masrahman,+1229-LE-Yusy+Alamiati,M+Ryanto*. 2(2), 163–173.
- Hasibuan, S. A. R. S., & Ma'arif, F. (2022). Optimasi Letak Shear Wall Pada Struktur Gedung. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 5(4), 819–830. <https://doi.org/10.24912/jmts.v5i4.18143>
- Kalangi, H. T., Tanijaya, J., & Thetrawan, M. (2021). Analisis Pengaruh Penempatan Dinding Geser Terhadap Perilaku Dinamik Struktur Bangunan. *Ritektra* 2021, 2016, 14. <https://journal.unpar.ac.id/index.php/ritetra/article/view/4921>
- Lutfi, S., Susanti, E., & Propika, J. (2019). Studi Perbandingan Perilaku Struktur Bangunan Terhadap Posisi Dinding Geser. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, Dan Infrastruktur*, 130.
- Maheshwari, R. (2024). Comparative Seismic Analysis of G+20 RC Framed Structure Building for with and without Shear Walls. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 10(September), 257–266. <https://doi.org/10.22146/jcef.12854>
- Sistem, D., & Standar, P. (2020). *Penerapan Standar Nasional Indonesia*. 8.
- SNI 1727- 2020. (2020). Penetapan Standar Nasional Indonesia 1727 : 2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur. *Badan Standardisasi Nasional 1727:2020*, 8, 1–336.
- Syafwandi, Agyanata Tua Munthe, & Destrina Dwi Aryani. (2024). Analisis Pengaruh Penambahan Shear Wall Terhadap Simpangan Struktur Gedung Akibat Gempa Berdasarkan Sni 1726-2012. *Journal of Civil Engineering*

Building and Transportation, 8(1), 147–155.
<https://doi.org/10.31289/jcebt.v8i1.11566>

Tanii, A., S Pah, J. J., Ramang, R., & Rizal, A. (2023). Keefektifan Penempatan Dinding Geser Bangunan Tingkat Tinggi Dalam Mengurangi Simpangan Sturtur. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 69–78.

Trimurtiningrum, R., Sarya, G., Widhiarto, H., Rohaniawan, H. W., & Masruri, M. H. (2022). Perbandingan Respons Struktur Gedung Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa Dengan Variasi Penempatan Dinding Geser. *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 10(3), 105.
<https://doi.org/10.30742/axial.v10i3.2628>

Usmat I, N. A., Imran, I., & Sultan, M. A. (2019). Analisa Letak Dinding Geser (Shear Wall) Terhadap Perilaku Struktur Gedung Akibat Beban Gempa. *Techno: Jurnal Penelitian*, 8(2), 297. <https://doi.org/10.33387/tk.v8i2.1327>

Wibowo, L. S. B., & Zebua, D. (2021). Analisis Pengaruh Lokasi Dinding Geser Terhadap Pergeseran Lateral Bangunan Bertingkat Beton Bertulang 5 Lantai. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 4(1), 16–20.
<https://doi.org/10.25139/jprs.v4i1.3490>

LAMPIRAN

5.3 Definisi kelas situs

Tipe kelas situs harus ditetapkan sesuai dengan definisi dari Tabel 5 dan pasal-pasal berikut.

Tabel 5 – Klasifikasi situs

Kelas situs	\bar{V}_s (m/detik)	\bar{N} atau $\bar{N}_{1,0}$	\bar{s}_u (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser nirair $s_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m)		

© BSN 2019

29 dari 238

SNI 1726:2019

	- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $s_u < 50$ kPa
--	---

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

Tabel 6 – Koefisien situs, F_s

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS ^(a)					

CATATAN:

(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 0

Tabel 7 – Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

© BSN 2019

34 dari 238

SNI 1726:2019

SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS ^(a)					

Tabel 10 – Koefisien Situs $F_{PG,1}$

Kelas Situs	PGA ≤ 0,1	PGA = 0,2	PGA = 0,3	PGA = 0,4	PGA = 0,5	PGA ≥ 0,6
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
SE	2,4	1,9	1,6	1,4	1,2	1,1
SF	SS ^(a)					

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan C_i dan x

Tipe struktur	C_i	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Tabel 12 – Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^d				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f
A. Sistem dinding penumpu								
1. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h}	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail ^g	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa ^g	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah ^g	4	2½	4	TB	TB	12'	12'	12'
6. Dinding geser pracetak biasa ^g	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2½	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1½	TB	48	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2½	2	TB	10	TI	TI	TI
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
16. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2½	2	TB	TB	10	TI	TI
18. Sistem dinding rangka ringan (baja canai dingin) menggunakan bresing strip datar	4	2	3½	TB	TB	20	20	20
B. Sistem rangka bangunan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	6	2	5	TB	TB	48	48	30
3. Rangka baja dengan bresing konsentris biasa	3½	2	3½	TB	TB	10'	10'	TI ^f
4. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h}	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
5. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
6. Dinding geser beton polos detail ^g	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser beton polos biasa ^g	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Dinding geser pracetak menengah ^g	5	2½	4½	TB	TB	12'	12'	12'
9. Dinding geser pracetak biasa ^g	4	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
11. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5	2	4½	TB	TB	48	48	30
12. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3	2	3	TB	TB	TI	TI	TI
13. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	6½	2½	5½	TB	TB	48	48	30
14. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
15. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
16. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	2½	4	TB	TB	48	48	30
17. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
18. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	2	TB	48	TI	TI	TI

Tabel 12 – Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik (lanjutan)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^d					
				Kategori desain seismik					
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f	
19. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI	
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI	
21. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI	
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22	
23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22	
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB	
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	6	2½	5	TB	TB	46	46	30	
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	46	46	30	
C. Sistem rangka pemikul momen									
1. Rangka baja pemikul momen khusus	6	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB	
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	46	30	TI	
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^g	TI ^h	TI ^h	
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ⁱ	TI ⁱ	TI ⁱ	
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	6	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB	
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI	
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI	
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	6	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB	
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI	
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	46	46	30	TI	TI	
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI	
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10	
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan									
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	6	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB	
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB	
3. Dinding geser beton bertulang khusus ^{o,h}	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB	
4. Dinding geser beton bertulang biasa ^o	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI	
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	6	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB	
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB	
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB	
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB	
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2½	5	TB	TI	TI	TI	TI	
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	3	5	TB	TB	TB	TB	TB	
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3½	TB	TB	TI	TI	TI	
12. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB	
13. Dinding geser pelat baja khusus	6	2½	6½	TB	TB	TB	TB	TB	

Tabel 4.3-1 - Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_o dan beban hidup terpusat minimum

Hunian atau penggunaan	Merata, L_o psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Apartemen (lihat rumah tinggal)					
Sistem lantai akses					
Ruang kantor	50 (2,4)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,9)	
Ruang komputer	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,9)	
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7,18)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Ruang pertemuan					
Kursi tetap (terikat di lantai)	60 (2,87)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Lobi	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Kursi dapat dipindahkan	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Panggung pertemuan	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Lantai podium	150 (7,18)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		4.14
Tribun penonton Stadion dan arena dengan kursi tetap (terikat di lantai)	60 (2,87)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		4.14
Ruang pertemuan lainnya	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m ²)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	300 (1,33)	
Koridor					
Lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Lantai lain	Sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain				
Ruang makan dan restoran	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Hunian (lihat rumah tinggal)					
Dudukan mesin elevator (pada area 2 in.x 2 in. [50 mm x 50 mm])		-	-	300 (1,33)	
Konstruksi pelat lantai finishing ringan (pada area 1 in.x 1 in. [25 mm x 25 mm])		-	-	200 (0,89)	

Tabel 4.3-1 (Lanjutan) - Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_o dan beban hidup terpusat minimum

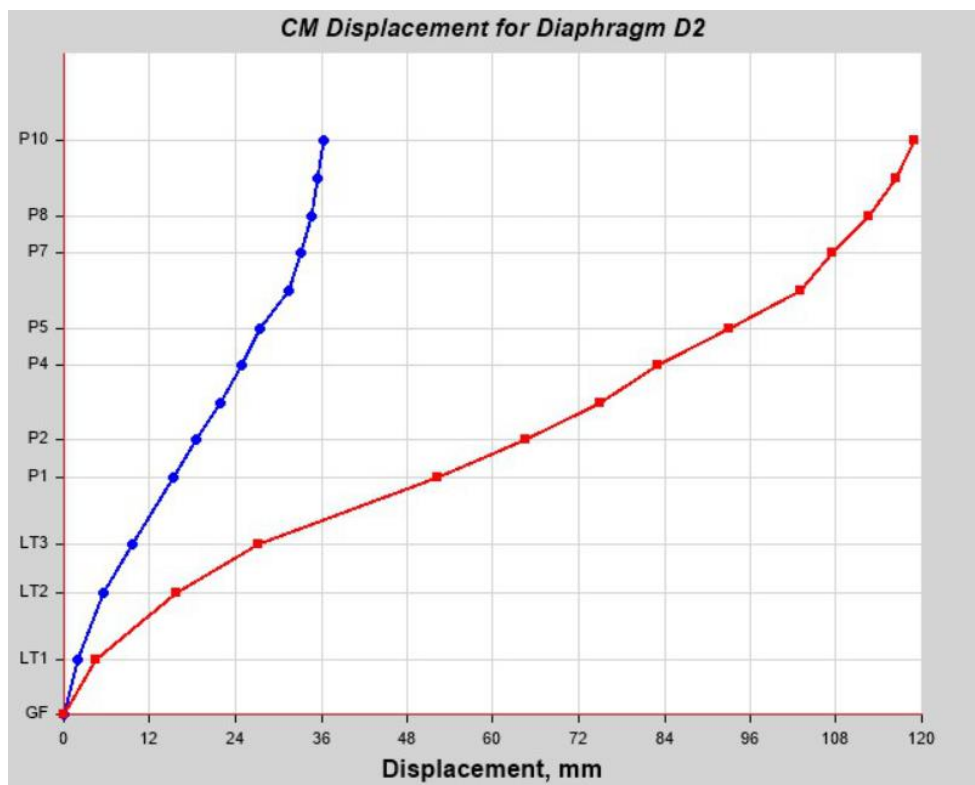
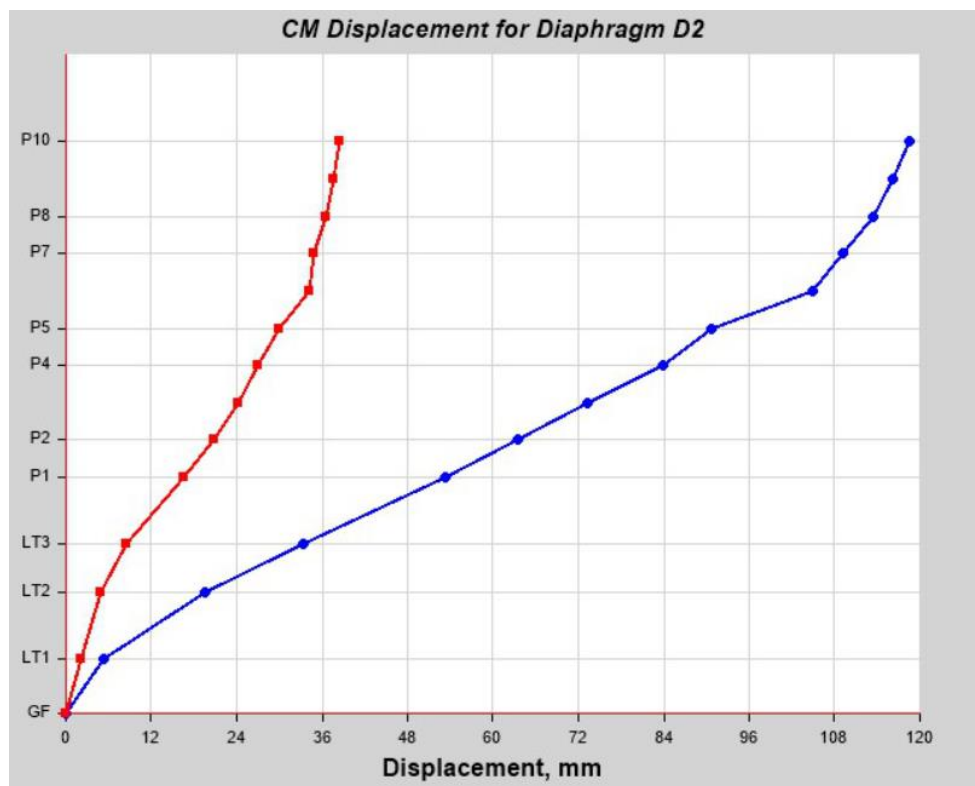
Hunian atau penggunaan	Merata, L_o psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Jalur penyelamatan saat kebakaran	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Hunian satu keluarga saja	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Tangga permanen		-	-		Lihat Pasal 4.5.4
Garasi/Parkir (Lihat Pasal 4.10)					
Mobil penumpang saja	40 (1,92)	Tidak (4.7.4)	Ya (4.7.4)		Lihat Pasal 4.10.1
Truk dan bus	Lihat Pasal 4.10.2	-	-		Lihat Pasal 4.10.2
Pegangan tangga dan pagar pengaman					
Batang pegangan	Lihat 4.5.1	-	-		Lihat 4.5.1 Lihat 4.5.2
Helipad (Lihat Pasal 4.11)					
Helikopter dengan berat lepas landas sebesar 3.000 lb (13,35 kN) atau kurang	40 (1,92)	Tidak (4.11.1)	-		Lihat Pasal 4.11.2
Helikopter dengan berat lepas landas Lebih dari 3.000 lb (13,35 kN)	60 (2,87)	Tidak (4.11.1)	-		Lihat Pasal 4.11.2
Rumah sakit					
Ruang operasi, laboratorium	60 (2,87)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Ruang pasien	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Hotel (lihat rumah tinggal)					
Perpustakaan					
Ruang baca	60 (2,87)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Ruang penyimpanan	150 (7,18)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	1.000 (4,45)	4.13
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Pabrik					
Ringan	125 (6,00)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	2.000 (8,90)	
Berat	250 (11,97)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	3.000 (13,35)	
Gedung perkantoran					
Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian					
Lobi dan koridor lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)	
Kantor	50 (2,40)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)	
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)	
Lembaga hukum					
Blok sel	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Koridor	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Tempat rekreasi					
Tempat bowling, billiard, dan penggunaan sejenis	75 (3,59)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Ruang dansa dan ballroom	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Gimnasium	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		

SNI 1727:2020

Tabel 4.3-1 (Lanjutan) - Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_0 dan beban hidup terpusat minimum

Hunian atau penggunaan	Merata, L_0 , psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Rumah tinggal					
Hunian satu dan dua keluarga					
Loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang	10 (0,48)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		4.12.1
Loteng yang tidak dapat dihuni dengan gudang	20 (0,96)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		4.12.2
Loteng yang dapat dihuni dan ruang tidur	30 (1,44)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Semua ruang kecuali tangga	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Semua hunian rumah tinggal lainnya					
Ruang pribadi dan koridornya	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Ruang publik	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Koridor ruang publik	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Atap					
Atap datar, berbung, dan lengkung	20 (0,96)	Ya (4.8.2)	-		4.8.1
Atap yang digunakan penghuni	Sama dengan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.3)	-		
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,70)	Ya (4.8.3)	-		
Atap vegetatif dan atap lansekap					
Atap bukan untuk hunian	20 (0,96)	Ya (4.8.2)	-		
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,79)	Ya (4.8.3)	-		
Atap untuk penggunaan lainnya	Sama dengan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.3)	-		
Awning dan kanopi					
Atap konstruksi fabric yang didukung oleh struktur rangka kaku ringan	5 (0,24)	Tidak (4.8.2)	-		
Rangka penutup layar penutup	5 (0,24)	Tidak (4.8.2)	-	200 (0,89)	
	berdasarkan area tributari dari atap yang didukung oleh komponen struktur rangka				
Semua konstruksi lainnya	20 (0,96)	Ya (4.8.2)			4.8.1
Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai tempat bekerja					
Titik panel tunggal dari kord bawah rangka batang atap atau suatu titik sepanjang komponen struktur utama pendukung atap diatas pabrik, gudang penyimpanan dan pekerjanya, dan garasi bengkel		-	-	2000 (8,90)	
Semua komponen struktur atap utama lainnya		-	-	300 (1,33)	
Semua permukaan atap dengan beban pekerja pemeliharaan				300 (1,33)	

Hasil grafik simpangan dari etabs



Beberapa data gambar dan data lainnya dapat dilihat pada link dan *Qr Code* berikut ini :

https://drive.google.com/drive/folders/1x9xWkDUKvPsW9Qr7SkaLFEIV0u2FzTFA?usp=drive_link

