

SKRIPSI

**OPTIMASI PENEMPATAN DINDING GESER
(SHEARWALL) PADA BANGUNAN RUMAH SAKIT UMUM
DAERAH KOTA MANADO**

Disusun :

RENALDI REFOR SOLEMAN

NIM : 16012066



**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN KONSTRUKSI BANGUNAN
GEDUNG**

MANADO

2022

DAFTAR ISI

COVER	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Hasil Penelitian	2
1.5 Pembatasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Dinding Geser.....	5
2.1.1 Pengertian Dinding Geser	5
2.1.2 Fungsi Dinding Geser.....	5
2.1.3 Klasifikasi Dinding Geser.....	6
2.2 Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa	9
2.2.1 Wilayah Gempa dan Spektrum Respons (4 hlm).....	10
2.2.2 Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik (3hlm)	16
3.3 Desain Elemen Struktur Berdasarkan SNI 2847-2019	23
3.3.1 Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	23
3.3.2 Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.....	26
3.3.3 Dinding Struktural Khusus.....	28
3.4 Peraturan-peraturan yang Digunakan	29
BAB III METODE PELAKSANAAN	30
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	30

3.2 Metode dan Jenis Penelitian	30
3.3 Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data	30
3.4 Flow Chart	31
3.5 Data	32
3.5.1 Data Material (mutu beton dan mutu baja)	32
3.5.2 Penampang	32
3.5.3 Pembebanan	33
3.6 Analisis dan Pemodelan Struktur Dengan Etabs V19.02	34
BAB IV PEMBAHASAN	49
4.1 Data Perencanaan	49
4.2 Perhitungan Beban	50
4.2.1 Perhitungan Beban Mati Tambahan dan Beban Hidup	50
4.2.2 Perhitungan Gaya Geser-Gempa	51
4.3 Hasil Analisa	65
4.3.1 Simpangan Antar Tingkat	65
4.3.2 Hasil Analisa Perbandingan Luas Tulangan Kolom dan Balok	69
4.3.3 Hasil Analisa Perbandingan Gaya-gaya Dalam	70
BAB V PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Letak geografis Indonesia sebagai negara yang berada di lempeng bumi, Indonesia cukup akrab dengan fenomena gempa bumi. Untuk itu konstruksi yang kokoh terhadap fenomena tersebut sangatlah penting di Indonesia. Dinding geser adalah suatu penerapan dari berkembangnya suatu struktur dalam bidang konstruksi. Pada saat ini, penggunaan dinding geser atau *shearwall* pada bangunan sudah cukup banyak diterapkan di beberapa negara maju.

Perencanaan struktur berhubungan erat dengan prinsip utama dalam suatu konstruksi bangunan yaitu kuat dengan tetap ekonomis. Khususnya perencanaan untuk gedung bertingkat, semakin tinggi suatu bangunan maka semakin besar juga nilai simpangan horizontal atau gaya lateral yang terjadi terutama yang diakibatkan oleh beban gempa. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan di atas yaitu dengan penambahan elemen struktur berupa shearwall (dinding geser).

Shearwall (dinding geser) merupakan salah satu struktur beton bertulang yang sering digunakan pada bangunan yang memiliki fasilitas lift dll, fungsi utama dari shearwall adalah kemampuannya dalam menahan gaya-gaya lateral yang terjadi pada bangunan. Jika dilihat secara struktural, shearwall memiliki jenis perilaku yang sama dengan struktur balok lentur kantilever. Struktur shearwall sangat berpengaruh besar terhadap kekakuan dan kekuatan struktur, dikarenakan beban-beban yang terjadi pada bangunan tidak hanya dipikul atau ditahan oleh struktur kolom dan balok melainkan juga ditahan oleh shearwall. Terdapat beberapa jenis shearwall yaitu sesuai dengan letak dan fungsinya. Dalam pembangunan gedung bertingkat diperlukannya tinjauan akan keekonomisan dan kekuatan dalam pemilihan struktur shearwall.

Salah satu bangunan gedung yang menggunakan struktur dinding geser beton bertulang adalah proyek pembangunan gedung Rumah Sakit Umum Daerah Kota Manado. Alasan utama digunakannya shearwall adalah daya dukung dan jenis tanah pada lokasi pembangunan yang tidak mendukung.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dalam penelitian ini penulis akan membahas mengenai **“Optimasi Penempatan Dinding Geser (*ShearWall*) Pada Bangunan Rumah Sakit Umum Daerah Kota Manado”**, yang mana hasil akhirnya akan berupa analisa perbandingan nilai simpangan tiap lantai, luas tulangan balok kolom dan gaya-gaya dalam struktur balok kolom.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana perilaku struktur yang menggunakan shearwall sesuai gambar pelaksanaan di lapangan dengan pemodelan menggunakan program ETABSV19.1.0.
- b. Bagaimana perilaku struktur setelah shearwall dilakukan optimasi dengan 4 model desain gedung menggunakan program ETABSV19.1.0.

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Menganalisa perilaku struktur dengan menggunakan program ETABSV19.1.0.
- b. Hitung nilai yang paling optimal dari segi struktur dan bandingkan dengan 4 model desain pada bangunan RSUD Kota Manado.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat bagi mahasiswa dan masyarakat luas mengenai ilmu pengetahuan dalam bidang struktur bangunan, khususnya dalam bangunan Gedung bertingkat. Serta dapat mengetahui cara menganalisa perbandingan perilaku struktur yang menggunakan shearwall sesuai pelaksanaan di lapangan dengan 4 model penempatan posisi shearwall.

1.5 Pembatasan Masalah

- a. Struktur yang ditinjau adalah proyek pembangunan **Rumah Sakit Umum Daerah Kota Manado**.
- b. Dimensi, material komponen-komponen struktur utama seperti balok, kolom, pelat, dan *SHEARWALL* menggunakan dimensi yang sudah ada.
- c. Beban yang bekerja adalah beban mati, beban hidup dan beban gempa
- d. Perilaku struktur yang ditinjau adalah simpangan tiap lantai, luas tulangan kolom & balok dan gaya-gaya dalam struktur kolom & balok.
- e. Analisa perilaku struktur menggunakan software ETABSV19.1.0
- f. Metode yang digunakan adalah metode Respons Spektrum
- g. Analisa perbandingan dilakukan pada potongan portal arah X dan portal Y yang sama

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih luas dan menyeluruh tentang isi skripsi ini, maka secara garis besar dimuat dalam kelima bab dengan urutan sesuai dengan ketentuan yang diberikan. Sistematika penulisan dapat dilihat di bawah ini:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian laporan penelitian yang pernah dilakukan para peneliti sebelumnya baik berupa skripsi, tesis, disertasi, artikel ilmiah atau buku-buku penunjang yang terkait dengan laporan skripsi ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang tempat dan waktu penelitian, metode dan jenis penelitian, jenis data dan metode pengumpulan data.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil dari penelitian dan data-data penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari seluruh hasil perhitungan dan pembahasan dalam skripsi, dan saran yang berkaitan dengan kesimpulan yang diambil dalam skripsi ini.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding Geser

2.1.1 Pengertian Dinding Geser

Shearwall atau dinding geser merupakan salah satu elemen struktur beton bertulang pada konstruksi bangunan gedung. Pada umumnya *shearwall* berfungsi sebagai elemen pengaku vertical yang didesain dapat menahan beban gempa atau gaya lateral yang bekerja pada struktur. (Wolfgang Schueller, 1989 : 105).

Gaya geser yang terjadi dapat membuat struktur mengalami deformasi (lendutan) yang mempengaruhi kekuatan struktur, menurut (SNI 2847:2019) *shearwall* harus didesain dengan ukuran tebal minimum adalah 150mm. dimensi setiap struktur sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya simpangan tiap lantai, karena semakin tinggi suatu bangunan maka semakin besar juga nilai simpangan yang terjadi.

2.1.2 Fungsi Dinding Geser

Secara teknis *shearwall* atau dinding geser tidak boleh mengalami kegagalan struktur yang disebabkan oleh beban gempa atau gaya lateral yang terjadi. Karena kegagalan tersebut akan mempengaruhi perilaku dan kestabilan struktur lainnya. Hal ini dikarenakan tidak adanya elemen struktur cadangan yang mampu menahan gaya geser yang terjadi.

Dinding geser memiliki kekuatan yang mampu meredam deformasi akibat gempa, sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada struktur (Smith dan Coull; 1991). Terdapat 2 fungsi dinding geser yaitu:

- a. Kekuatan
 - Dinding geser memiliki kekuatan lateral sehingga mampu menahan kekuatan gempa horizontal

- Ketika dinding geser cukup kuat dalam menahan gaya horizontal, maka gaya tersebut akan ditransfer ke elemen berikutnya yaitu jalur dibawah mereka, seperti dinding geser lainnya, lantai, pondasi tiang, lembaran atau *footings*.

b. Kekakuan

- Dinding geser dapat meningkatkan kekakuan lateral sehingga mempengaruhi kestabilan struktur.
- Ketika dinding geser atau bangunan cukup kaku, maka biasanya hanya akan menderita kerusakan non-struktural.

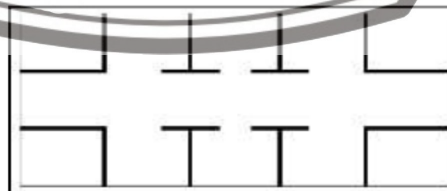
2.1.3 Klasifikasi Dinding Geser

Pada umumnya, dalam pembangunan gedung bertingkat tinggi menggunakan elemen-elemen struktur pengaku untuk menahan kombinasi gaya momen, geser dan aksial. Oleh sebab itu dengan adanya elemen struktur dinding beton bertulang gaya-gaya yang terjadi tidak hanya ditahan oleh kolom dan balok melainkan juga *shear wall*. Terdapat beberapa klasifikasi dinding geser (Shear Wall).

2.1.3.1 Dinding Geser Berdasarkan Letak dan Fungsinya

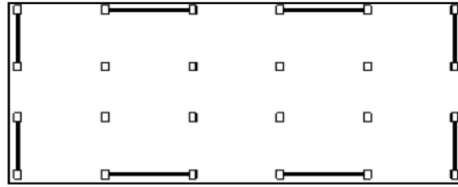
Berdasarkan letak dan fungsinya, dinding geser dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis (Nugroho, 2017) yaitu:

1. *Bearing walls* yaitu dinding geser yang dapat menahan sebagian besar beban gravitasi yang terjadi pada struktur.



Gambar 2.1 *Bearing Walls*
Sumber : referensi google

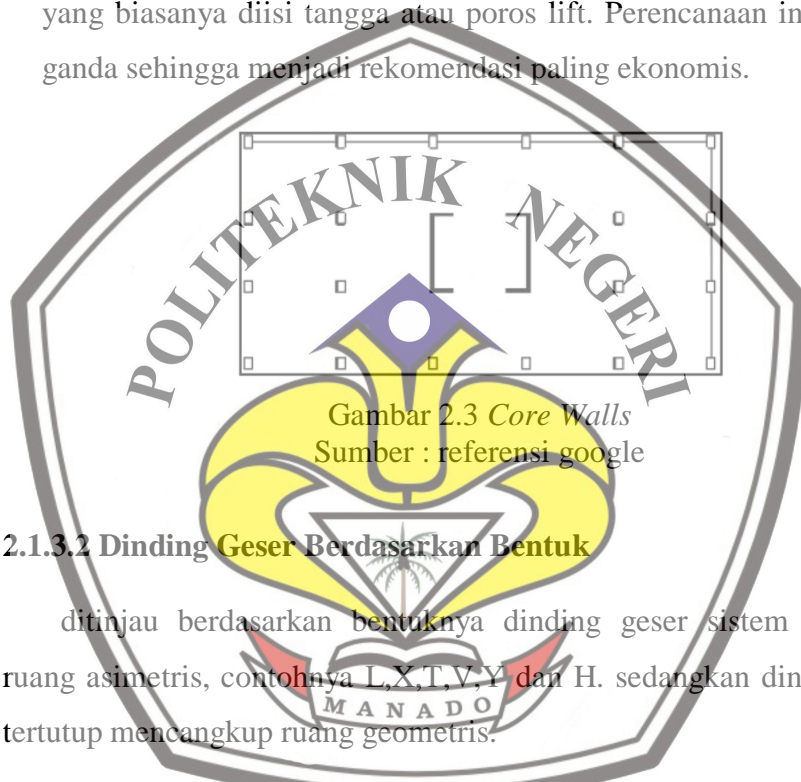
2. *Frame walls* adalah dinding geser yang dapat menahan beban lateral, yang mana beban gravitasi berasal dari frame beton bertulang. Dinding ini dibangun diantara dua kolom.



Gambar 2.2 *Frame Walls*

Sumber : referensi google

3. *Core walls* adalah dinding geser yang terletak pada inti atau pusat gedung yang biasanya diisi tangga atau poros lift. Perencanaan ini memiliki fungsi ganda sehingga menjadi rekomendasi paling ekonomis.



Gambar 2.3 *Core Walls*

Sumber : referensi google

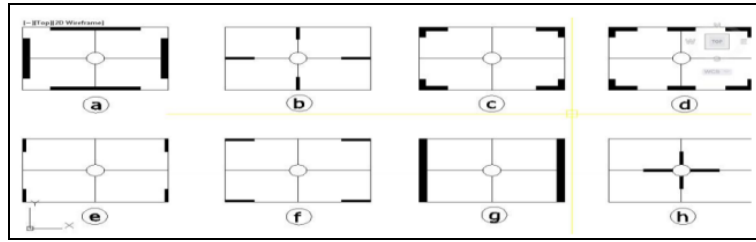
2.1.3.2 Dinding Geser Berdasarkan Bentuk

ditinjau berdasarkan bentuknya dinding geser sistem terbuka meliputi ruang asimetris, contohnya L, X, T, V, Y dan H. sedangkan dinding geser sistem tertutup mencangkup ruang geometris.



Gambar 2.4 Bentuk dinding geser

Sumber : referensi google

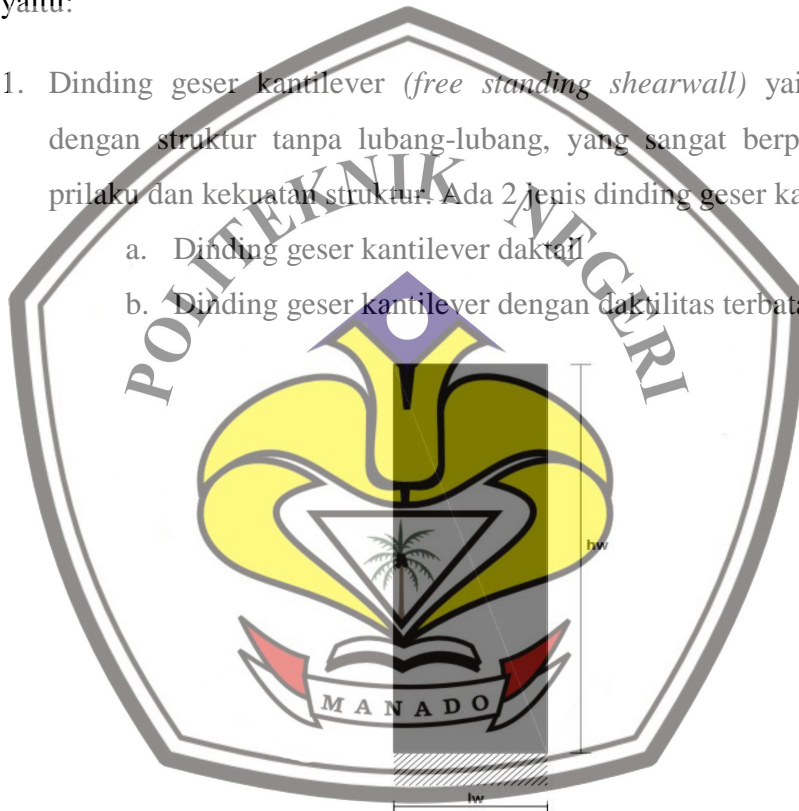


Gambar 2.5 tata letak dinding geser
 Sumber : referensi google

2.1.3.3 Dinding Geser Berdasarkan Geometrinya

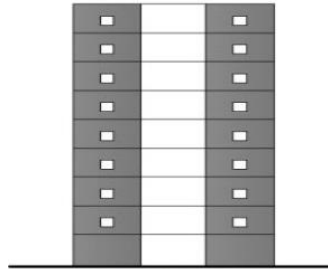
Pada pengaplikasiannya dinding geser dapat diklasifikasikan kedalam tiga jenis yaitu:

1. Dinding geser kantilever (*free standing shearwall*) yaitu dinding geser dengan struktur tanpa lubang-lubang, yang sangat berpengaruh terhadap perilaku dan kekuatan struktur. Ada 2 jenis dinding geser kantilever yaitu:
 - a. Dinding geser kantilever daktail
 - b. Dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas.



Gambar 2.6 Dinding Geser Kantilever
 Sumber : referensi google

2. *Opening shear wall* adalah jenis dinding geser yang strukturnya terdapat bukaan-bukaan, fungsinya untuk penempatan (jendela, pintu, dan saluran-saluran mekanikal dan elektrik (ME)).



Gambar 2.7 Opening Shear Wall

Sumber : referensi google

3. *Coupled shear wall* atau dinding geser berangkai adalah dinding geser yang terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever, jenis dinding geser ini merupakan rangkaian elemen struktur balok dan kolom dengan kemampuannya membentuk perlentakan lentur.



Gambar 2.8 Coupled Shear Wall

Sumber : referensi google

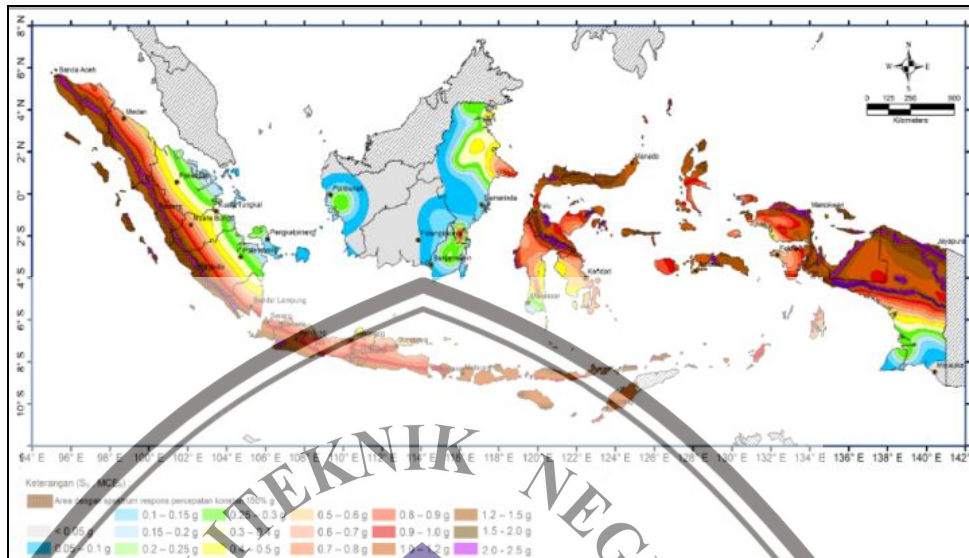
2.2 Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa

Dalam perencanaan elemen struktur tahan gempa telah tercantum pada peraturan SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan tahan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung.

2.2.1 Wilayah Gempa dan Spektrum Respons (4 hlm)

2.2.1.1 Peta Zona gempa Indonesia

Berdasarkan tingkat resiko gempa dilihat dari program RSA, Indonesia khususnya Sulawesi Utara termasuk dalam kategori zona gempa 4.



Gambar 2.9 Pembagian wilayah gempa Indonesia
Sumber : SNI 1726:2019

2.2.1.2 Menentukan Kategori Resiko (I-IV) dan Faktor Keutamaan Gempa

Berdasarkan peraturan SNI 1726-2019 Tabel 3 hlm.24 membahas tentang kategori risiko gempa yang ditinjau berdasarkan jenis pemanfaatan atau fungsi bangunannya, sehingga dari kategori risiko tersebut bisa didapatkan nilai factor keutamaan gempa (I_e). Factor ini digunakan untuk beban gempa rencana dimana dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada struktur jika terjadi gempa bumi. Berikut dijelaskan pada Tabel 2.1 dan 2.2 dibawah ini

Tabel 2.1 Kategori risiko gempa (Sumber : SNI 1726:2019)

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit rawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah ibadah - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; width: 30px; margin: 0 auto;">IV</div>

Tabel 2.2 Faktor keutamaan gempa (Sumber : SNI 1726:2019)

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

2.2.1.3 Menentukan Kelas Situs dan Koefisien Situs

Dalam menentukan kelas situs ditinjau berdasarkan lapisan tanah atau jenis tanah pada proyek melalui pengujian laboratorium, yang mana dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelas situs yaitu pada dijelaskan pada tabel 2.3 klasifikasi situs.

Tabel 2.3 Klasifikasi situs (Sumber : SNI 1726:2019)

Kelas situs	\bar{v}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\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 niralir $\bar{s}_u < 25$ 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)		

- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plasitisitas $PI > 75$)
 Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

Setelah kelas situs ditentukan maka dari nilai S_s dan S_1 didapat besarnya koefisien situs F_a dan F_v . Koefisien situs adalah suatu factor pembesaran seismic yang akan digunakan dalam menentukan respons spectrum percepatan gempa dipermukaan tanah. Koefisien situs F_v adalah factor pembesaran atau perluasan ditinjau dari percepatan getar periode 1 detik, sedangkan koefisien situs F_a yaitu factor pembesaran dan perluasan getaran yang terkait percepatan pada getar periode pendek.

Tabel 2.4 koefisien situs F_a (Sumber : SNI 1726:2019)

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 2.5 koefisien situs Fv (Sumber : SNI 1726:2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE _R) terpetakan pada periode 1 detik, S _T					
	S _T ≤ 0,1	S _T = 0,2	S _T = 0,3	S _T = 0,4	S _T = 0,5	S _T ≥ 0,6
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
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)					

2.2.1.4 Menentukan Spektrum Respons Desain

Dalam menentukan respons spectrum diperlukannya nilai parameter percepatan spectral desain untuk periode pendek (S_{DS}) dan pada periode 1detik (S_{D1}). Berikut ini persamaan-persamaan yang telah ditentukan dibawah ini:

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T₀ (T < T₀), maka spectrum respons percepatan desain Sa diambil dari persamaan

$$S_a = S_{DS} \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \dots \dots \dots (1)$$

2. Untuk periode lebih besar atau sama dengan T₀ (T ≥ T₀) dan lebih kecil atau sama dengan T_s (T ≤ T_s) maka spectrum respons percepatan desain Sa = S_{DS}

3. Untuk periode lebih besar dari T_s (T > T_s) tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_L (T ≤ T_L), respons spectra percepatan desain, Sa diambil persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots \dots \dots (2)$$

4. Untuk periode lebih besar dari T_L (T > T_L), Sa diambil berdasarkan persamaan :

$$S_a = \frac{S_{D1} T_1}{T^2} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

S_{DS} : Parameter respons spectra percepatan desain pada periode pendek

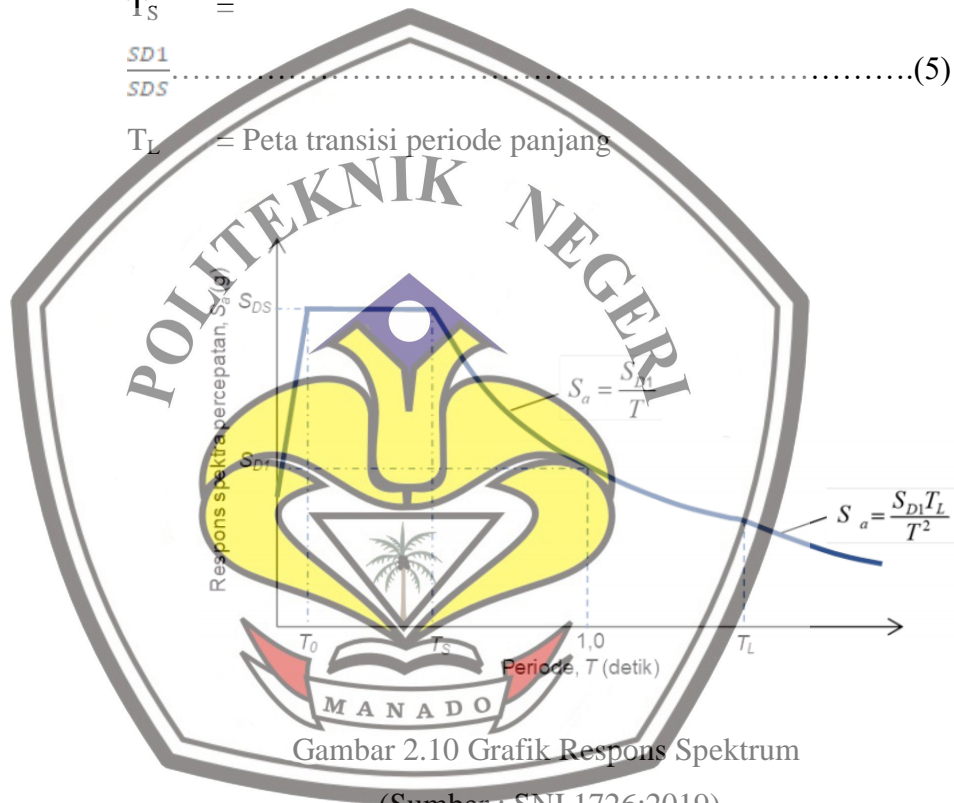
S_{D1} : Parameter respons spectra percepatan desain pada periode 1 detik

T : Periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots(4)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots(5)$$

T_L = Peta transisi periode panjang



Gambar 2.10 Grafik Respons Spektrum
(Sumber : SNI 1726:2019)

2.2.1.5 Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)

Kategori Desain Seismik (KDS) diklasifikasikan pada semua jenis struktur yang digunakan, KDS ditinjau berdasarkan kategori risiko serta parameter respons spektrum S_{DS} dan S_{D1} , sama halnya dengan peraturan klasifikasi kelas situs KDS dinyatakan dalam huruf A,B,C,D dan F. KDS A merupakan kategori

struktur dengan risiko gempa kecil, sedangkan KDS F termasuk kategori struktur dengan struktur gempa yang tinggi. Struktur dengan kategori resiko I, II, dan III dengan nilai $S_1 \geq 0,75$ termasuk pada KDS E, sedangkan struktur dengan kategori resiko IV dengan nilai $S_1 \geq 0,75$ termasuk pada KDS F.

Tabel 2.6 KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

$$S_{DS}$$

(Sumber : SNI 1726:2019)

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
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 2.7 KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik S_{D1}

(Sumber : SNI 1726:2019)

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

2.2.2 Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik (3hlm)

2.2.2.1 Klasifikasi Sistem Rangka Pemikul Momen

Menurut (Iswandi dan Fajar, 2014) sistem rangka pemikul momen adalah sistem rangka dengan komponen strukturnya seperti balok, kolom dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang terjadi akibat aksi lentur, geser dan aksial. Menurut SNI 2847-2019 pasal 3.50.4 sistem rangka pemikul momen dibagi menjadi 3 bagian yaitu sebagai berikut:

- a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)

Sistem rangka ini memenuhi ketentuan-ketentuan pada pasal 21.1 SNI 2847-2013, pada dasarnya struktur rangka ini memiliki tingkat daktilitas terbatas sehingga hana bisa digunakan untuk daerah dengan resiko gempa rendah.

b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Sistem rangka ini memenuhi ketentuan-ketentuanyang terdapat pada pasal 21.1 dan juga ketentuan detailing pasal 21.3 SNI 2847-2019, sehingga pada dasarnya sistem rangka ini memiliki tingkat daktilitas sedang.

c. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sistem rangka pemikul momen khusus yaitu sistem rangka portal yang direncanakan bersifat daktilitas penuh, juga harus dapat menjamin bahwa struktur kolom lebih kuat dari struktur balok.

2.2.2.2 Klasifikasi Sistem Dinding Struktur

- a. Sistem Dinding Struktur Biasa (SDSB) adalah sistem struktur dengan tingkat daktilitas terbatas serta hanya boleh digunakan untuk struktur bangunan yang maksimal KDS C.
- b. Sistem Dinding Struktur Khusus (SDSK) pada prinsipnya sistem struktur dinding ini memiliki tingkat daktilitas penuh dan harus digunakan pada struktur bangunan yang termasuk KDS D,E dan F.

2.2.2.3 Sistem ganda

Sistem ganda merupakan kombinasi sistem rangka dan sistem dinding struktur (Shear wall). Rangka momen harus dapat menahan seluruh beban lateral yang bekerja sekurang-kurangnya 25%. (Syahidah,2017)

2.2.2.4 Pemilihan Sistem Struktur

Sistem struktur penahan gaya gempa lateral dan vertikal dasar harus memenuhi tipe sistem pemikul gaya seismic yang sesuai dengan batasan sistem

struktur dan batasan ketinggian struktur. Terdapat tiga sistem struktur yang dapat meningkatkan kekuatan daya tahan gedung bertingkat terhadap beban gempa yang terjadi (Paulay & Priestley,1992).

- a. Sistem Rangka Pemikul Momen
- b. Sistem Dinding Struktur Khusus (SDSK)
- c. Sistem Ganda (Dual System)

Tipe-tipe struktur dapat dilihat dari peraturan yang tercantum pada tabel 2.7 Sistem pemikul gaya seismic (Sumber : SNI 1726:2019)

Tabel 2.8 Sistem pemikul gaya seismic

(Sumber : SNI 1726:2019)

Sistem pemikul gaya seismic	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, ψ_b^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^d				
				Kategori desain seismic				
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f
A. Sistem dinding penumpu								
1. Dinding geser beton bertulang khusus ^g	5	2%	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa ^h	4	2%	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos bertulang ⁱ	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa ^j	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah ^k	4	2%	4	TB	TB	12'	12'	12'
6. Dinding geser pracetak biasa ^l	3	2%	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2%	3%	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3%	2%	2%	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2%	1%	TB	48	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
12. Dinding geser batu bata prategang	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2%	2	TB	10	TI	TI	TI
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang dituliskan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6%	3	4	TB	TB	20	20	20
16. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dituliskan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6%	3	4	TB	TB	20	20	20
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2%	2	TB	TB	10	TI	TI
18. Sistem dinding rangka ringan (baja canal dingin) menggunakan breslag strip datar	4	2	3%	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'
4. Dinding geser beton bertulang khusus ^{a,b}	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
5. Dinding geser beton bertulang biasa ^a	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
6. Dinding geser beton polos detail ^a	2	2½	2	TR	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser beton polos biasa ^a	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Dinding geser pracetak menengah ^a	5	2½	4½	TB	TB	12'	12'	12'
9. Dinding geser pracetak biasa ^a	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

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_n (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	8	2½	6	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^a	TI ^a	TI ^a
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^f	TI ^f	TI ^f
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^g	8	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	8	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	48	48	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 ^h	3½	3 ^g	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	8	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 ^{a,h}	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa ^a	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	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	TB	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	8	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2½	6½	TB	TB	TB	TB	TB

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_b^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
E. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus ^a	6	2½	5	TB	TB	10	TI	TI
2. Dinding geser beton bertulang khusus ^{a,h}	6½	2½	5	TB	TB	48	30	30
3. Dinding geser batu bata bertulang biasa	3	3	2½	TB	48	TI	TI	TI
4. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	3	3	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5½	2½	4½	TB	TB	48	30	TI
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3½	2½	3	TB	TB	TI	TI	TI
7. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
8. Dinding geser beton bertulang biasa ^a	5½	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
F. Sistem interaktif dinding geser-rangka dengan rangka pemikul momen beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa ^a	4½	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
G. Sistem kolom kantilever didetail untuk memenuhi persyaratan untuk :								
1. Sistem kolom baja dengan kantilever khusus	2½	1½	2½	10	10	10	10	10
2. Sistem kolom baja dengan kantilever biasa	1½	1½	1½	10	10	TI ^f	TI ^f	TI ^f
3. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^a	2½	1½	2½	10	10	10	10	10
4. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	1½	1½	1½	10	10	TI	TI	TI
5. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	1	1½	1	10	TI	TI	TI	TI
6. Rangka kayu	1½	1½	1½	10	10	10	TI	TI
H. Sistem baja tidak didetail secara khusus untuk ketahanan seismik, tidak termasuk sistem kolom kantilever	3	3	3	TB	TB	TI	TI	TI

2.2.2.5 Periode Getar Alami Struktur

Dalam penentuan periode fundamental struktur T , daam aeah yang ditinjau harus didapat dari parameter sifat struktur dan karakteristik deformasi elemen pemikul. Nilai T tidak boleh melebihi nilai koefisien batas atas pada periode yang dihitung, berikut diatur pada tabel 2.8 yang mengacu pada SNI 1726-2019.

Tabel 2.9 Koefisien batas atas yang dihitung

(Sumber : SNI 1726:2019)

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Untuk menentukan periode fundamental pendekatan (T_a), dapat menggunakan persamaan 6 dibawah ini.

$$T_a = C_t h_n^x \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan : h_n = Tinggi struktur (m)

C_t dan x ditentukan pada tabel 2.9

Tabel 2.10 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

(Sumber : SNI 1726:2019)

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 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 efektif	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

2.2.2.6 Gaya Geser Dasar Seismik

Gaya geser seismik (V), dapat ditentukan berdasarkan persamaan (7) dibawah ini:

$$V = C_s W \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan : C_s = koefisien respon seismik

W = Berat seismik efektif

Untuk menentukan koefisien respon seismik C_s , dapat ditentukan berdasarkan persamaan (8) dibawah ini:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots\dots\dots(8)$$

Untuk C_s yang ditentukan pada persamaan 8, tidak perlu melebihi berikut ini :

Untuk $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots\dots\dots(9)$$

Untuk $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1} T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots\dots\dots(10)$$

C_s tidak harus kurang dari

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01 \dots\dots\dots(11)$$

Untuk struktur yang berlokasi di daerah dengan nilai koefisien sama dengan atau lebih besar dari 0,6g, maka C_x harus tidak kurang dari:

$$C_s = \frac{0,5 S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots\dots\dots(12)$$



Gaya geser seismik V , yang telah dihitung kemudian didistribusikan kesetiap lantai yang akan menjadi gaya gempa lateral (F_x) yang besarnya dapat ditentukan berdasarkan persamaan (13).

$$F_x = C_{vx} V \dots\dots\dots(13)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x k}{\sum w_i h_i k} \dots\dots\dots(14)$$

2.2.2.7 Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin (Δ_a), seperti yang diatur pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.11 Nilai kategori resiko
(Sumber : SNI 1726:2019)

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

3.3 Desain Elemen Struktur Berdasarkan SNI 2847-2019

3.3.1 Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Struktur balok sistem rangka pemikul momen khusus adalah sistem pemikul gaya seismik, yang prinsipnya dapat menahan gaya lentur dan geser.

a. Batasan Dimensi

- Panjang bentang bersih (L_n) harus lebih besar dari 4 kali tinggi efektif ($L_n \geq 4d$).

- Lebar penampang (b_w) tidak boleh kurang dari 0.3 kali tinggi penampang dan tidak kurang dari 250 mm ($b_w \geq 0.3h$ atau 250 mm).
- Lebar penampang (b_w) tidak bisa lebih lebar dari kolom pendukung ditambah nilai terkecil dari lebar kolom atau $\frac{3}{4}$ kali dimensi kolom dalam arah sejajar komponen lentur.

b. Tulangan Longitudinal

- Minimal terdapat 2 jumlah tulangan menerus untuk sisi atas maupun bawah, serta jumlah tulangan lentur bagian atas dan bawah (A_s) harus memenuhi ketentuan dibawah

$$\frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} b_w \cdot d \leq A_s \leq 0.025 b_w \cdot d \dots \dots \dots (15)$$

$$\frac{1.4}{f_y} b_w \cdot d \leq A_s \leq 0.025 b_w \cdot d \dots \dots \dots (16)$$

Dimana : $A_s = \rho \cdot b \cdot d$

- Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada kolom harus lebih besar setengah dari kuat lentur negative

$$\Phi M_{n\text{ki}}^+ \geq \frac{1}{2} \Phi M_{n\text{ki}}^- \quad (\text{Tumpuan Kiri})$$

$$\Phi M_{n\text{ka}}^+ \geq \frac{1}{2} \Phi M_{n\text{ka}}^- \quad (\text{Tumpuan Kanan})$$

Keterangan :

- $\Phi M_{n\text{ki}}$ = kuat momen bagian tumpuan sebelah kiri dari komponen lentur
- $\Phi M_{n\text{ka}}$ = kuat momen bagian tumpuan sebelah kanan dari komponen lentur

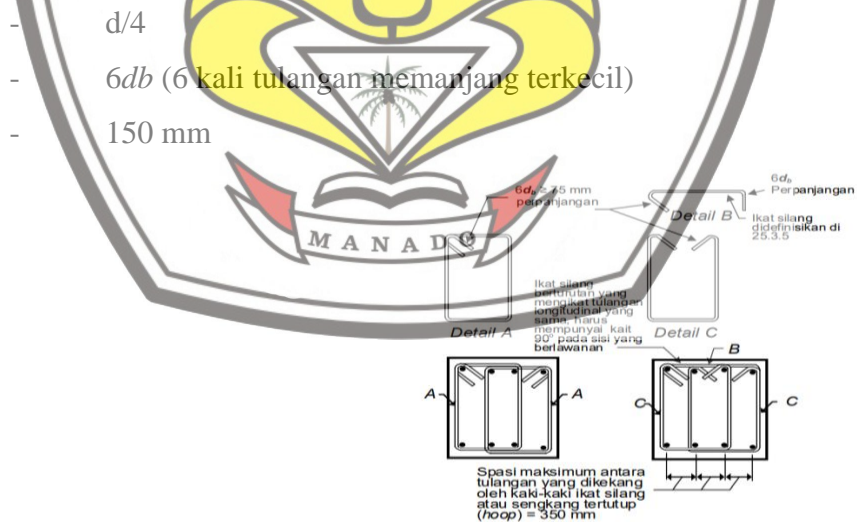
- $(\Phi M_n^+ \text{ atau } \Phi M_n^-) \geq \frac{1}{4} (\Phi M_n \text{ terbesar pada setiap titik})$

Ket : ΦM_n = kuat momen lentur

- Rasio tulangan ρ harus kurang dari 0,025 baik tulangan atas maupun bawah ($\rho \leq 0,025$).
- Sambungan lewatan pada tulangan lentur hanya diijinkan jika ada ada tulangan sengkang tertutup yang mengikat bagian sambungan lewatan tersebut. Jarak sengkang yang mengikat daerah sambungan lewatan tersebut tidak lebih dari $d/4$ atau 100 mm. Sambungan lewatan tidak boleh ditaruh pada daerah hubungan kolom balok, pada daerah hingga sejarak dua kali tinggi balok dari muka kolom, serta pada tempat yang berdasarkan analisis adanya kemungkinan terjadi leleh lentur akibat perpindahan inelastic struktur rangka.

c. Tulangan Transversal

- Sengkang pengekang harus dipasang sepanjang 2 kali tinggi balok yang diukur dari muka tumpuan kedua sisi balok, sengkang pengekang harus dipasang dikedua sisi penampang yang dapat terjadi leleh lentur.
- Sengkan pertama dipasang tidak boleh melebihi 50 mm dari muka kolom, jarak antar sengkang penutup harus kurang dari nilai terkecil dari ketentuan dibawah:



Gambar 2.11 Ketentuan pemasangan tulangan transversal

Sumber : SNI 2847-2019

- Pada daerah yang tidak memerlukan sengkang pengeang, engkang dengan kait gempa dikedua ujungnya dipasang dengan jarak harus kurang dari $d/2$ sepanjang bentang balok.
- Sengkang tertutup terdiri dari dua jenis tulangan yaitu tulangan kait gempa dipasang dikedua sisinya dan pengikat silang. Pada pengikat silang yang berjejer dan mengikat tulangan memanjang yang sama kaitnya sebesar 90^0 dan dipasang selang seling. Dapat dilihat pada gambar 2.11.

d. Kekuatan Geser

- Dalam konsep SRPMK tulangan transversal didesain harus dapat memikul gaya geser rencana (V_e) yang terjadi akibat kuat momen lentur maksimum (M_{pr}) pada saat yang bersamaan komponen struktur tersebut dianggap dapat memikul beban gravitasi terfaktor disepanjang bentangnya.

$$V_{ki} = \frac{M_{pr-} + M_{pr+}}{L_n} + \frac{q_u L_n}{2}$$

$$V_{ka} = \frac{M_{pr-} + M_{pr+}}{L_n} - \frac{q_u L_n}{2}$$

Besar nilai $M_{pr} = A_s (1,25 f_y) (d - \frac{a}{2})$

Dimana nilai $a = \frac{A_s (1,25 f_y)}{0,85 f' c . b}$

3.3.2 Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Pada prinsipnya struktur kolom sistem rangka pemikul momen khusus didesain dapat menahan gaya lentur, geser dan aksial.

a. Batasan Dimensi

Penampang kolom harus didesain dengan memenuhi ketentuan-ketentuan berikut:

- Dimensi penampang terkecil dihitung dari garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak boleh kurang dari 300 mm.

- Rasio dimensi penampang terkecil terhadap tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4

b. Tulangan Longitudinal

- Luas tulangan longitudinal A_{st} harus lebih besar dari $0,01A_g$ dan tidak boleh melebihi $0,06 A_g$ yaitu $(0,01A_g \leq A_{st} \leq 0,06A_g)$.
- Pada kolom dengan sengkang berbentuk lingkaran, jumlah batang tulangan longitudinal minimal 6 batang
- Sambungan lewatan diisinkan pada daerah tengah dari tinggi kolom dan harus didesain sebagai sambungan lewatan tarik dan harus diisi dengan tulangan sengkang.

c. Tulangan Transversal

- Pada daerah sendi plastis kolom (daerah sepanjang l_0 , dari muka *joint*, di kedua ujungnya) harus disediakan tulangan transversal yang mencukupi. Panjang l_0 daerah sendi plastis kolom, diambil tidak kurang dari:
 - Tinggi penampang komponen struktur pada muka *joint* atau pada bagian yang memiliki potensi terjadinya leleh lentur
 - 1/6 dari bentang bersih komponen struktur
 - 450 mm
- Selain itu terdapat juga beberapa persyaratan terkait dengan tulangan transversal pada komponen struktur kolom, yaitu:
 - Tulangan transversal harus terdiri dari sengkang pengekan bundar atau sengkang pengekan persegi, spiral tunggal atau spiral saling tumpang (*overlap*), dengan atau tanpa ikat silang.
 - Setiap tekukan ujung sengkang pengekan persegi dan ikat silang harus mengait batang tulangan longitudinal terluar.

- Ikat silang yang berurutan harus diselang-seling ujungnya sepanjang tulangan longitudinal dan sekeliling perimeter penampang.
- Tulangan harus diatur sedemikian sehingga spasi h_x antara tulangan longitudinal di sepanjang perimeter penampang kolom yang tertumpu secara lateral oleh sudut ikat silang atau kaki-kaki sengkang pengeang tidak boleh melebihi 350 mm

3.3.3 Dinding Struktural Khusus

a. Batasan Dimensi

Tebal. minimum dinding geser harus sesuai dengan tabel

Tipe dinding	Ketebalan minimum h	
Tumpu ⁽¹⁾	Terbesar dari	100 mm (a)
		1/25 nilai terkecil dari panjang dan tinggi tidak tertumpu (b)
Bukan tumpu	Terbesar dari	100 mm (c)
		1/30 nilai terkecil dari panjang dan tinggi tidak tertumpu (d)
Basemen dan fondasi eksterior ⁽¹⁾	190 mm	(e)

b. Kekuatan Geser

Kuat geser suatu dinding structural dikatakan mencukupi apabila dipenuhi kondisi berikut : $V_u \leq \phi V_n$

Dengan V_u merupakan gaya geser terfaktor

V_n merupakan kuat geser nominal dinding structural

ϕ merupakan faktor reduksi kekuatan

Faktor reduksi kuat geser untuk dinding structural khusus berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 21.2.4, yang direncanakan untuk

memikul beban gempa, E , harus diambil sebesar 0,6 jika apabila kekuatan nominal penampang kurang dari kekuatan geser nominal beton.

3.4 Peraturan-peraturan yang Digunakan

Peraturan-peraturan yang digunakan yaitu sebagai berikut :

1. SNI 03:2847:2019 tentang persyaratan beton structural untuk bangunan gedung dan penjelasanya
2. SNI 03:1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung
3. SNI 1727:2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain
4. SNI 2052:2017 tentang baja tulangan beton
5. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)



BAB III

METODE PELAKSANAAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

1. Penelitian ini merupakan analisa struktur pada proyek pembangunan gedung Rumah Sakit Umum Daerah Kota Manado. Lokasi tepatnya yaitu di Jl. Tololiu Supit, Tingkulu, Kec Wanea, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara.
2. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari tanggal 10 mei 2020 sampai dengan tanggal 30 Agustus 2021.

3.2 Metode dan Jenis Penelitian

Metode dan jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif yaitu dengan mendeskripsikan atau menguraikan dengan menggunakan model-model analisa yang bersifat matematis. Cara analisa penelitian ini yaitu melakukan pengolahan data dengan membuat pemodelan struktur menggunakan aplikasi ETABS V19.1.0 secara terstruktur, kemudian hasil dari analisa tersebut akan menghasilkan suatu nilai atau data perbandingan perilaku struktur.

3.3 Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data

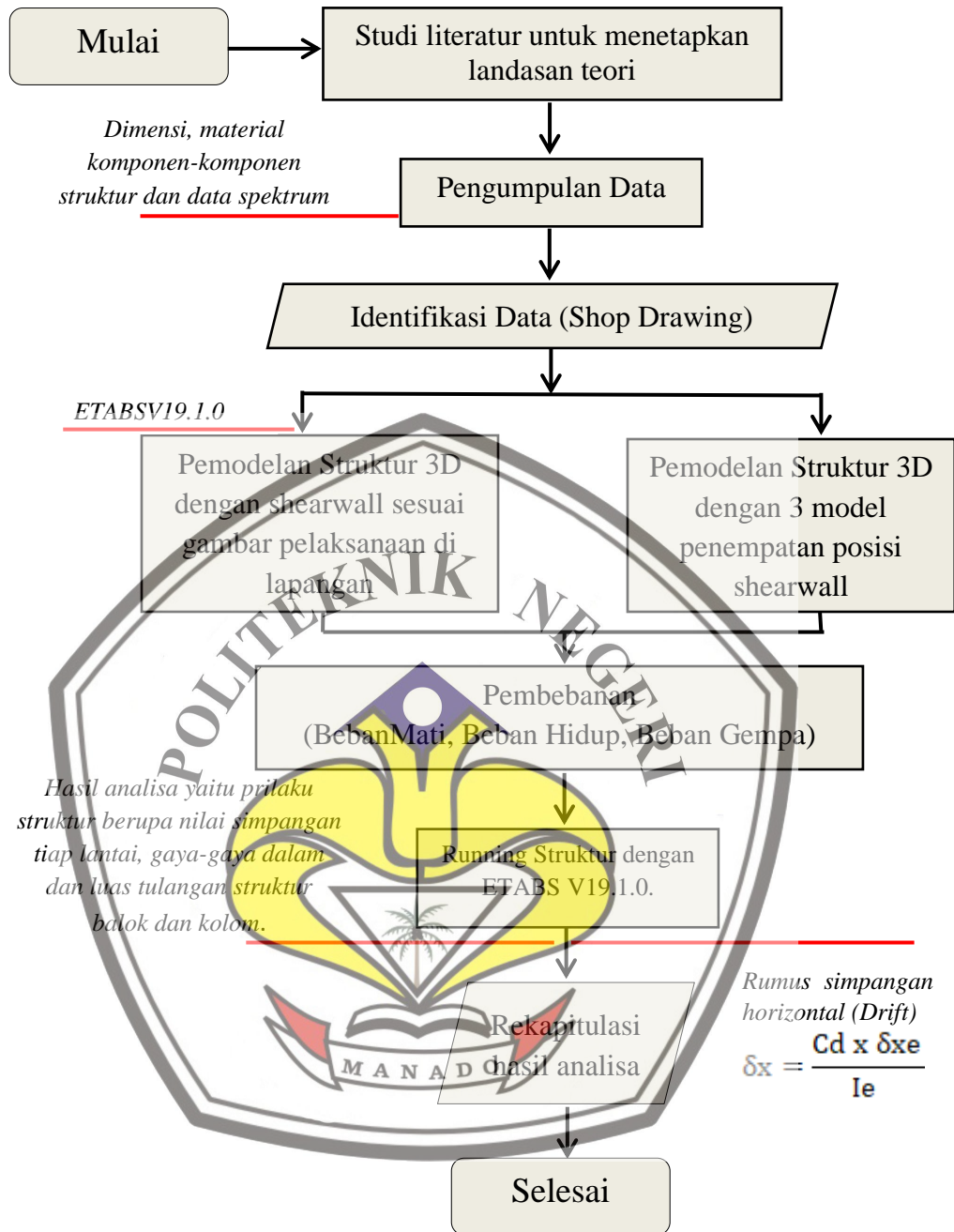
1. Jenis data

Jenis data pada penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari informasi proyek berupa publikasi yang merupakan dokumen-dokumen perencanaan struktur dan arsitektur.

2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan cara hubungan langsung dengan objek yang diteliti melalui observasi dan studi kepustakaan.

3.4 Flow Chart



3.5 Data

3.5.1 Data Material (mutu beton dan mutu baja)

Data material mutu beton dan baja yang digunakan pada proyek pembangunan gedung Rumah Sakit Umum Daerah Kota Manado

Tabel 3.1 Mutu baja dan beton

Keterangan mutu baja (mpa)		
	fy	fs
Ulir	420	525
polos	280	350
Keterangan mutu beton f'c (mpa)		
Kolom	25	
Balok	25	
Pelat	25	
Shear Wall	25	
Pondasi	25	

3.5.2 Penampang

Data ukuran penampang yang digunakan pada proyek pembangunan gedung Rumah Sakit Umum Daerah Kota Manado

Tabel 3.2 Ukuran Penampang

Penampang Kolom				Penampang Balok			
Story	K-1	K-2	K-3	Story	B-1	B-2	B-3
7			400x600	7		400x600	250x400
6			400x600	6		400x600	250x400
5			400x600	5		400x600	250x400
4			600x800	4		400x600	250x400
3	800x1000			3	400x750		250x400
2	800x1000			2	400x750		250x400
1	800x1000			1	400x750		250x400

Penampang Pelat	
Story	Pelat (mm)
1-7	140

Keterangan Struktur SW (mm)	
Tebal	250

3.5.3 Pembebanan

3.5.3.1 Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin- mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

3.5.3.2 Beban Hidup

Beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat dipindah, mesin mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari suatu gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap kedalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energy kinetik) butiran air.

3.5.3.3 Beban Gempa

Beban gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menimbulkan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada satruktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa tersebut.

3.5.3.4 Kombinasi Beban

Struktur, komponen, dan pondasi harus dirancang sedemikian rupa sehingga kekuatan desain sama atau melampaui pengaruh beban-beban terfaktor dalam kombinasi pembebanan sebagai berikut :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr atau R)
3. 1,2 D + Ev + Eh + 0,5 L
4. 0,9 D - Ev + Eh

3.6 Analisis dan Pemodelan Struktur Dengan Etabs V19.02

Langkah-langkah perhitungan ETABSV19.1.0

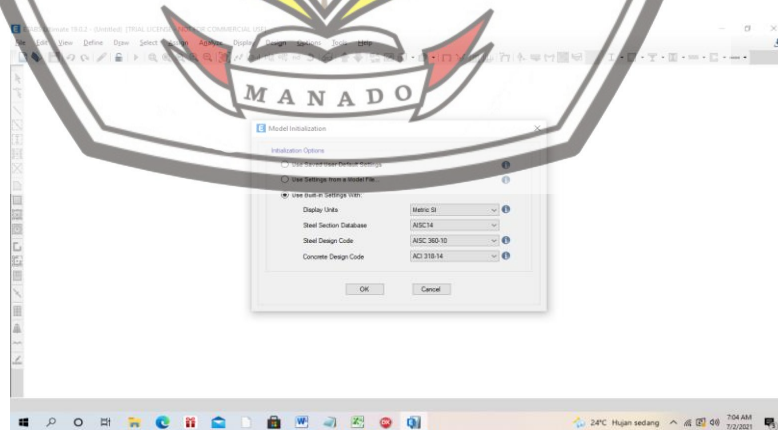
1. Buka aplikasi *ETABS*

Pada saat membuka aplikasi pastikan computer sudah aktif internet, kemudian klik continue



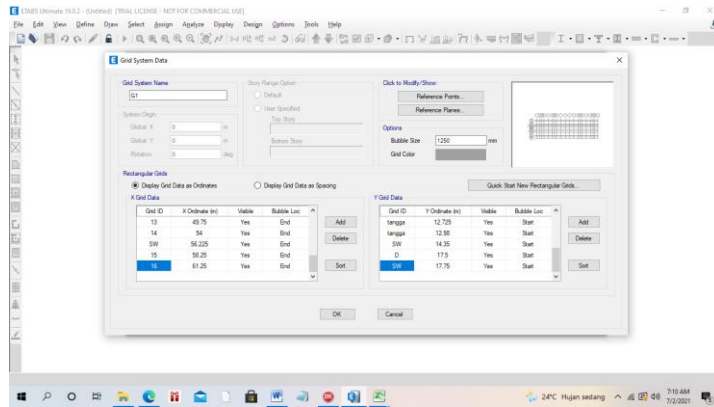
Gambar 3.1 Buka Aplikasi ETABSV19.1.0

2. Selanjutnya klik *model*, pilih *use built-in settings with*, kemudian isi sesuai peraturan



Gambar 3.2 Ukuran dan Code Material

3. Edit grid *spacing* dan *story*



Gambar 3.3 Edit Grid



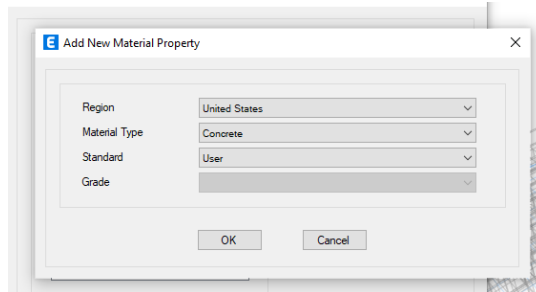
Gambar 3.4 Edit Story

Akan muncul tampilan seperti dibawah ini

Gambar 3.5 Tampilan Grid dan Story

4. Define material

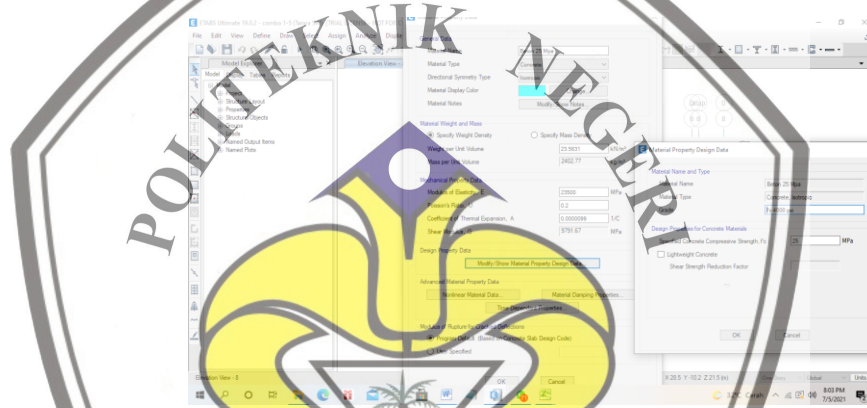
- a. Material Beton (Define → material properties → add new properties → ganti data seperti gambar dibawah ini → Ok)



Gambar 3.6 Define Material Properties Beton

kemudian isi data pada tampilan

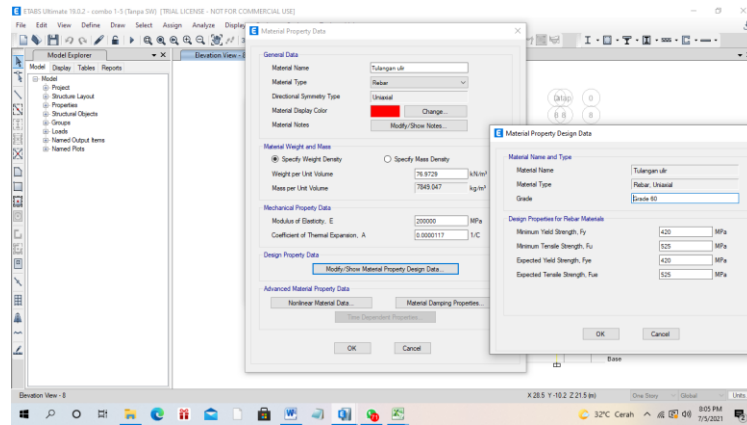
- *Modulus elasticity* (E) = $4700 * \text{sqrt}(25) = 23500$
- Atur *modify/show material property design data* → mutu baja = 25mpa



Gambar 3.7 Define Material Beton

- b. Material baja (Define → material properties → add new properties → ganti data seperti gambar dibawah ini → Ok)

- Tulangan Ulir
 - Nilai modulus elastisitas (E) = 200000
 - Klik Modify/show material property design data
 - Fy = 420
 - Fu = 525
 - OK



Gambar 3.8 Define Material Properties Baja Tulangan

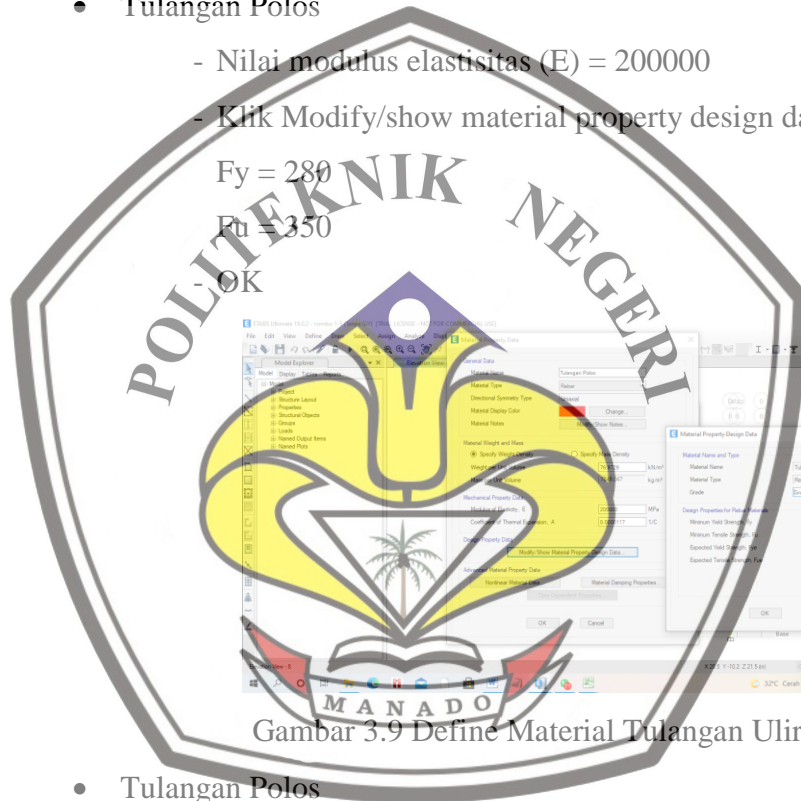
- Tulangan Polos

- Nilai modulus elastisitas (E) = 200000
- Klik Modify/show material property design data

$$F_y = 280$$

$$F_u = 350$$

- OK



Gambar 3.9 Define Material Tulangan Ulir

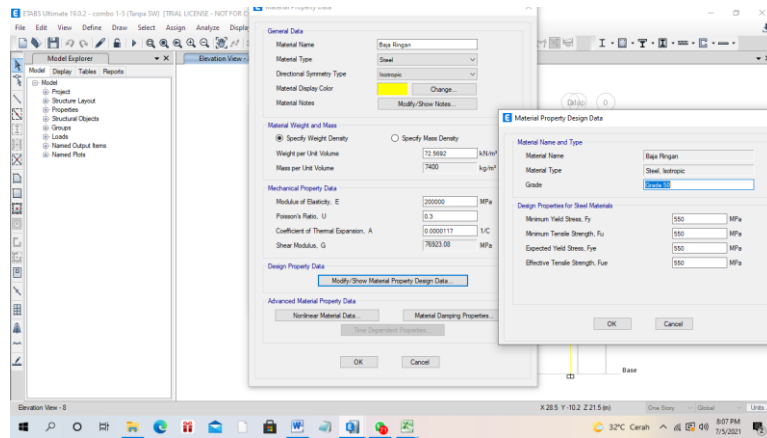
- Tulangan Polos

- Nilai modulus elastisitas (E) = 200000
- Klik Modify/show material property design data

$$F_y = 550$$

$$F_u = 550$$

- OK

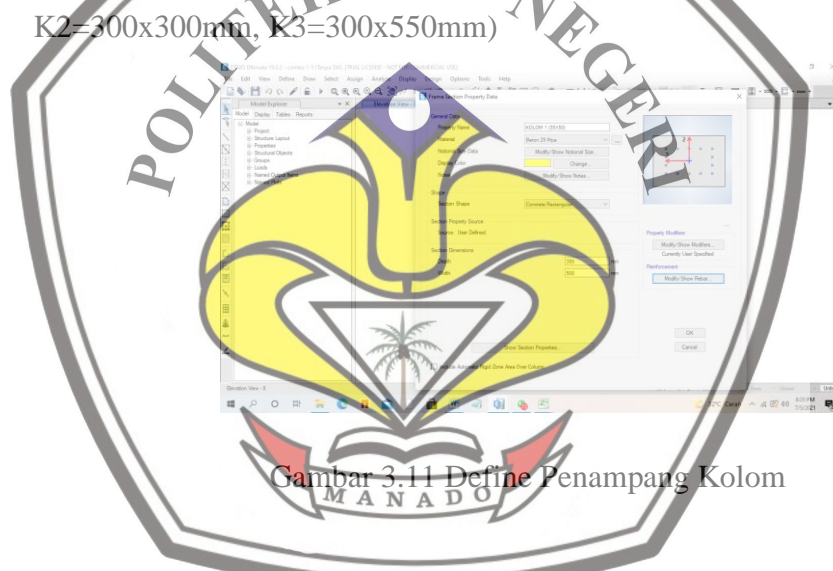


Gambar 3.10 Define Material Tulangan Polos

5. Define Penampang

a. Kolom

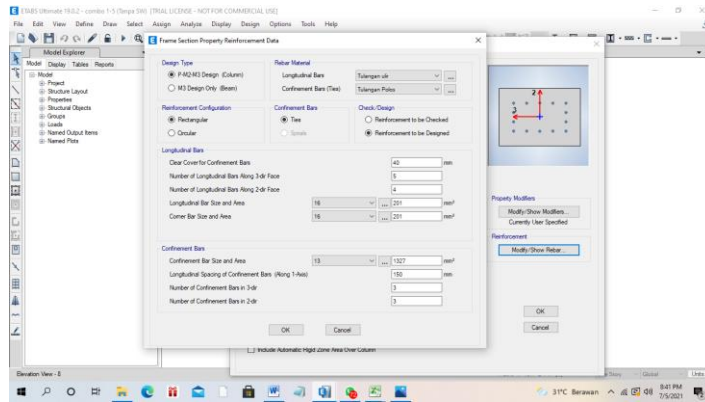
Define → section properties → frame properties → add new property → pilih bentuk penampang → isi ukuran penampang (K1=350x500mm, K2=300x300mm, K3=300x550mm)



Gambar 3.11 Define Penampang Kolom

Kemudian klik modify/show modifiers → momen inersia kolom=0,7 (SNI 2847-2019 tabel 6.6.3.1.1(a) Momen inersia dan luas penampang)

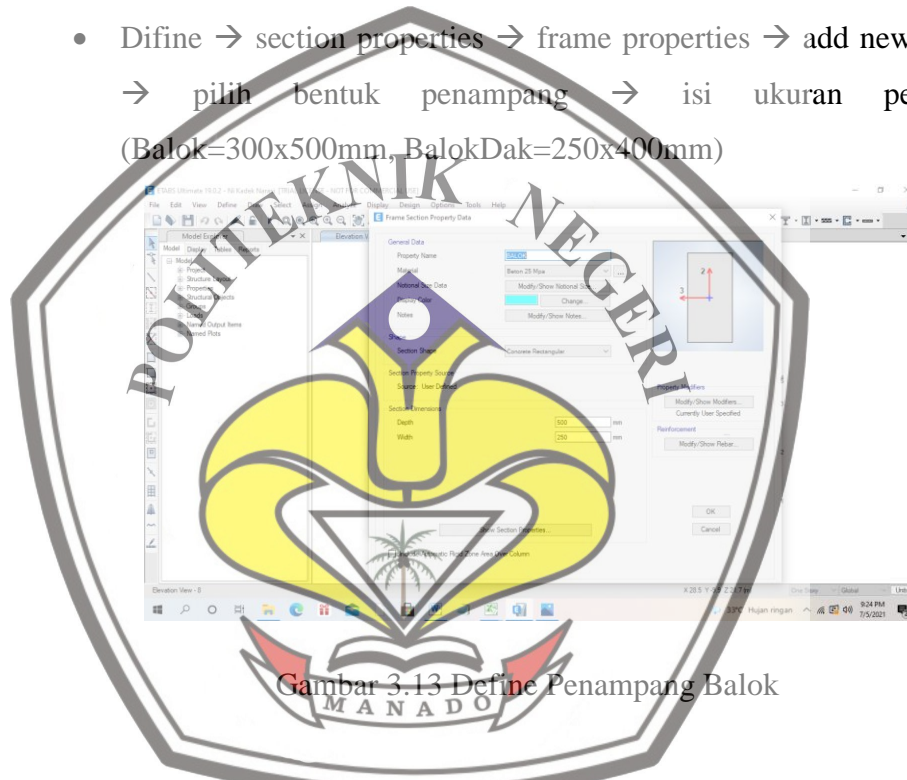
Kemudian klik modify/show rebar → isi sesuai data



Gambar 3.12 Modify Rebar Kolom

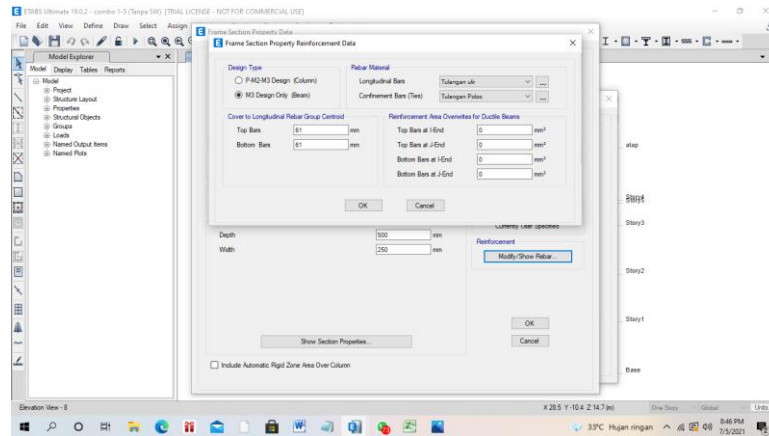
b. Balok

- Define → section properties → frame properties → add new property → pilih bentuk penampang → isi ukuran penampang (Balok=300x500mm, BalokDak=250x400mm)



Gambar 3.13 Define Penampang Balok

- Kemudian klik modify/show modifiers → momen inersia balok=0,35 (SNI 2847-2019 tabel 6.6.3.1.1(a) Momen inersia dan luas penampang)
- Kemudian klik modify/show rebar → isi cover to longitudinal = selimut beton + D tul. Sengkang + 1/2D tul.Utama



Gambar 3.14 Modify Rebar Balok

c. Pelat

- Define → section properties → slab properties → add new property → isi ukuran penampang (Pelat 130=130mm, pelat 150=150mm)

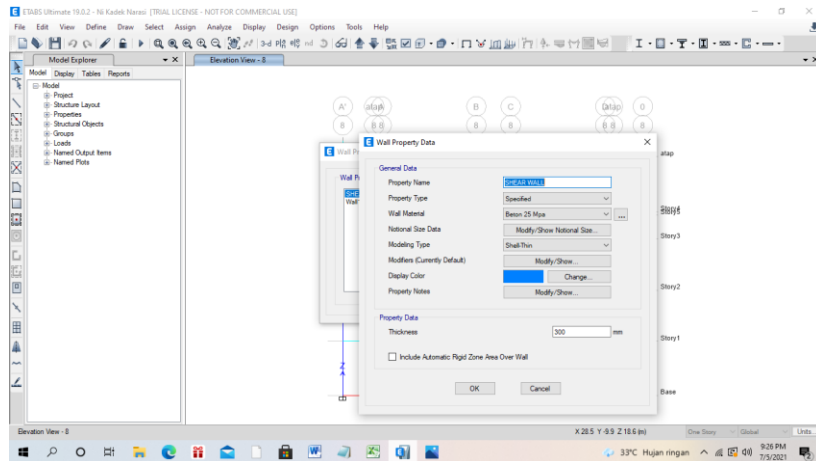


Gambar 3.15 Define Penampang Pelat

- Kemudian klik modify/show → isi membrane dan bending = 0,25 (SNI 2847-2019 tabel 6.6.3.1.1(b) Momen inersia alternatif untuk analisis elastis)

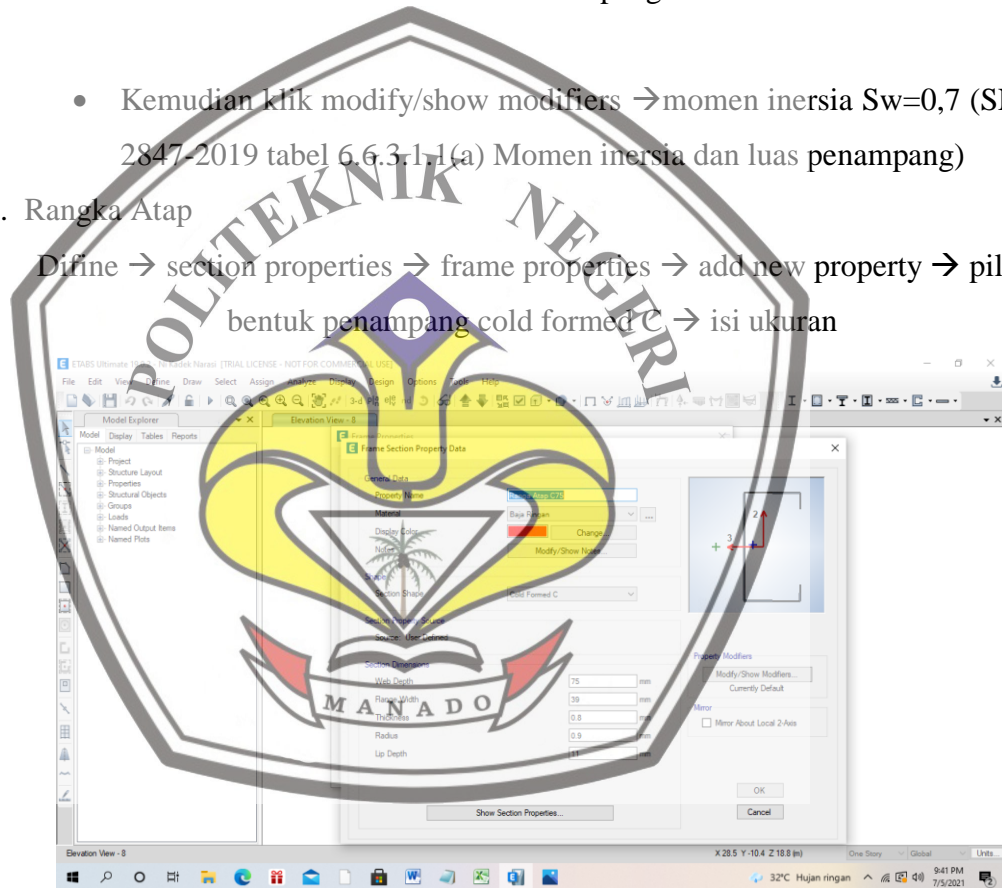
d. Shear Wall

- Define → section properties → wall properties → add new property → isi ukuran penampang (Thickness=300mm)



Gambar 3.16 Define Penampang Shear Wall

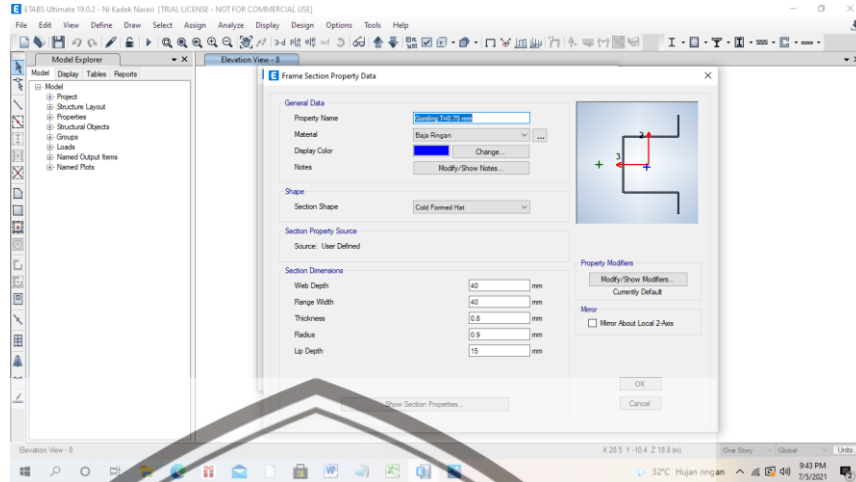
- Kemudian klik modify/show modifiers → momen inersia $S_w=0,7$ (SNI 2847-2019 tabel 6.6.3.1-1(a) Momen inersia dan luas penampang)
- e. Rangka Atap
- Define → section properties → frame properties → add new property → pilih bentuk penampang cold formed C → isi ukuran



Gambar 3.17 Define Penampang Rangka Atap

f. Define

Define → section properties → frame properties → add new property → pilih bentuk penampang cold formed hat → isi ukuran



Gambar 3.18 Define Penampang

6. Pemodelan

Untuk kolom

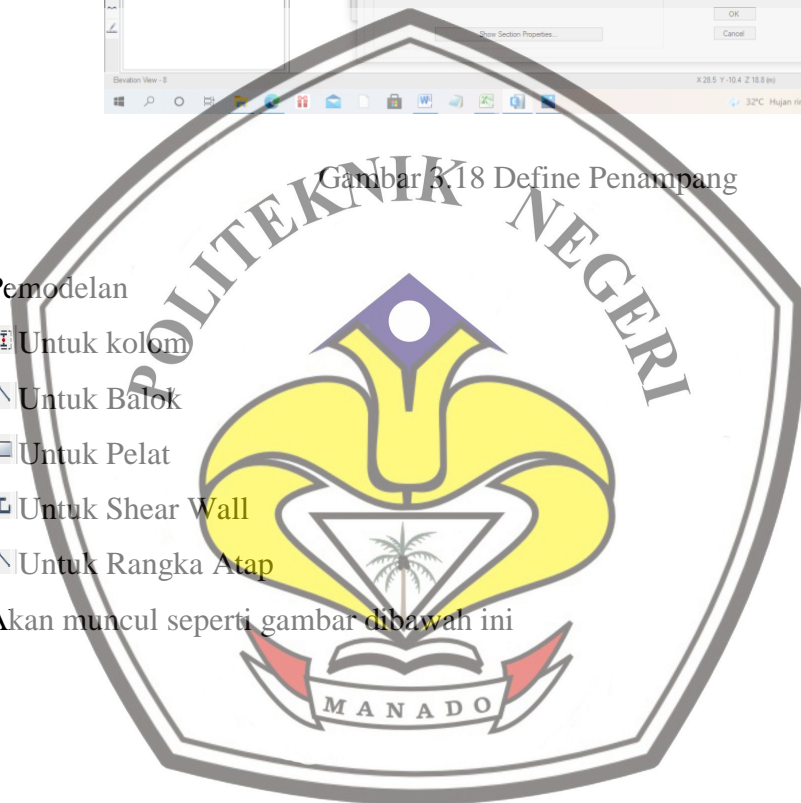
Untuk Balok

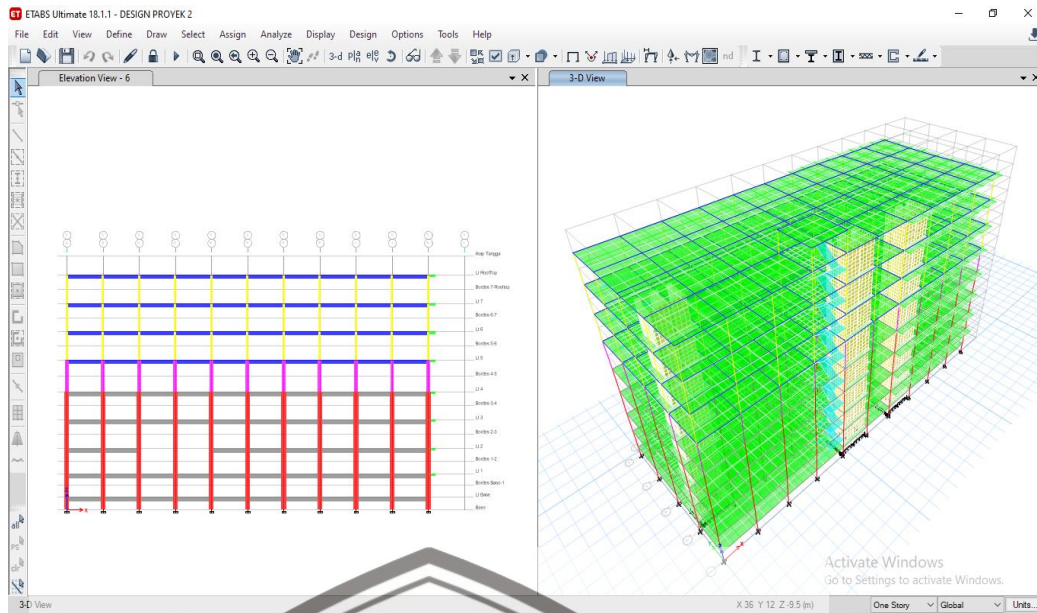
Untuk Pelat

Untuk Shear Wall

Untuk Rangka Atap

Akan muncul seperti gambar dibawah ini





Gambar 3.19 Pemodelan Struktur 3D

7. Isi data spectrum

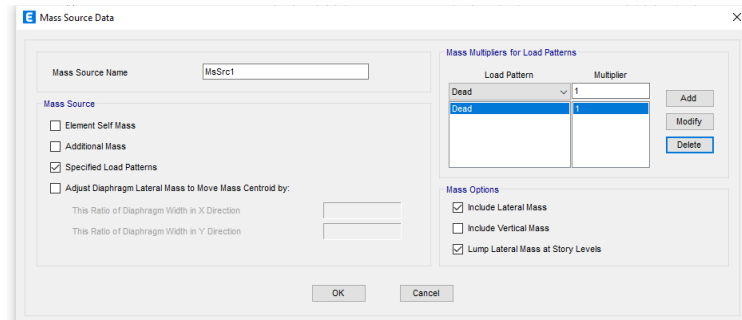
- Define → functions → respons spectrum → Choose function type = from file → add new function
- Klik browser → pilih data spectrum



Gambar 3.20 Input Data Spektrum

8. Define mass source

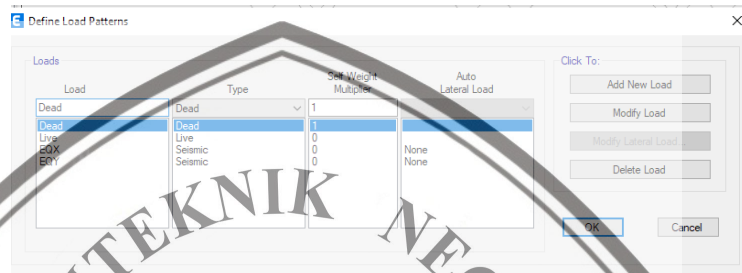
Define → mass source → modify/show source → unceklis (element self mass dan additional mass) → ceklisspecific load pattern → dead = 1 → add → OK



Gambar 3.21 Mass Source

9. Define load pattern

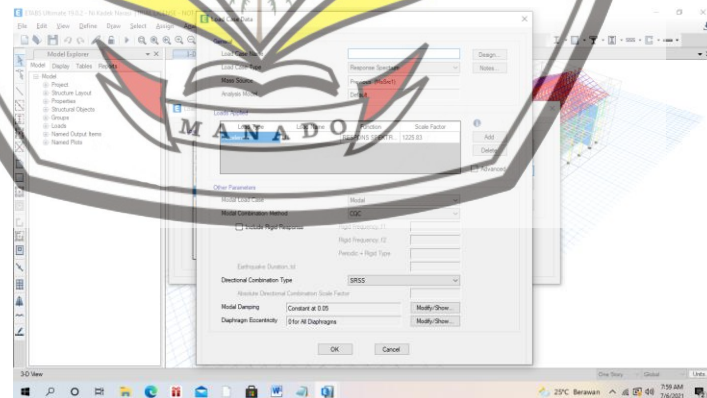
Define → load Pattern → isi data



Gambar 3.22 Load Pattern

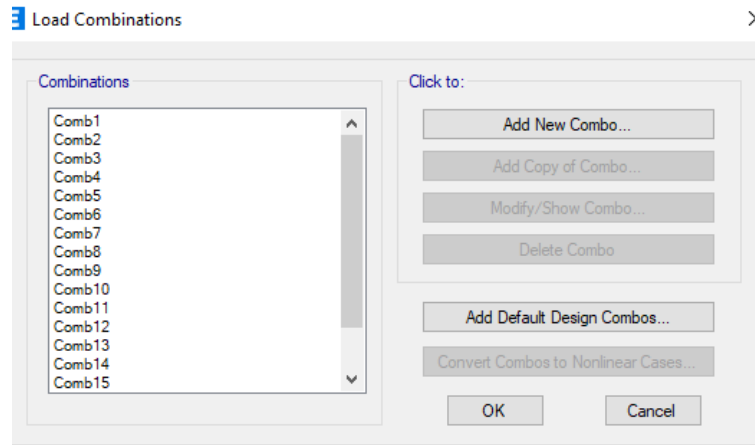
10. Define load case

Define → klik EQX → modify/show case ganti load case = Respons Spektrum
 → klik add → isi load name (EQX = U1 dan EQY=U2) → function ganti
 Respons Spektrum → scale factor = $(g \cdot I_e / R)$



Gambar 3.23 Load Case

11. Load Combination → add new combo → input 18 kombinasi beban → OK

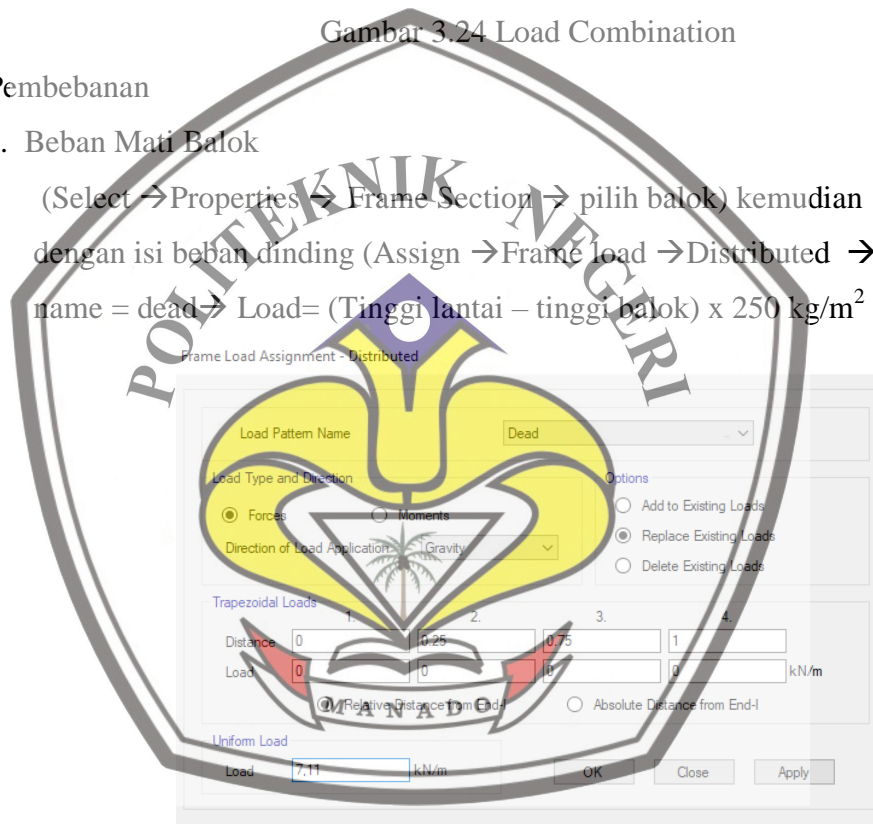


Gambar 3.24 Load Combination

12. Pembebanan

a. Beban Mati Balok

(Select → Properties → Frame Section → pilih balok) kemudian lanjutkan dengan isi beban dinding (Assign → Frame load → Distributed → load case name = dead → Load= (Tinggi lantai – tinggi balok) x 250 kg/m²

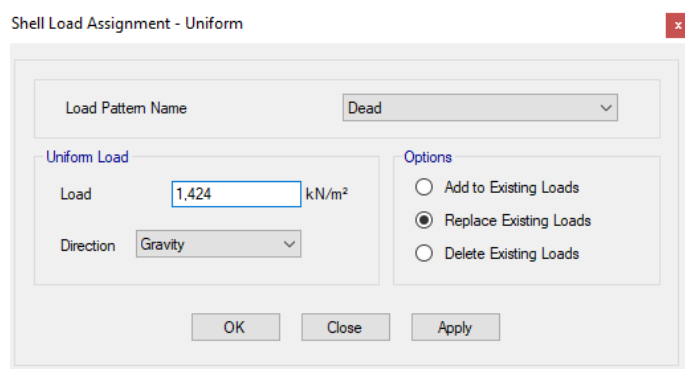


Gambar 3.25 Beban dibalok

b. Beban Pelat

(Select → Properties → Slab Section → pilih pelat) kemudian lanjutkan dengan isi beban mati (Assign → shell load → uniform → load case name =

dead → Load= isi beban tambahan pada pelat) → Buat kembali untuk beban hidup



Gambar 3.26 Beban dipelat

13. Divide Shell

a. Pelat

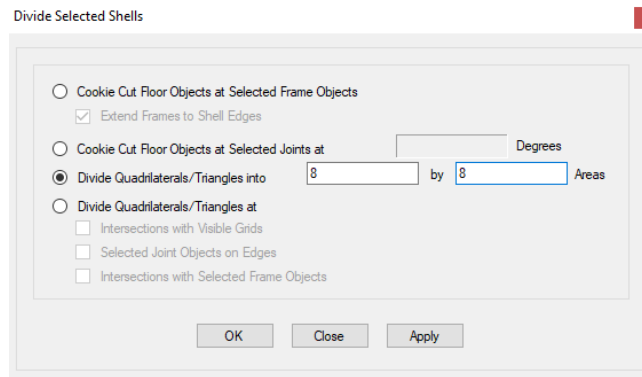
(Select → Properties → Slab Section → pilih pelat) kemudian (Edit → edit shells → divide shells → buat 4 by 4



Gambar 3.27 Divide Shell Pelat

b. Shear Wall

(Select → Properties → Wall Section → pilih ShearWall) kemudian (Edit → edit shells → divide shells → buat 8 by 8



Gambar 3.28 Divide Shell SW

14. Diagram

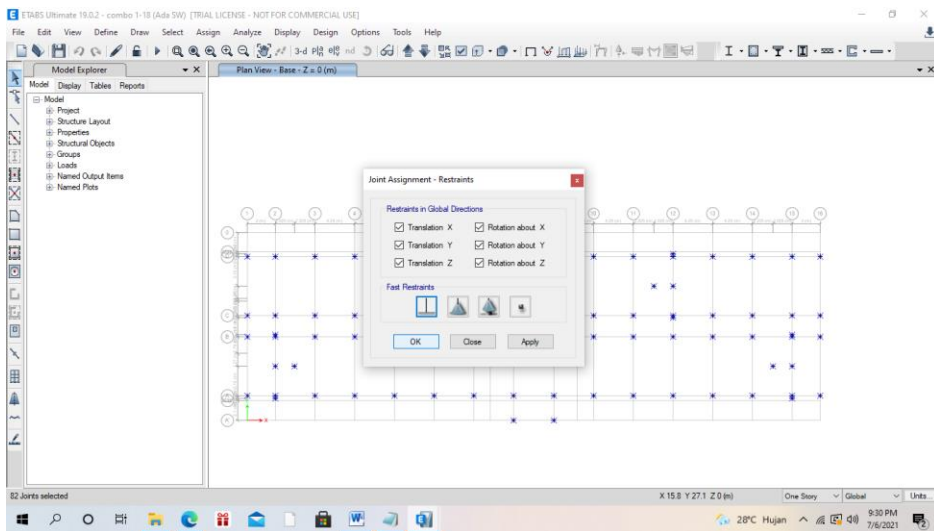
- Select pelat (klik select → properties → slab section → pilih semua pelat)
- Assign → shell → D1 → OK



Gambar 3.29 Diagram

15. Membuat perletakan

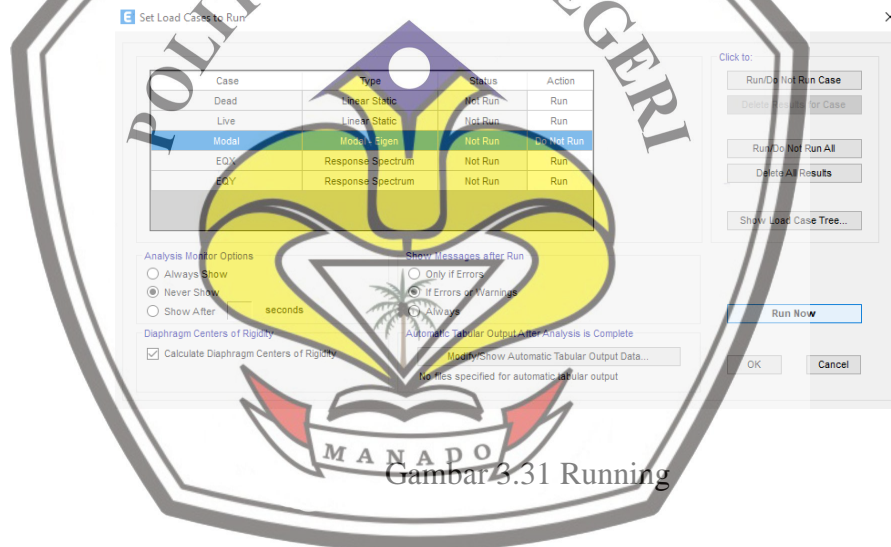
- Pilih one story → pilih plan base
- Blok semua area perletakan
- Assign → joint → restrains → pilih jepit → OK



Gambar 3.30 Perletakan

16. Runing Struktur

Display → set load case to run → modal rubah jadi do/not run → klik calculate
 diaphragm centers of rigidity → Run Now



Gambar 3.31 Running

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

Data perencanaan berisi tentang uraian umum yang ada di proyek yaitu berupa data penampang, mutu material, ukuran bangunan, dll.

- Denah Bangunan : Bentuk Persegi Panjang
- Fungsi Bangunan : Rumah Sakit
- Jumlah Tingkat : 7 Tingkat
- Luas Lantai : 1.440 m²
- Panjang Bangunan : 60 m
- Lebar Bangunan : 24 m
- Tinggi Bangunan : 35,25m
- Tinggi Lt Base : 3,75 m
- Tinggi Lt.1 : 4 m
- Tinggi Lt.2-Lt.3 : 4,5 m
- Tinggi Lt.4 : 5 m
- Tinggi Lt.5-Lt.7 : 4,5 m
- Jenis Tanah : Tanah Lunak
- Lokasi Bangunan : Jl. Tololiu Supit, Tingkulu, Kec Wanea, Kota Manado
Sulawesi Utara.
- Dimensi Kolom
 - K1 = 800 x 1000 mm
 - K2 = 600 x 800 mm
 - K3 = 400 x 600 mm
- Dimensi Balok
 - Balok Induk = 400 x 750 mm
 - = 400 x 600 mm
 - Tie Beam = 400 x 750 mm
 - Balok Anak = 250 x 400 mm

- Tebal Pelat Lantai
 - Pelat = 140 mm
- Dimensi Dinding Geser (Tebal) : 250 mm
- Kuat tekan beton $f'c$: 25 Mpa (semua elemen struktur)
- Tulangan Ulir
 - Tegangan leleh baja f_y : 420 Mpa
 - Tegangan leleh baja f_{ys} : 525 Mpa
- Tulangan Polos
 - Tegangan leleh baja f_y : 280 Mpa
 - Tegangan leleh baja f_{ys} : 300 Mpa

4.2 Perhitungan Beban

4.2.1 Perhitungan Beban Mati Tambahan dan Beban Hidup

1. Beban Mati Tambahan (DL)

- Beban pada balok : (Tinggi lantai – tinggi balok) x 250 kg/m²

$$\text{Lt 1} : (4 \text{ m} - 0.75 \text{ m}) \times 250 \text{ kg/m}^2$$

$$: 812.5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Lt 2,3,5,6,7} : (4.5 \text{ m} - 0.75 \text{ m}) \times 250 \text{ kg/m}^2$$

$$: 937.5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Lt 4} : (5 \text{ m} - 0.75 \text{ m}) \times 250 \text{ kg/m}^2$$

$$: 1062.5 \text{ kg/m}$$

- Beban pada pelat lantai

b. Berat Gypsum 9mm + Penggantung

$$\# \text{Gypsum} = 5.2 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{Internet})$$

$$\# \text{Penggantung} = 7 \text{ kg/m}^2 + (\text{PPPURG})$$

$$= 12.2 \text{ kg/m}^2$$

c. Pasir

$$\# \text{Berat} = 1600 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{PPPURG})$$

$$\# \text{Tebal} = 0.04 \text{ m} \quad \times$$

$$= 64 \text{ kg/m}^2$$

d. Spesi

#Berat = 2100 kg/m³ (PPPURG)

#Tebal = 0.015m x
= 31.5 kg/m²

e. Keramik

#Berat = 18 kg/m² (Internet)

f. Mechanical Electrical

#Berat = 19.5 kg/m² (Asce7-10)

Total beban mati tambahan pada pelat = 145.2 kg/m²

2. Beban Hidup

a. Beban Hidup Pada Pelat

#Semua Ruangan Kecuali Tangga

Lantai = 200 kg/m² (SNI 1727-2019, TABEL 4.3-1)

4.2.2 Perhitungan Gaya Geser Gempa

a. Desain spektra Indonesia

Program Respons Spektra Peta Gempa Indonesia 2019

(C) Copyright Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020

Nama Kota : manado (P)

Bujur / Longitude : 124.5018 Degrees

Lintang / Latitude : 1.2859 Degrees

Kelas Situs : SE - Tanah Lunak

PGA = 0.546921 g

PGAm = 0.630643 g

CRs = 0.000000

CR1 = 0.000000

Ss = 1.282459 g

S1 = 0.553157 g

TL = 15.000000 detik

Fa = 0.887017

Fv = 2.093686

Sms = 1.137562 g

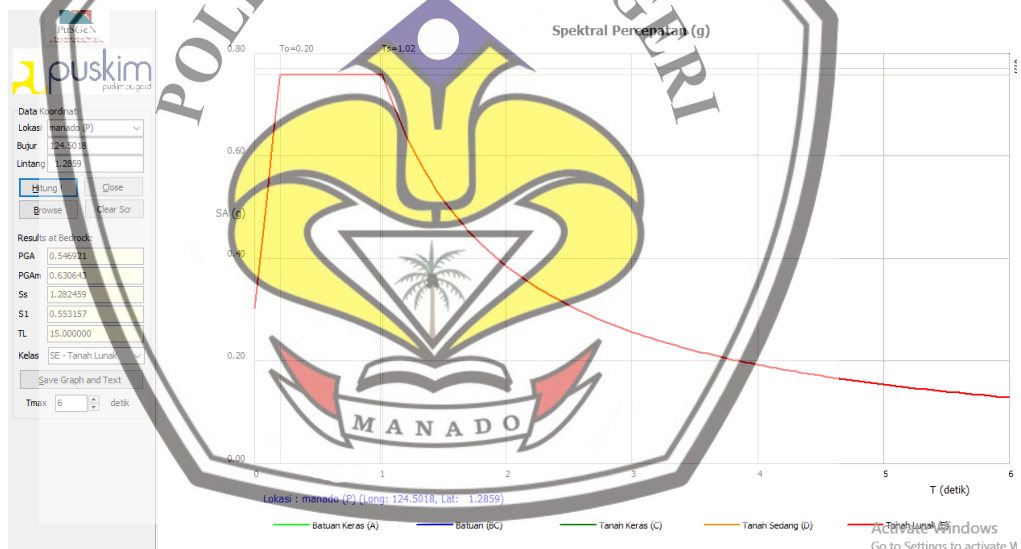
Sm1 = 1.158137 g

Sds = 0.758375 g

Sd1 = 0.772091 g

T0 = 0.203617 detik

Ts = 1.018087 detik



Gambar 4.1 Grafik Spektrum Manado

Sumber : Puskim-PusGeN-ESRC

Parameter-parameter Gempa

Tabel 1-Fungsi Bangunan Gedung = Rumah Sakit
Tabel 1-Kategori Resiko Bangunan = Kategori IV
Tabel 2-Faktor Keutamaan Gempa, $I_e = 1.5$
Tinggi Gedung, H (m) = 37.25

Struktur yang digunakan:
System Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Tabel 9.C.5
Faktor Reduksi System Struktur:
Tabel 12-Koefisien Modifikasi Respon $R = 8$
Tabel 12-Faktor Pembesaran Defleksi, $C_d = 5.5$
Tabel 12-Faktor Kuat Lebih System $\Omega_0 = 0.03$
Tabel 17-Koefisien Batas Atas Periode $C_u = 1.4$

Tabel 17 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{d1}	Koefisien C_u
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $C_t = 0.0466$
Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $\alpha = 0.9$

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan C_t dan α

Tipe struktur	C_t	α
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100% gaya seismik yang diperjalkan dan tidak dianggap sebagai pendukung dengan komponen yang lebih kaku dan akan mereduksi risiko dari defleksi jika dikenai gempa seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0.0724	0.8
• Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan bracing eksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bracing terkeang terhadap gempa	0.0731	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488	0.75

Periode/Waktu Getar arah X

$T_a < T_{Program} < T$
 $C_t X H < T_{Program} < T_a C_u$
1.2089 1.8630 1.6925
Maka Digunakan $T = 1.6925$

Koefisien Respon Seismik Arah X

$S_{ds}/(R/I_e)$ Tdk perlu $S_{ds}/T (R/I_e)$
0.1422 melebihi 2.3898
0.0466 S_{ds} I_e
0.0530 \geq 0.001
 $S_{ds} > 0.6, C_s \text{ Min} = 0.5 * S_1 / (R/I_e) = 0.0519$
Maka Digunakan $C_s = 0.1422$

Distribusi Beban Gempa $T = 1.6925$
 $K = 1.5962$

1 Jika $T \leq$ = 0.5
2 Jika $T \geq$ = 2.5
Interpolasi Jika $0.5 < T < 2.5$ = 1.5962

Gaya Geser Dasar Seismik $[V]$
Arah X 205.123 Kg

Tabel 4.1 Perhitungan berat bangunan model pelaksanaan di lapangan arah X

Story	h_i	W_i	$W_i \cdot h_i^k$	C_{vx}	F_x	V_x
ke-	(m)	(Kg)	(Kg.m)		(Kg)	(Kg)
RoofTop	37.25	341.014	1213.2024	0.436	89.465	89.465
Lantai7	32.75	12835.082	128.39082	0.050	10.318	99.783
Lantai6	28.25	19893.458	198.93458	0.078	15.988	115.771
Lantai5	23.75	20449.609	204.49609	0.080	16.435	132.205
Lantai4	18.75	21473.742	214.73742	0.084	17.258	149.463
Lantai3	14.25	22730.345	227.30345	0.089	18.268	167.731
Lantai2	9.75	24079.767	240.79767	0.094	19.352	187.083
Lantai1	5.75	22447.727	224.47727	0.088	18.041	205.123
Total	37.25	1442.547	1.6	25.52340	1.000	205.123
Total	32.75	1.442.547	1.6	25.523.397	1	205.123

Parameter-parameter Gempa

Tabel 1-Fungsi Bangunan Gedung = Rumah Sakit
Tabel 1-Kategori Resiko Bangunan = Kategori IV
Tabel 2-Faktor Keutamaan Gempa, $I_e = 1.5$
Tinggi Gedung, H (m) = 37.25

Struktur yang digunakan:
System Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Tabel 9.C.5
Faktor Reduksi System Struktur:
Tabel 12-Koefisien Modifikasi Respon $R = 8$
Tabel 12-Faktor Pembesaran Defleksi, $C_d = 5.5$
Tabel 12-Faktor Kuat Lebih System $\Omega_0 = 0.03$
Tabel 17-Koefisien Batas Atas Periode $C_u = 1.4$

Tabel 17 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{d1}	Koefisien C_s
≥ 0.4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $C_t = 0.0466$
Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $\alpha = 0.9$

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan C_t dan α

Tipe struktur	C_t	α
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100% gaya seismik yang sejarakan dan tidak dianggotai dengan perulangan dengan komponen yang lebih kaku dan akan menanggung beban dari defleksi jika dikenai gempa seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0754	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bracing aksial	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bracing terkekang terhadap rotasi	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Periode/Waktu Getar arah Y

$T_a < T_{Program} < T$
 $C_t X H < T_{Program} < T_a C_u$
0.0009 1.6560 0.0013
Maka Digunakan $T = 0.0013$

Koefisien Respon Seismik Arah Y

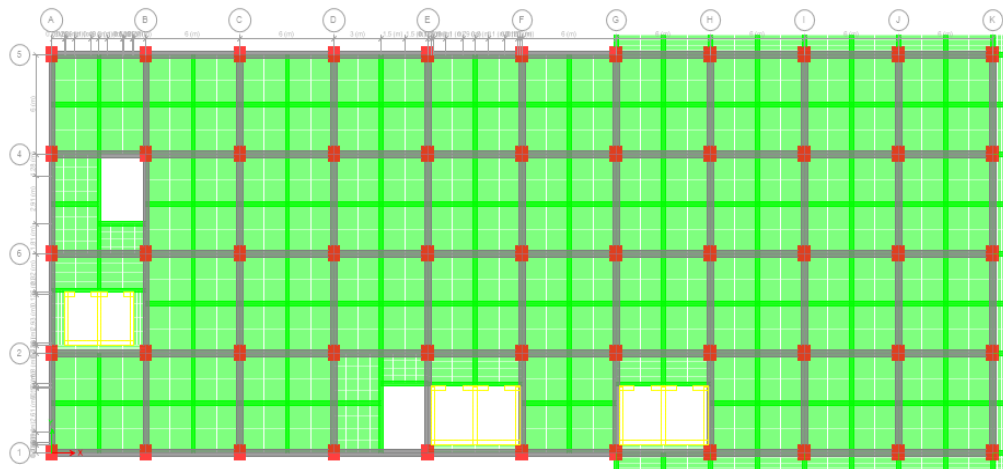
$S_{ds}/(R/I_e)$ Tdk perlu $S_{ds}/T (R/I_e)$
0.1422 melebihi 31.3932
0.0466 $S_{ds} I_e$
0.0530 ≥ 0.001
 $S_{ds} > 0.6, C_s \text{ Min} = 0.5 * S_1 / (R/I_e) = 0.0519$
Maka Digunakan $C_s = 0.1422$

Distribusi Beban Gempa $T = 0.0013$
 $K = 0.5000$
1 Jika $T \leq 0.5$ = 0.5
2 Jika $T \geq 2.5$ = 2.5
Interpolasi Jika $0.5 < T < 2.5$ = 0.7506

Gaya Geser Dasar Seismik (V)
Arah Y 205.123 Kg

Tabel 4.2 Perhitungan berat bangunan model pelaksanaan di lapangan arah Y

Story ke-	h_i (m)	W_i (Kg)	$W_i \cdot h_i^k$ (Kg.m)	C_{vx}	F_x (Kg)	V_y (Kg)
RoofTop	37.25	341.0139	20.8130257	0.014	2.924	2.924
Lantai7	32.75	12389.08	128.390822	0.088	18.039	20.963
Lantai6	28.25	19893.45	198.934577	0.136	27.950	48.914
Lantai5	23.75	20449.61	204.496087	0.140	28.732	77.645
Lantai4	18.75	21473.74	214.73742	0.147	30.171	107.816
Lantai3	14.25	22730.35	227.303453	0.156	31.936	139.752
Lantai2	9.75	24079.77	240.797674	0.165	33.832	173.584
Lantai1	5.75	22447.73	224.477272	0.154	31.539	205.123
Total	37.25	1442.547	0.5	14.5995033	1.000	205.123
Total	32.75	1.442.547	0.5	14.599.503	1	205.123



Gambar 4.2 Denah struktur penempatan Shearwall di lapangan

Sumber: Pemodelan Etabs



Gambar 4.3 Gambar 3D struktur penempatan struktur di lapangan

Sumber: Pemodelan Etabs

Parameter-parameter Gempa

Tabel 1-Fungsi Bangunan Gedung = Rumah Sakit
 Tabel 1-Kategori Resiko Bangunan = Kategori IV
 Tabel 2-Faktor Keutamaan Gempa, $I_e = 1.5$
 Tinggi Gedung, H (m) = 37.25

Struktur yang digunakan:
 System Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Tabel 9.C.5
 Faktor Reduksi System Struktur:

Tabel 12-Koefisien Modifikasi Respon $R = 8$
 Tabel 12-Faktor Pembesaran Defleksi, $C_d = 5.5$
 Tabel 12-Faktor Kuat Lebih System $\Omega_0 = 0.03$
 Tabel 17-Koefisien Batas Atas Periode $C_u = 1.4$

Tabel 17 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{d1}	Koefisien C_u
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $C_t = 0.0466$
 Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $\alpha = 0.9$

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan C_t dan α

Tipe struktur	C_t	α
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilindungi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan membuat rangka dari defleksi jika dikenai gempa seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0.0724	0.8
• Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan kolom eksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bracing terkekang terhadap seismik	0.0731	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488	0.75

Periode/Waktu Getar arah X

$T_a < T_{Program} < T$
 $C_t X H < T_{Program} < T_a C_u$
 1.2089 2.1340 1.6925

Maka Digunakan $T = 1.6925$

Koefisien Respon Seismik Arah X

$S_{ds}/(R/I_e)$ Tdk perlu $S_{ds}/T (R/I_e)$
 0.1422 melebihi 2.3898

$0.0466 S_{ds} I_e$
 0.0530 \geq 0.001

$S_{ds} > 0.6, C_s \text{ Min} = 0.5 * S_1 / (R/I_e) = 0.0519$
 Maka Digunakan $C_s = 0.1422$

Distribusi Beban Gempa

$T = 1.6925$
 $K = 1.5962$

1 Jika $T \leq 1$ = 0.5
 2 Jika $T \geq 2.5$ = 2.5
 Interpolasi jika $0.5 < T < 2.5$ = 1.5962

Gaya Geser Dasar Seismik [V]
 Arah X 165.579 Kg

Tabel 4.3 Perhitungan berat bangunan pemodelan optimasi 1 arah X

Story ke-	h_i (m)	W_i (Kg)	K	$W_i \cdot h_i \cdot K$ (Kg.m)	C_{vx}	F_x (Kg)	V_x (Kg)
Lt 7	37.25	12105.735	1.6	39517.84	0.974	161.320	161.320
Lt 6	32.75	12536.689	1.6	125.36689	0.003	0.512	161.832
Lt 5	28.25	12667.592	1.6	126.67592	0.003	0.517	162.349
Lt 4	23.75	13488.930	1.6	134.8893	0.003	0.551	162.899
Lt 3	18.75	15790.283	1.6	157.90283	0.004	0.645	163.544
Lt 2	14.25	16939.791	1.6	169.39791	0.004	0.692	164.236
Lt 1	9.75	15785.301	1.6	157.85301	0.004	0.644	164.880
Lt Base	5.75	17130.646	1.6	171.30646	0.004	0.699	165.579
Total	37.25	1164.450	1.6	405.61232	1.000	165.579	165.579
Total	32.75	1.164.450	1.6	405.612.320	1	165.579	165.579

Parameter-parameter Gempa

Tabel 1-Fungsi Bangunan Gedung = Rumah Sakit
 Tabel 1-Kategori Resiko Bangunan = Kategori IV
 Tabel 2-Faktor Keutamaan Gempa, $I_e = 1.5$
 Tinggi Gedung, H (m) = 37.25

Struktur yang digunakan:
 System Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Tabel 9.C.5

Faktor Reduksi System Struktur:
 Tabel 12-Koefisien Modifikasi Respon R= 8
 Tabel 12-Faktor Pembesaran Defleksi, Cd= 5.5
 Tabel 12-Faktor Kuat Lebih System $\Omega = 0.03$
 Tabel 17-Koefisien Batas Atas Perioda Cu= 1.4

Tabel 17 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{d1}	Koefisien C_s
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $C_t = 0.0466$
Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $x = 0.9$

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan C_d dan x

Tipe Struktur	C_d	x
Sistem rangka pemikul momen penuh pada rangka pemikul 100% di setiap tingkat yang diayarkan dan tidak meliputi atau dihubungkan dengan kolom yang lebih kaku daripada anggota rangka dari defleksi lateral yang seismik:		
• Rangka beton pemikul momen	0.0724	0.8
• Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan bracing eksenris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bracing terkekang terhadap kaku	0.0731	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0466	0.7

Periode/Waktu Getar arah Y

$T_a < T_{Program} < T$
 $C_t X H < T_{Program} < T_a C_u$
 0.0009 2.1270 0.0013

Maka Digunakan $T = 0.0013$

Koefisien Respon Seismik Arah Y

$S_{ds}/(R/I_e)$ Tdk perlu $S_{ds}/T (R/I_e)$
 0.1422 melebihi 31.3932

$0.0466 S_{ds} I_e$
 0.0530 \geq 0.001

$S_{ds} > 0.6, C_s \text{ Min} = 0.5 * S_1 / (R/I_e) = 0.0519$
 Maka Digunakan $C_s = 0.1422$

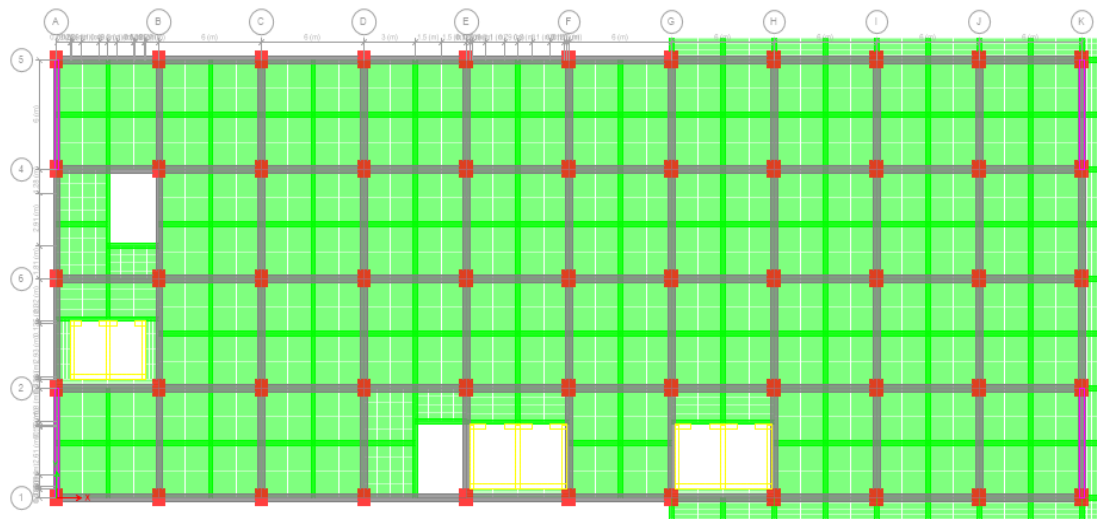
Distribusi Beban Gempa $T = 0.0013$
 $K = 0.5000$

1 Jika $T \leq 1$ = 0.5
 2 Jika $T \geq 2.5$ = 2.5
 Interpolasi Jika $0.5 < T < 2.5$ = 0.7506

Gaya Geser Dasar Seismik (V)
 Arah Y 165.579 K

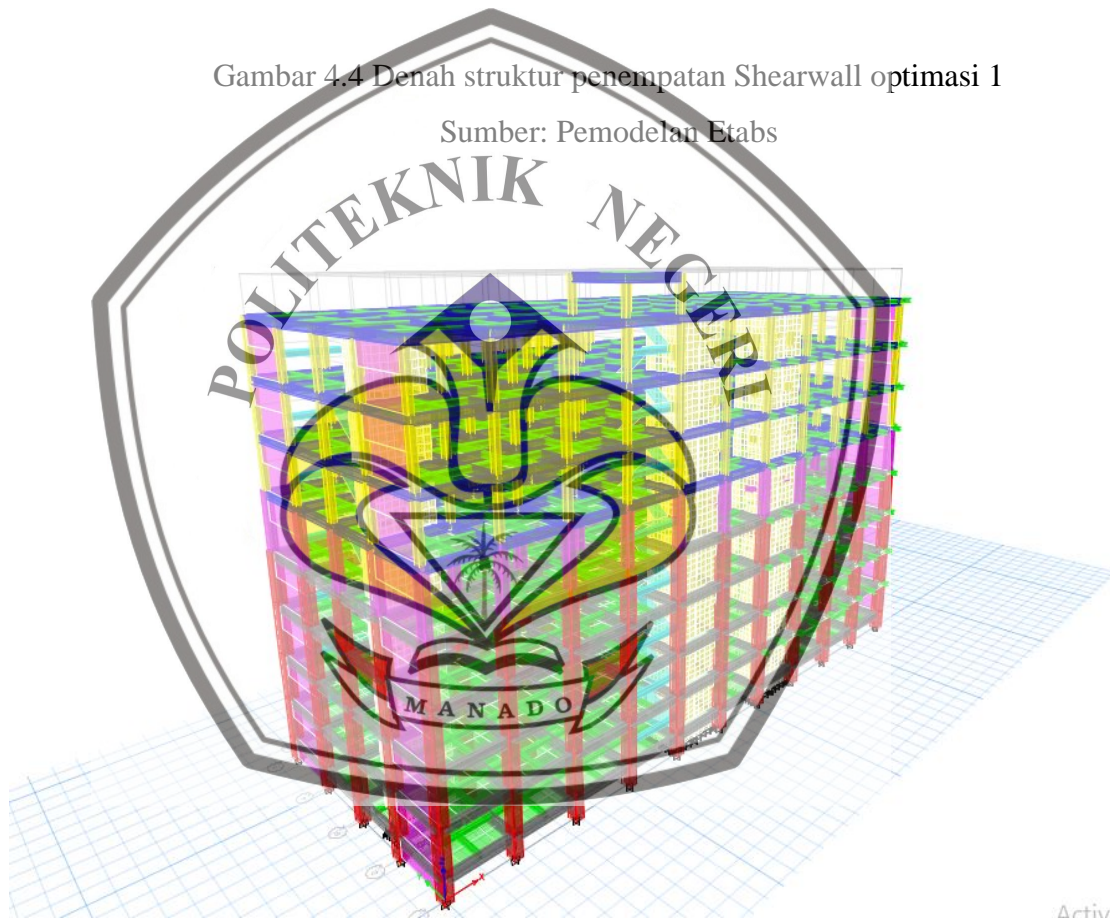
Tabel 4.4 Perhitungan berat bangunan pemodelan optimasi 1 arah Y

Story ke-	h_i (m)	W_i (Kg)	$W_i \cdot h_i^k$ (Kg·m)	C_{vx}	F_x (Kg)	V_y (Kg)
Lt 7	37.25	12105.7348	738.846626	0.415	68.643	68.643
Lt 6	32.75	12536.6886	125.366886	0.070	11.647	80.290
Lt 5	28.25	12667.5918	126.675918	0.071	11.769	92.059
Lt 4	23.75	13488.9302	134.889302	0.076	12.532	104.591
Lt 3	18.75	15790.2831	157.902831	0.089	14.670	119.261
Lt 2	14.25	16939.7914	169.397914	0.095	15.738	134.999
Lt 1	9.75	15785.3007	157.853007	0.089	14.665	149.664
Lt Base	5.75	17130.6457	171.306457	0.096	15.915	165.579
Total	37.25	1164.450	0.5	17.8223894	1.000	165.579
Total	32.75	1.164.450	0.5	17.822.389	1	165.579



Gambar 4.4 Denah struktur penempatan Shearwall optimasi 1

Sumber: Pemodelan Etabs



Gambar 4.5 Gambar 3D struktur penempatan struktur optimasi 1

Sumber: Pemodelan Etabs

Parameter-parameter Gempa

Tabel 1-Fungsi Bangunan Gedung = Rumah Sakit
Tabel 1-Kategori Resiko Bangunan = Kategori IV
Tabel 2-Faktor Keutamaan Gempa, $I_e = 1.5$
Tinggi Gedung, H (m) = 37.25

Struktur yang digunakan:
System Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Tabel 9.C.5
Faktor Reduksi System Struktur:

Tabel 12-Koefisien Modifikasi Respon $R = 8$
Tabel 12-Faktor Pembesaran Defleksi, $C_d = 5.5$
Tabel 12-Faktor Kuat Lebih System $\Omega_0 = 0.03$
Tabel 17-Koefisien Batas Atas Periode $C_u = 1.4$

Tabel 17 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{d1}	Koefisien C_u
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $C_t = 0.0466$
Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $\alpha = 0.9$

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan α

Tipe struktur	C_t	α
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka harus di 100 % gaya seismik yang dinyatakan dan tidak diabaikan atau dipisahkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mempengaruhi distribusi defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0.0466	0.9
• Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan balok aksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan balok terkekang terhadap torsi	0.0731	0.75
Semua sistem lainnya	0.0488	0.75

Periode/Waktu Getar arah X

$T_a < T_{Program} < T$
 $C_t X H < T_{Program} < T_a C_u$
1.2089 1.7930 1.6925
Maka Digunakan $T = 1.6925$

Koefisien Respon Seismik Arah X

$S_{ds}/(R/I_e)$ Tdk perlu $S_{ds}/T (R/I_e)$
0.1422 melebihi 2.3898
0.0466 S_{ds} le
0.0530 \geq 0.001
 $S_{ds} > 0.6, C_s \text{ Min} = 0.5 * S_1 / (R/I_e) = 0.0519$
Maka Digunakan $C_s = 0.1422$

Distribusi Beban Gempa $T = 1.6925$
 $K = 1.5962$
1 Jika $T \leq$ = 0.5
2 Jika $T \geq$ = 2.5
Interpolasi Jika $0.5 < T < 2.5$ = 1.5962

Gaya Geser Dasar Seismik $[V]$ Arah X 203.576 Kg

Tabel 4.5 Perhitungan berat bangunan pemodelan optimasi 2 arah X

Story ke-	h_i (m)	W_i (Kg)	K	$W_i \cdot h_i / K$ (Kg.m)	C_{vx}	F_x (Kg)	V_x (Kg)
RoofTop	37.25	341.014		1113.2024	0.438	89.170	89.170
Lantai7	32.75	12821.283		128.21293	0.050	10.270	99.440
Lantai6	28.25	19854.944		198.54944	0.078	15.904	115.344
Lantai5	23.75	20557.345	1.6	205.57345	0.081	16.467	131.811
Lantai4	18.75	21157.273		211.57273	0.083	16.947	148.759
Lantai3	14.25	23128.899		231.28899	0.091	18.527	167.285
Lantai2	9.75	23430.077		234.30077	0.092	18.768	186.053
Lantai1	5.75	21875.967		218.75967	0.086	17.523	203.576
Total	37.25	1431.668	1.6	25.414604	1.000	203.576	203.576
Total	32.75	1.431.668	1.6	25.414.604	1	203.576	203.576

Parameter-parameter Gempa

Tabel 1-Fungsi Bangunan Gedung = Rumah Sakit
 Tabel 1-Kategori Resiko Bangunan = Kategori IV
 Tabel 2-Faktor Keutamaan Gempa, $I_e = 1.5$
 Tinggi Gedung, H (m) = 37.25

Struktur yang digunakan:
 System Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Tabel 9.C.5
 Faktor Reduksi System Struktur:

Tabel 12-Koefisien Modifikasi Respon $R = 8$
 Tabel 12-Faktor Pembesaran Defleksi, $C_d = 5.5$
 Tabel 12-Faktor Kuat Lebih System $\Omega_0 = 0.03$
 Tabel 17-Koefisien Batas Atas Periode $C_u = 1.4$

Tabel 17 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{d1}	Koefisien C_u
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $C_t = 0.0466$
 Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $\alpha = 0.9$

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan α

Tipe struktur	C_t	α
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka menerima 100 % gaya seismik yang diarahkan dan tidak diinglup atau dibagikan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mempengaruhi nilai defleksi jika dikemai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0.0251	0.9
• Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan balok aksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan balok terkekang terhadap torsi	0.0731	0.75
Semua sistem lainnya	0.0488	0.75

Periode/Waktu Getar arah Y

$T_a < T_{Program} < T$
 $C_t X H < T_{Program} < T_a C_u$
 0.0009 1.6840 0.0013

Maka Digunakan $T = 0.0013$

Koefisien Respon Seismik Arah Y

$S_{ds}/(R/I_e)$ Tdk perlu $S_{ds}/T (R/I_e)$
 0.1422 melebihi 31.3932

$0.0466 S_{ds} I_e$
 0.0530 ≥ 0.001

$S_{ds} > 0.6, C_s \text{ Min} = 0.5 * S_1 / (R/I_e) = 0.0519$
 Maka Digunakan $C_s = 0.1422$

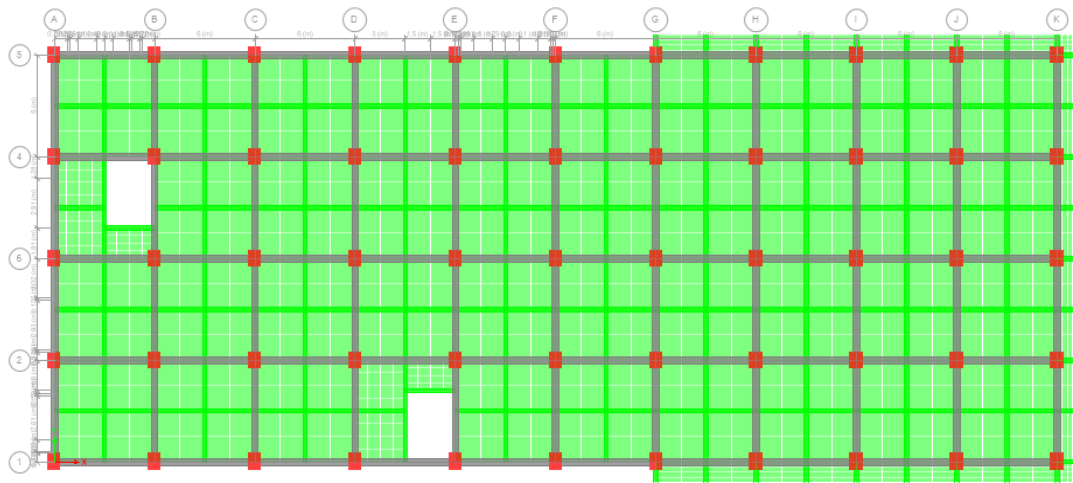
Distribusi Beban Gempa $T = 0.0013$
 $K = 0.5000$

1 Jika $T \leq 0.5$ = 0.5
 2 Jika $T \geq 2.5$ = 2.5
 Interpolasi Jika $0.5 < T < 2.5$ = 0.7506

Gaya Geser Dasar Seismik (W) Arak Y 203.576 Kg

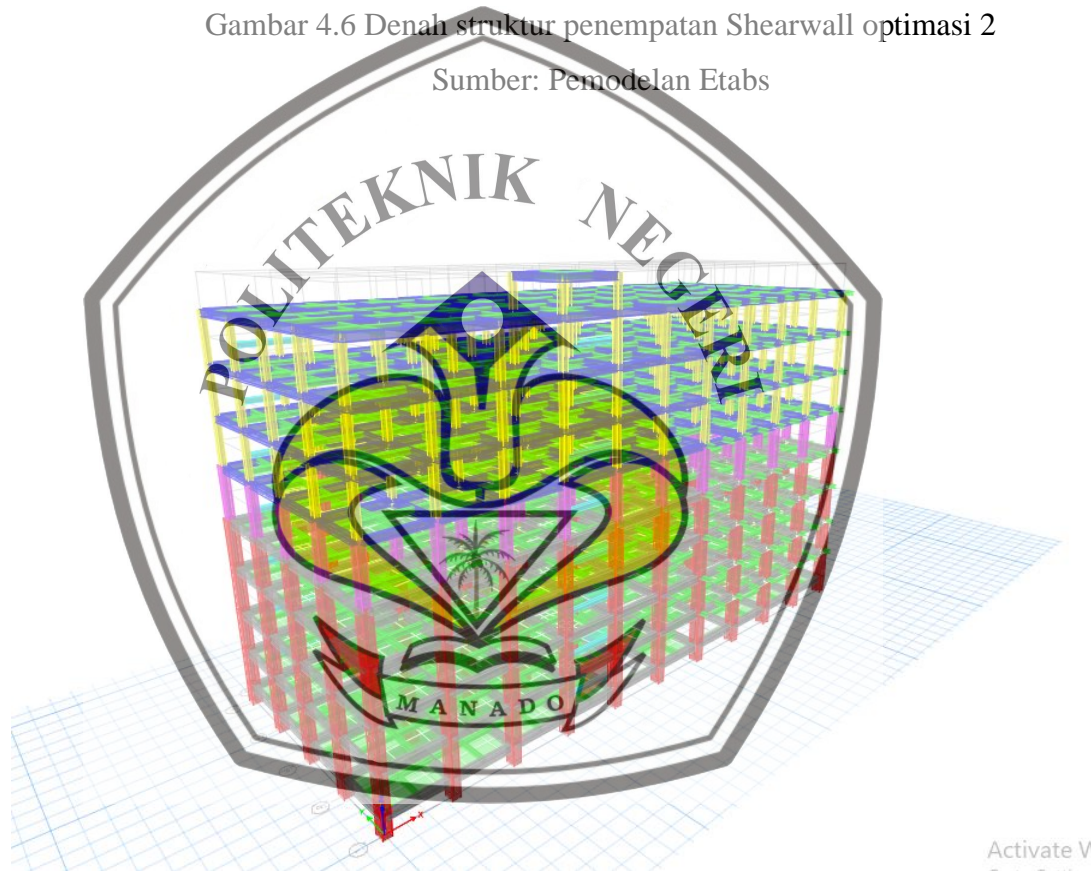
Tabel 4.6 Perhitungan berat bangunan pemodelan optimasi 2 arah Y

Story ke-	h_i (m)	W_i (Kg)	$W_i \cdot h_i \cdot K$ (Kg.m)	C_{vx}	F_x (Kg)	V_y (Kg)
RoofTop	37.25	341.0139	20.8130257	0.014	2.924	2.924
Lantai7	32.75	12821.29	128.212925	0.088	18.012	20.936
Lantai6	28.25	19854.94	198.549441	0.137	27.894	48.830
Lantai5	23.75	20557.35	205.57345	0.142	28.881	77.711
Lantai4	18.75	21157.27	211.572734	0.146	29.723	107.434
Lantai3	14.25	23128.9	231.288993	0.160	32.493	139.927
Lantai2	9.75	23430.08	234.300766	0.162	32.916	172.843
Lantai1	5.75	21875.97	218.759669	0.151	30.733	203.576
Total	37.25	1431.668	0.5	14.490710	1.000	203.576
Total	32.75	1.431.668	0.5	14.490.710	1	203.576



Gambar 4.6 Denah struktur penempatan Shearwall optimasi 2

Sumber: Pemodelan Etabs



Gambar 4.7 Gambar 3D struktur penempatan struktur optimasi 2

Sumber: Pemodelan Etabs

Parameter-parameter Gempa

Tabel 1-Fungsi Bangunan Gedung = Rumah Sakit
Tabel 1-Kategori Resiko Bangunan = Kategori IV
Tabel 2-Faktor Keutamaan Gempa, $I_e = 1.5$
Tinggi Gedung, H (m) = 37.25

Struktur yang digunakan:
System Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Tabel 9.C.5
Faktor Reduksi System Struktur:

Tabel 12-Koefisien Modifikasi Respon $R = 8$
Tabel 12-Faktor Pembesaran Defleksi, $C_d = 5.5$
Tabel 12-Faktor Kuat Lebih System $\Omega_0 = 0.03$
Tabel 17-Koefisien Batas Atas Periode $C_u = 1.4$

Tabel 17 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{d1}	Koefisien C_u
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $C_t = 0.0466$
Tabel 18-Parameter Periode Pendekatan $\alpha = 0.9$

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan α

Tipe struktur	C_t	α
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka harus di 100% gaya seismik yang diayarkan dan tidak diingup atau dipotong dengan komponen yang lebih kaku dan akan mempengaruhi nilai defleksi jika diknai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0.0466	0.9
• Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan balok aksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan balok terkekang terhadap torsi	0.0731	0.75
Semua sistem lainnya	0.0488	0.75

Periode/Waktu Getar arah Y

$$T_a < T_{Program} < T$$

$$C_t X H < T_{Program} < T_a C_u$$

0.0009 1.5370 0.0013

Maka Digunakan $T = 0.0013$

Koefisien Respon Seismik Arah Y

$S_{ds}/(R/I_e)$	Tdk perlu melebihi	$S_{ds}/T (R/I_e)$
0.1422		31.3932
$0.0466 S_{ds} I_e$		
0.0530	\geq	0.001
$S_{ds} > 0.6, C_s \text{ Min} = 0.5 * S_1 / (R/I_e)$	$=$	0.0519
Maka Digunakan C_s	$=$	0.1422

Distribusi Beban Gempa

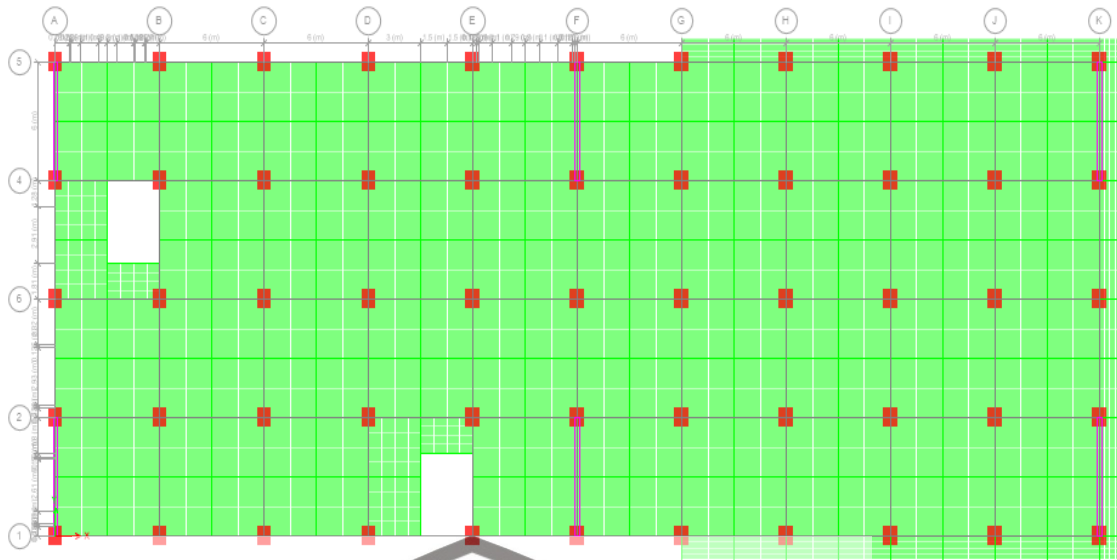
$T = 0.0013$
 $K = 0.5000$

1 Jika $T \leq 1$ = 0.5
2 Jika $T \geq 1$ = 2.5
Interpolasi Jika $0.5 < T < 2.5$ = **0.7506**

Gaya Geser Dasar Seismik (M) Arah Y = 205.382 Kg

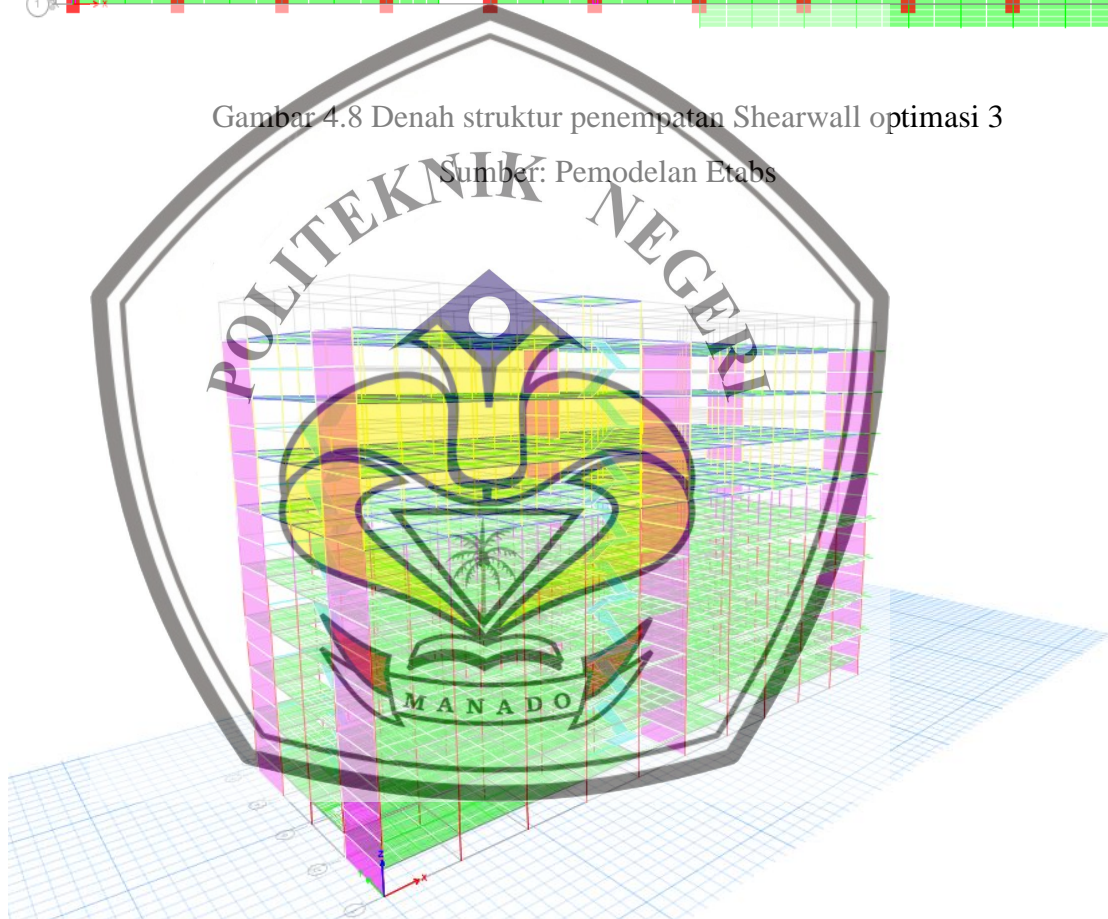
Tabel 4.8 Perhitungan berat bangunan pemodelan optimasi 3 arah Y

Story ke-	h_i (m)	W_i (Kg)	$W_i \cdot h_i^{\alpha}$ (Kg.m)	C_{vx}	F_x (Kg)	V_y (Kg)
RoofTop	37.25	348.2222	21.2529683	0.015	2.985	2.985
Lantai7	32.75	13004.27	130.042689	0.089	18.267	21.252
Lantai6	28.25	20081.27	200.813662	0.137	28.208	49.460
Lantai5	23.75	20491.27	204.912672	0.140	28.783	78.243
Lantai4	18.75	21281.64	212.816408	0.146	29.894	108.137
Lantai3	14.25	23412.61	234.126094	0.160	32.887	141.024
Lantai2	9.75	23709.45	237.094533	0.162	33.304	174.328
Lantai1	5.75	22107.46	221.074603	0.151	31.054	205.382
Total	37.25	1444.363	0.5	14.6213363	1.000	205.382
Total	32.75	1.444.363	0.5	14.621.336	1	205.382



Gambar 4.8 Denah struktur penempatan Shearwall optimasi 3

Sumber: Pemodelan Etabs



Gambar 4.9 Gambar 3D struktur penempatan struktur optimasi 3

Sumber: Pemodelan Etabs

4.3 Hasil Analisa

4.3.1 Simpangan Antar Tingkat

1. Syarat Drift

Untuk bangunan Rumah Sakit Umum Daerah Kota Manado memiliki kategori resiko IV, sehingga besar nilai keutamaan gempa (I_e) adalah 1,5 sedangkan nilai factor pembesaran defleksi (C_d) untuk kategori SRPMK dan SDSK adalah 5,5.

$$\delta x = (C_d \times \delta x_e) / (I_e)$$

$$\delta x = (5,5 \times \delta x_e) / (1,5)$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat drift } \Delta \text{ Lt.1} &= 0.015 \times h_x \\ &= 0.015 \times (4 \times 1000) \\ &= 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat drift } \Delta \text{ Lt.2-3} &= 0.015 \times h_x \\ &= 0.015 \times (4,5 \times 1000) \\ &= 67.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat drift } \Delta \text{ Lt.4} &= 0.015 \times h_x \\ &= 0.015 \times (5 \times 1000) \\ &= 75 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat drift } \Delta \text{ Lt.5-7} &= 0.015 \times h_x \\ &= 0.015 \times (4,5 \times 1000) \\ &= 67.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Nilai Simpangan Setiap Tingkat

Nilai simpangan pada struktur yang terdapat *shear wall di lapangan* dan 3 model penempatan posisi *shear wall* yang akan dijelaskan pada tabel 4.1 dibawah ini.

Nilai $C_d = 5,5$ (tabel 2.7 Sistem pemikul gaya seismic SNI 1726:2019)

$I_e = 1,5$ (tabel 4 Faktor Keutamaan Gempa SNI 1726:2019)

$$\delta x = \frac{C_d \times \delta x_e}{I_e}$$

Tabel 4.7 Nilai Simpangan Struktur gedung pelaksanaan di lapangan arah X

TABLE: Story Response EQ-X							
STORY	h	hi	δ_x	Δ_s	Δ	Δ ijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
RoofTop	37.250	4.500	5.900	21.633	-3.667	67.50	OK
Lantai7	32.750	4.500	6.900	25.300	-3.667	67.50	OK
Lantai6	28.250	4.500	7.900	28.967	-0.367	67.50	OK
Lantai5	23.750	5.000	8.000	29.333	4.033	75.00	OK
Lantai4	18.750	4.500	6.900	25.300	4.767	67.50	OK
Lantai3	14.250	4.500	5.600	20.533	4.400	67.50	OK
Lantai2	9.750	4.000	4.400	16.133	4.767	60.00	OK
Lantai1	5.750	3.750	3.100	11.367	11.367	56.25	OK

Tabel 4.8 Nilai Simpangan Struktur gedung pelaksanaan di lapangan arah Y

TABLE: Story Response EQ-Y							
STORY	h	hi	δ_x	Δ_s	Δ	Δ ijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
RoofTop	37.250	4.500	8.400	30.800	-1.833	67.50	OK
Lantai7	32.750	4.500	8.900	32.633	-1.100	67.50	OK
Lantai6	28.250	4.500	9.200	33.733	0.467	67.50	OK
Lantai5	23.750	5.000	8.800	32.267	4.767	75.00	OK
Lantai4	18.750	4.500	7.500	27.500	5.500	67.50	OK
Lantai3	14.250	4.500	6.000	22.000	4.400	67.50	OK
Lantai2	9.750	4.000	4.800	17.600	5.500	60.00	OK
Lantai1	5.750	3.750	3.300	12.100	12.100	56.25	OK

Tabel 4.9 Nilai Simpangan Struktur gedung Optimasi posisi 1 arah X

TABLE: Story Response EQ-X							
STORY	H_{sx}	H	δ_x	Δ_s	Δ	Δ ijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
RoofTop	37.250	4.500	4.000	14.667	0.000	67.50	OK
Lantai7	32.750	4.500	4.000	14.667	1.100	67.50	OK
Lantai6	28.250	4.500	3.700	13.567	1.833	67.50	OK
Lantai5	23.750	5.000	3.200	11.733	2.200	75.00	OK
Lantai4	18.750	4.500	2.600	9.533	2.567	67.50	OK
Lantai3	14.250	4.500	1.900	6.967	2.200	67.50	OK
Lantai2	9.750	4.000	1.300	4.767	2.200	60.00	OK
Lantai1	5.750	3.750	0.700	2.567	2.567	56.25	OK

Tabel 4.10 Nilai Simpangan Struktur gedung Optimasi posisi 1 arah Y

TABLE: Story Response EQ-Y							
STORY	H sx	H	δy	Δs	Δ	Δ ijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
RoofTop	37.250	4.500	4.300	15.767	-0.367	67.50	OK
Lantai7	32.750	4.500	4.400	16.133	1.833	67.50	OK
Lantai6	28.250	4.500	3.900	14.300	2.200	67.50	OK
Lantai5	23.750	5.000	3.300	12.100	-2.200	75.00	OK
Lantai4	18.750	4.500	3.900	14.300	-2.567	67.50	OK
Lantai3	14.250	4.500	4.600	16.867	0.367	67.50	OK
Lantai2	9.750	4.000	4.500	16.500	4.767	60.00	OK
Lantai1	5.750	3.750	3.200	11.733	11.733	56.25	OK

Tabel 4.11 Nilai Simpangan Struktur gedung Optimasi posisi 2 arah X

TABLE: Story Response EQ-X							
STORY	H sx	H	δx	Δs	Δ	Δ ijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
RoofTop	37.250	4.500	8.200	30.067	-0.733	67.50	OK
Lantai7	32.750	4.500	8.400	30.800	-1.100	67.50	OK
Lantai6	28.250	4.500	8.700	31.900	1.467	67.50	OK
Lantai5	23.750	5.000	8.300	30.433	5.500	75.00	OK
Lantai4	18.750	4.500	6.800	24.933	5.133	67.50	OK
Lantai3	14.250	4.500	5.400	19.800	4.033	67.50	OK
Lantai2	9.750	4.000	4.300	15.767	4.767	60.00	OK
Lantai1	5.750	3.750	3.000	11.000	11.000	56.25	OK

Tabel 4.12 Nilai Simpangan Struktur gedung Optimasi posisi 2 arah Y

TABLE: Story Response EQ-Y							
STORY	H sx	H	δy	Δs	Δ	Δ ijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
RoofTop	37.250	4.500	6.600	24.200	-3.300	67.50	OK
Lantai7	32.750	4.500	7.500	27.500	-2.933	67.50	OK
Lantai6	28.250	4.500	8.300	30.433	-0.367	67.50	OK
Lantai5	23.750	5.000	8.400	30.800	3.300	75.00	OK
Lantai4	18.750	4.500	7.500	27.500	4.767	67.50	OK
Lantai3	14.250	4.500	6.200	22.733	4.767	67.50	OK
Lantai2	9.750	4.000	4.900	17.967	5.133	60.00	OK
Lantai1	5.750	3.750	3.500	12.833	12.833	56.25	OK

Tabel 4.13 Nilai Simpangan Struktur gedung Optimasi posisi 3 arah X

TABLE: Story Response EQ-X							
STORY	H _{sx}	H	δ _x	Δ _s	Δ	Δ ijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
RoofTop	37.250	4.500	6.600	24.200	-1.467	67.50	OK
Lantai7	32.750	4.500	7.000	25.667	-1.833	67.50	OK
Lantai6	28.250	4.500	7.500	27.500	0.733	67.50	OK
Lantai5	23.750	5.000	7.300	26.767	4.767	75.00	OK
Lantai4	18.750	4.500	6.000	22.000	5.500	67.50	OK
Lantai3	14.250	4.500	4.500	16.500	4.400	67.50	OK
Lantai2	9.750	4.000	3.300	12.100	4.767	60.00	OK
Lantai1	5.750	3.750	2.000	7.333	7.333	56.25	OK

Tabel 4.14 Nilai Simpangan Struktur gedung Optimasi posisi 3 arah Y

TABLE: Story Response EQ-Y							
STORY	H _{sy}	H	δ _y	Δ _s	Δ	Δ ijin	KET
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
RoofTop	37.250	4.500	8.200	30.067	-0.367	67.50	OK
Lantai7	32.750	4.500	8.300	30.433	0.000	67.50	OK
Lantai6	28.250	4.500	8.300	30.433	2.933	67.50	OK
Lantai5	23.750	5.000	7.500	27.500	5.133	75.00	OK
Lantai4	18.750	4.500	6.100	22.367	5.867	67.50	OK
Lantai3	14.250	4.500	4.500	16.500	4.767	67.50	OK
Lantai2	9.750	4.000	3.200	11.733	4.767	60.00	OK
Lantai1	5.750	3.750	1.900	6.967	6.967	56.25	OK

4.3.2 Hasil Analisa Perbandingan Luas Tulangan Kolom dan Balok

1. Hasil Analisa Perbandingan Luas Tulangan Balok

Tabel 4.15 Perbandingan Luas Tulangan Balok

TYPE	DIMENSI	STORY	POSISI	PORTAL	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS
					TUMPUAN (Existing)	LAPANGAN (Existing)	TUMPUAN (Optimasi Posisi 1)	LAPANGAN (Optimasi Posisi 1)	TUMPUAN (Optimasi Posisi 2)	LAPANGAN (Optimasi Posisi 2)	TUMPUAN (Optimasi Posisi 3)	LAPANGAN (Optimasi Posisi 3)
B2	400x600	RoofTop	Top	X	690	182	516	127	442	151	601	148
			Bottom		366	660	255	196	304	490	297	430
			Top	Y	690	189	192	390	200	407	509	126
			Bottom		381	678	156	39	170	42	252	390
B2	400x600	7	Top	X	639	157	690	195	714	232	718	233
			Bottom		316	525	392	644	467	690	470	690
			Top	Y	640	157	690	198	690	193	786	255
			Bottom		316	560	399	690	389	689	514	732
B2	400x600	6	Top	X	641	157	690	208	697	226	751	244
			Bottom		317	527	420	572	497	690	491	690
			Top	Y	658	162	690	170	690	178	690	206
			Bottom		325	555	343	612	359	575	414	690
B2	400x600	5	Top	X	595	146	690	181	690	215	690	221
			Bottom		294	505	365	615	497	690	445	690
			Top	Y	609	150	620	152	690	177	690	201
			Bottom		301	534	306	595	357	665	405	690
B1	400x750	4	Top	X	454	112	511	127	729	179	622	157
			Bottom		226	397	254	516	361	726	316	656
			Top	Y	470	116	362	90	445	215	616	152
			Bottom		233	420	180	373	231	463	305	701
B1	400x750	3	Top	X	465	112	537	138	641	158	597	147
			Bottom		236	398	267	526	318	650	296	617
			Top	Y	463	114	529	131	500	124	602	149
			Bottom		230	417	263	562	248	530	298	676
B1	400x750	2	Top	X	457	113	511	127	607	150	604	149
			Bottom		227	397	254	503	301	622	300	617
			Top	Y	462	114	501	124	512	127	587	145
			Bottom		230	420	249	561	254	534	291	685
B1	400x750	1	Top	X	549	136	628	155	687	169	689	170
			Bottom		273	463	311	620	340	687	341	687
			Top	Y	549	138	595	147	486	120	643	159
			Bottom		272	481	295	619	241	511	319	737

2. Hasil Analisa Perbandingan Luas Tulangan Kolom

Tabel 4.16 Perbandingan Luas Tulangan Kolom

TYPE	DIMENSI	STORY	AS KOLOM (Existing)		AS KOLOM (Optimasi Posisi 1)		AS KOLOM (Optimasi Posisi 2)		AS KOLOM (Optimasi Posisi 3)	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
			K3	400 x 600	7	2517	2517	2400	2400	3806
K3	400 x 600	6	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
K3	400 x 600	5	3518	3518	2400	2400	2400	2400	2400	2400
K2	600 x 800	4	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800	4800
K1	800 x 1000	3	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
K1	800 x 1000	2	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
K1	800 x 1000	1	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000

4.3.3 Hasil Analisa Perbandingan Gaya-gaya Dalam

1. Hasil Analisa Gaya Momen

Tabel 4.17 Perbandingan Gaya Momen Arah X

STORY	Existing		Optimasi 1		Optimasi 2		Optimasi 3	
	Desain Mu	Combo	Desain Mu	Combo	Desain Mu	Combo	Desain Mu	Combo
	kN-m	Name	kN-M	Name	Kn-M	Name	Kn-M	Name
7	70.5221	Comb15	82.2555	Comb15	77.4715	Comb2	98.3219	Comb2
6	70.2610	Comb15	81.7863	Comb15	77.2234	Comb2	93.1547	Comb2
5	68.4877	Comb15	79.4015	Comb15	75.9012	Comb2	90.8862	Comb2
4	73.0116	Comb15	77.8561	Comb15	79.3599	Comb2	87.7478	Comb2
3	72.2182	Comb15	79.5511	Comb15	77.6211	Comb2	92.6058	Comb2
2	75.3258	Comb15	77.7505	Comb15	81.8577	Comb2	77.0540	Comb2
1	71.7617	Comb15	70.0097	Comb15	78.1869	Comb2	80.4294	Comb2

Tabel 4.18 Perbandingan Gaya Momen Arah Y

STORY	Existing		Optimasi 1		Optimasi 2		Optimasi 3	
	Desain Mu	Combo	Desain Mu	Combo	Desain Mu	Combo	Desain Mu	Combo
	kN-m	Name	Kn-M	Name	Kn-M	Name	Kn-M	Name
7	73.9772	Comb15	99.9206	Comb15	87.9541	Comb2	120.4158	Comb2
6	77.3293	Comb15	95.0317	Comb15	88.0675	Comb2	117.4141	Comb2
5	73.9837	Comb15	89.9815	Comb15	84.7101	Comb2	116.8222	Comb2
4	78.1696	Comb15	87.3602	Comb15	87.6402	Comb2	113.9759	Comb2
3	77.9307	Comb15	87.0872	Comb15	87.4907	Comb2	110.0814	Comb2
2	77.9719	Comb15	88.4258	Comb15	87.5892	Comb2	94.4542	Comb2
1	97.2835	Comb15	91.0614	Comb15	98.9231	Comb2	97.7172	Comb2

2. Hasil Analisa Gaya Axial

Tabel 4.19 Perbandingan Gaya Axial

STORY	Existing		Optimasi 1		Optimasi 2		Optimasi 3	
	Desain Mu	Combo	Desain Mu	Combo	Desain Mu	Combo	Desain Mu	Combo
	kN-m	Name	Kn-M	Name	Kn-M	Name	Kn-M	Name
7	-969.0773	Comb2	-987.399	Comb15	-879.2044	Comb2	-1196.164	Comb1
6	-1399.254	Comb2	-1475.814	Comb15	-1376.18	Comb2	-1855.383	Comb7
5	-1898.927	Comb2	-2022.671	Comb15	-1906.423	Comb2	-2559.876	Comb7
4	-2442.717	Comb2	-2651.829	Comb15	-2483.486	Comb2	-3296.714	Comb3
3	-2976.698	Comb2	-3279.381	Comb15	-3056.959	Comb2	-4091.522	Comb3
2	-3537.731	Comb2	-3892.591	Comb15	-3629.356	Comb2	-4783.276	Comb3
1	-4055.491	Comb2	-4640.130	Comb15	-4266.352	Comb2	-5420.258	Comb7

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pada perhitungan struktur yang menggunakan *shearwall di lapangan* dan *shear wall dengan penempatan posisi 1, posisi 2, dan posisi 3* hasil simpangan ketiga gedung tersebut dinyatakan aman
2. Nilai luas tulangan balok yang didapatkan dari 4 pemodelan gedung terjadi sedikit penurunan pada pemodelan *shearwall dengan penempatan posisi 1*.
3. Luas tulangan kolom pada struktur yang menggunakan *shearwall di lapangan* cenderung hampir sama dibandingkan dengan struktur *shearwall dengan optimasi penempatan yang dimodelkan*.
4. Nilai optimal dari hasil optimasi di atas, didapat:
Hasil analisa gaya momen;
 - Hasil analisa gaya momen arah X : 98.3219 Kn-M pada combo 2, story 7
 - Hasil analisa gaya momen arah X : 120.4158 Kn-M pada combo 2, story 7
 - Hasil analisa gaya axial : -5420.258 Kn-M pada combo 7, story 1

5.2 Saran

1. Dalam hasil perbandingan menyatakan bahwa ketiga model struktur yang didesain masih bisa direkomendasikan karena simpangan yang terjadi pada struktur masih memenuhi syarat drift.
2. Dalam perbandingan yang dihasilkan adalah, pemodelan optimasi posisi 1 adalah yang paling kecil simpangannya
3. Dalam hasil perbandingan yang dihasilkan adalah, pemodelan optimasi posisi 3 adalah yang paling disarankan untuk digunakan, karena menggunakan Shearwall yang sudah dimodelkan di atas, menghasilkan simpangan yang mempunyai selisih tipis dengan pemodelan sesuai *shear wall di lapangan*.
4. Perlunya ketelitian dalam pemodelan struktur dinding geser untuk mendapatkan model Shearwall yang Efektif untuk digunakan.

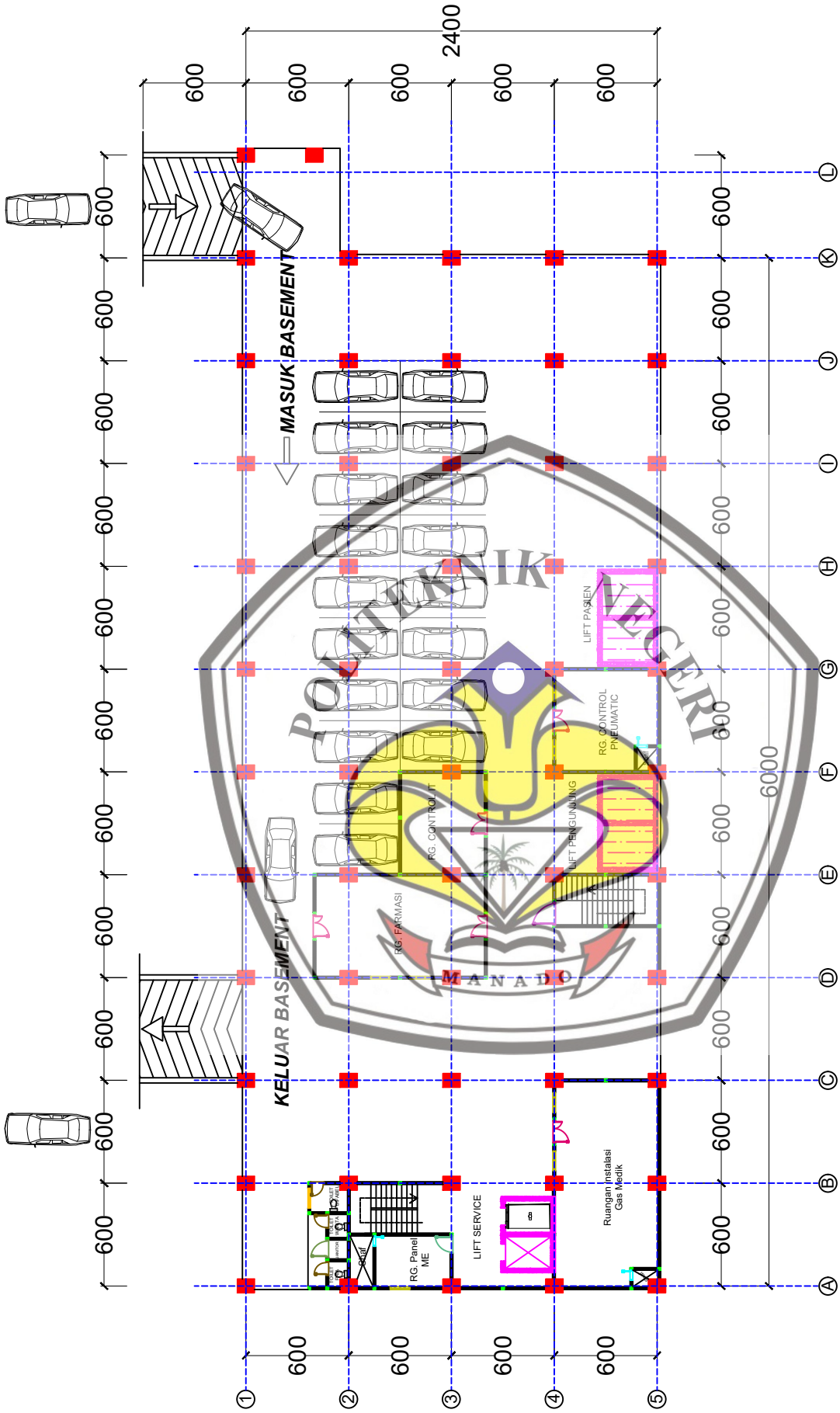
DAFTAR PUSTAKA

- Fanella, D. A. (n.d.). *Seismic Detailing Of Concrete Buildings*.
- Happy Anggara Kusuma, S. P. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Kampus HNK Menggunakan Sistem Ganda Di Daerah Semarang. *ISSN 2615-0824*, 155-164.
- Iswandi Imran, A. T. (n.d.). Perencanaan Element Struktur Sistem Ganda Berdasarkan SNI 03:2847:2013.
- Mochamad Erwin Isnin Diansyah, U. K. (2019). Perencanaan Stuktur Gedung Hotel Royal ISNIN 10 Lantai Menggunakan Metode Sistem Ganda Di Kota Surabaya. *ISSN 2615-0824*, 137-146.
- Muhammad Khoirun Hasibuan, K. R. (n.d.). Perencanaan Struktur Gedung Rusunawa dengan Sistem Ganda yaitu Kombinasi antara Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan Sistem Dinding Shear Wall (SDS).
- SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk srtuktur bangunan gedung dan nongedung. *ICS 91.120.25; 91.080.01* .
- SNI 1727:2013 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedng dan struktur lain. *ICS 19.040; 17.120.2093.020*.
- SNI 3847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasannya. *ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD*.
- PPUIG. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*.
- Purwono Rachmat, M. (n.d.). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa sesuai SNI 1726 dan 2847 edisi kedua*.
- Riza, M. M. (n.d.). *Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung Dengan Etabs*.
- Ryan Permana Rahinda, A. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Hotel Leko menggunakan Sistem Ganda Di Kota Belitung. *ISSN 2615-0824*, 171-180.
- Setiawan, A. (n.d.). *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*.
- Tavio, Kusuma. Benny. (2009). *Desain Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya.
- Nugroho. (2017). *Pengaruh Dinding Geser Terhadap Perencanaan Kolom Dan Balok Bangunan Gedung Beton Bertulang. Padang. Institut Teknologi Padang*.

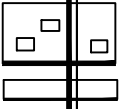
LAMPIRAN



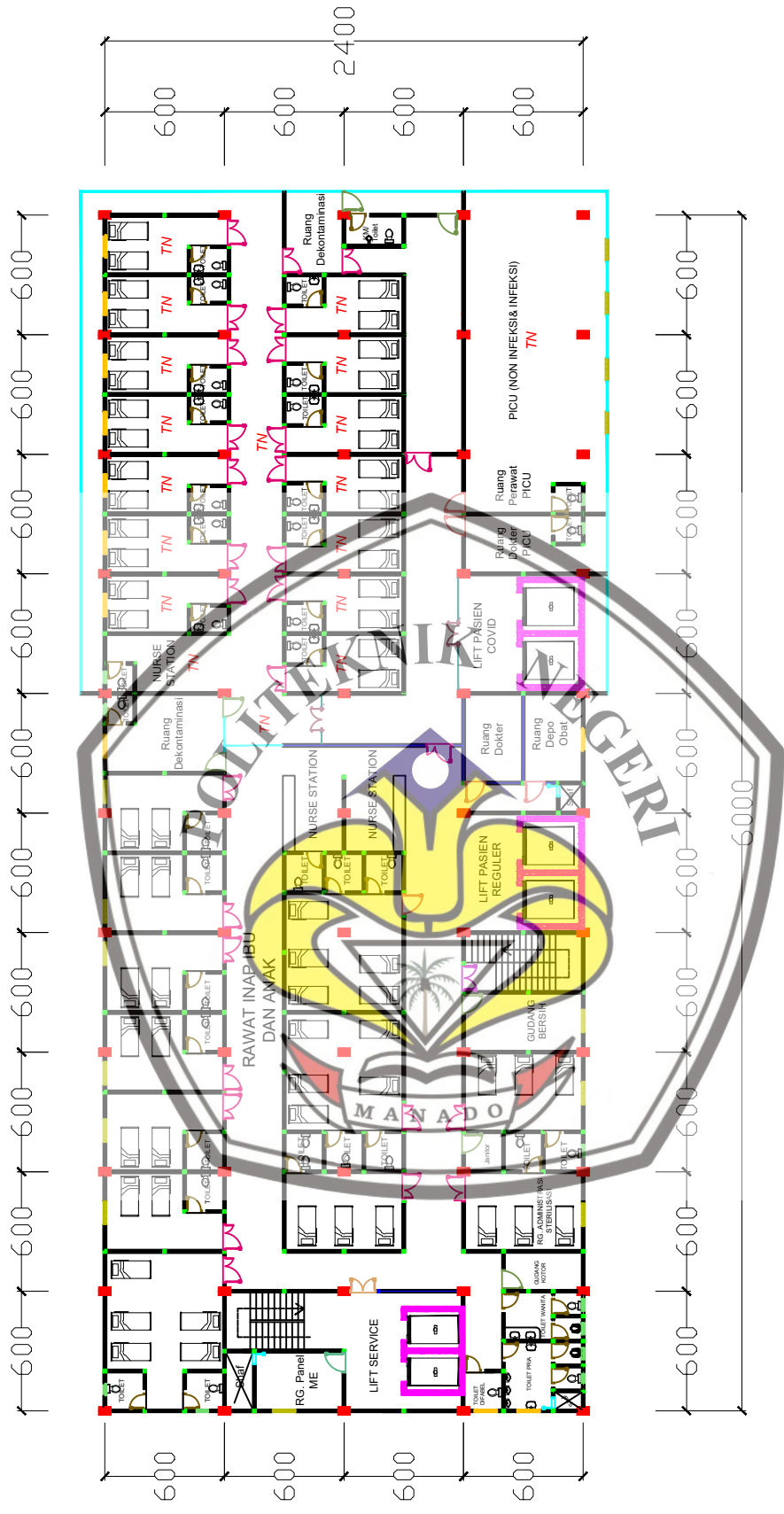




RSUD
DENAH BASEMENT

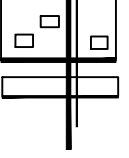


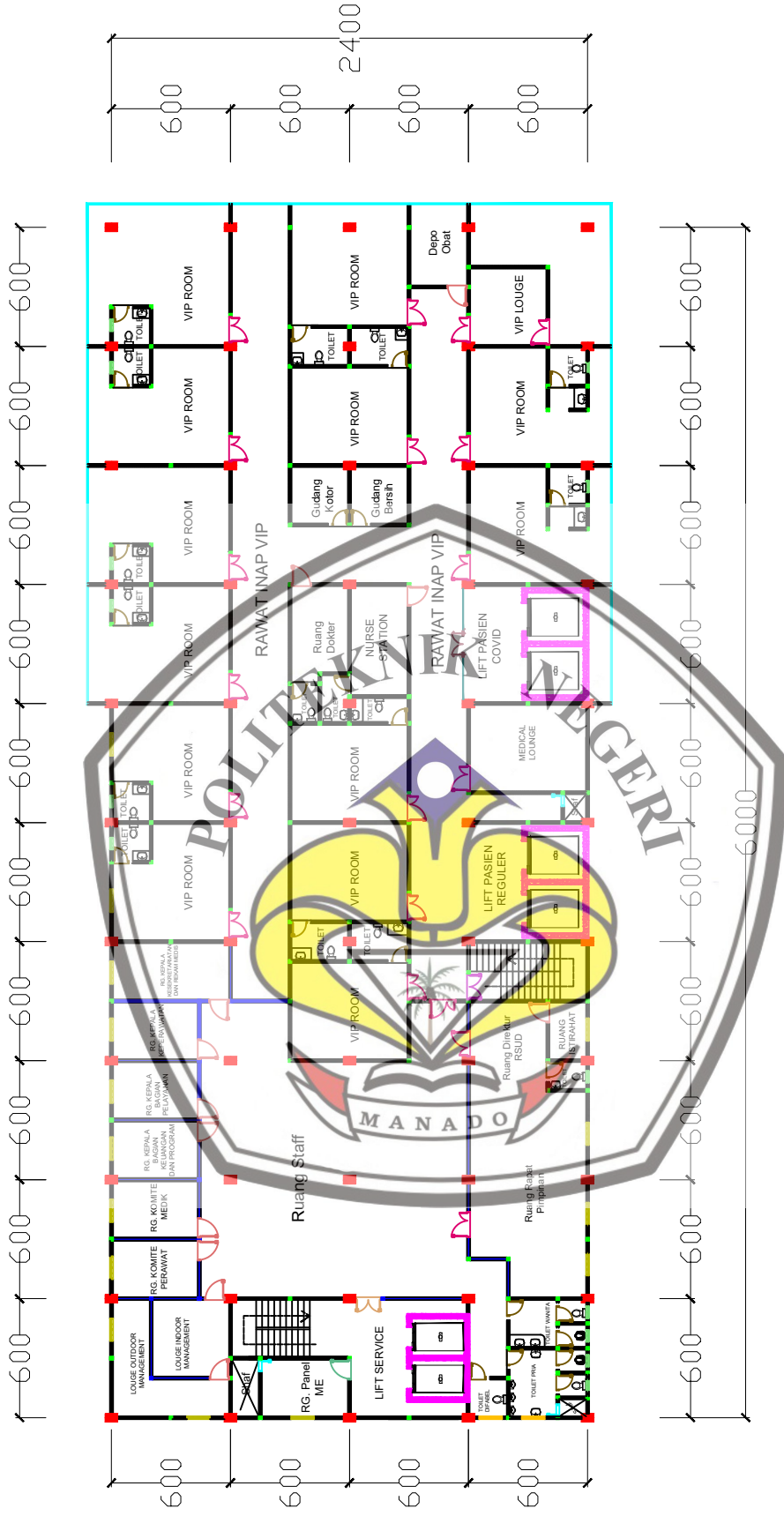
SCALA 1 : 270

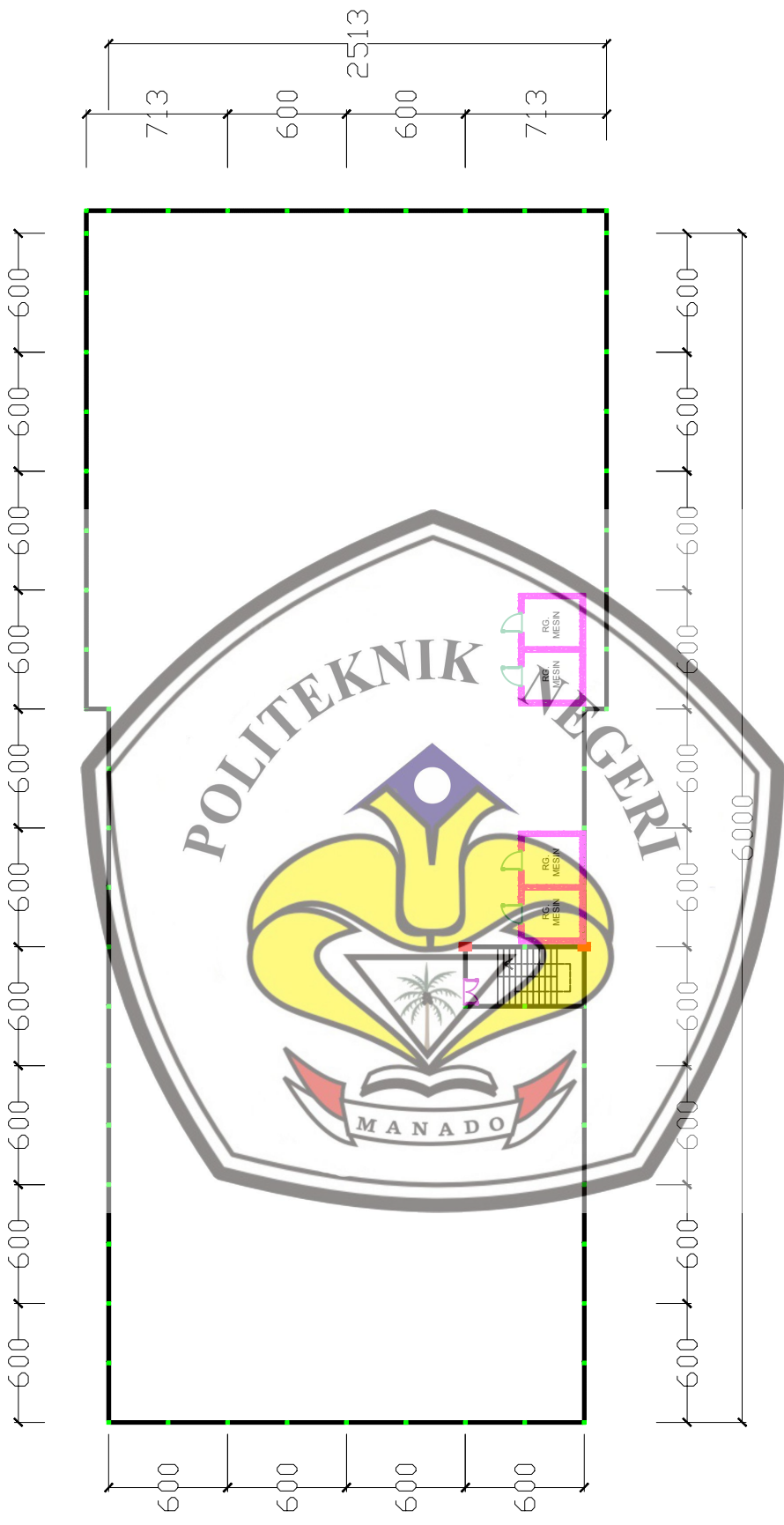


RSUD
DENAH LANTAI 5

SCALA 1 : 270









KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Telp. (0431) 815212, 815217 Fax. (0431) 811568, 815192, 815144
Website : www.polimdo.ac.id

Lampiran 6. Biodata Mahasiswa

BIODATA MAHASISWA

Nama Lengkap : Renaldi Refor Soleman
NIM : 16012066
Tempat, Tanggal Lahir : Manado, 02 Oktober 1999
Alamat : Tingkulu Ling 4, Kec. Wanea, Kota Manado
Nama Ayah : Martin Soleman
Nama Ibu : Yosta Takaendengan
Alamat Orang Tua : Desa. Kosio Barat, Kec. Dumoga
Tengah, Kab. Bolaang Mongondow
Daerah Asal : Sulawesi Utara
Judul Skripsi : Optimasi Penempatan Dinding Geser Pada
Bangunan RSUD Kota Manado
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Franky Riccardo Tombokan, M.Eng
2. Fandel Maluw, SST., MT
Dosen Penguji : 1. Estrelita Waney, ST., M.Eng., Mgt
2. Dr. Ir. Reiner W. Tampi, SST., MT
3. Mairo M. L. Moningka, ST., MT
Waktu Pelaksanaan Ujian Skripsi : Kamis/22 September 2022
Manado, 22 September 2022
Mahasiswa



Renaldi Refor Soleman
NIM .16012066



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Telp. (0431) 815212, 815217 Fax. (0431) 811568, 815192, 815144
Website : www.polimdo.ac.id

Lampiran 3. Persetujuan Pembimbing, untuk Mahasiswa mengikuti Seminar dan Ujian Skripsi

PERSETUJUAN PEMBIMBING UNTUK MENGIKUTI SEMINAR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ir. Franky Riccardo Tombokan, M.Eng
NIP : 196210181993031001
Jabatan : Pembimbing 1

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini :

Nama : Renaldi Refor Soleman
NIM : 16012066
Jurusan : Teknik Sipil
Prodi : Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Skripsi : Optimasi Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan RSUD Kota Manado

- Sudah dapat mengikuti Seminar dan Ujian Skripsi
 Sudah dapat menyerahkan Revisi Naskah Skripsi

Manado, 19/9/2022.....2022
Yang menyatakan

Ir. Franky Riccardo Tombokan, M.Eng
NIP. 196210181993031001

Pilih yang dimaksud



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Telp. (0431) 815212, 815217 Fax. (0431) 811568, 815192, 815144
Website : www.polimdo.ac.id

PERSETUJUAN PEMBIMBING UNTUK MENGIKUTI SEMINAR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fandel Maluw,SST.,MT
NIP : 199109122019031013
Jabatan : Pembimbing 2

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini :

Nama : Renaldi Refor Soleman
NIM : 16012066
Jurusan : Teknik Sipil
Prodi : Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Skripsi : Optimasi Penempatan Dinding Geser Pada
Bangunan RSUD Kota Manado

Sudah dapat mengikuti Seminar dan Ujian Skripsi

Sudah dapat menyerahkan Revisi Naskah Skripsi

Manado, 20/September 2022
Yang menyatakan,

Fandel Maluw,SST.,MT
NIP. 199109122019031013

Pilih yang dimaksud



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Telp. (0431) 815212, 815217 Fax. (0431) 811568, 815192, 815144
Website : www.polimdo.ac.id

Lampiran 20. Daftar Asistensi Revisi Skripsi (Sesudah Seminar dan Ujian Skripsi)

ASISTENSI REVISI SKRIPSI

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Skripsi tanggal 22 September 2022

Nama : Renaldi Refor Soleman
NIM : 16012066
Jurusan : Teknik Sipil
Prgram Studi : Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Skripsi : Optimasi Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan RSUD Kota Manado

Dosen Penguji : Estrellita Waney, ST., M.Eng., Mgt

NO	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
1.	5/10/22	Perbaikan pemodelan yg ada	
2.	12/12/22	Perbaikan kesalahan pengetikan pd kata depan (di lapangan)	
3.	13/12/22	Pantungkan nilai optimal dan hasil optimasi yg ditunjukkan yg sudah ada yg asialah	
4.	14/12/22	Selesai	

Manado, 15/12/2022
Yang menyatakan,

Estrellita Waney, ST., M.Eng., Mgt
NIP. 196807111994032002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Telp. (0431) 815212, 815217 Fax. (0431) 811566, 815192, 815144
Website : www.polimdo.ac.id

ASISTENSI REVISI SKRIPSI

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Skripsi tanggal 22 September 2022

Nama : Renaldi Refor Soleman
NIM : 16012066
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Skripsi : Optimasi Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan RSUD Kota Manado
Dosen Penguji : Dr. Reiner W. Tampi, SST., MT

NO	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
	7/12/22	Perbaikan Pembahasan	
	13/12/22	Perbaikan model dan penempatan dinding geser pada bangunan gedung dengan dicorotasi geser lift di bagian atas.	
	15/12/22	Renaldi Soleman	

Manado, 15/12/2022.
Yang menyatakan,

Dr. Reiner W. Tampi, SST., MT
NIP. 197105142003121001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Telp. (0431) 815212, 815217 Fax. (0431) 811568, 815192, 815144
Website : www.polimdo.ac.id

ASISTENSI REVISI SKRIPSI

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Skripsi tanggal 22 September 2022

Nama : Renaldi Refor Soleman
NIM : 16012066
Jurusan : Teknik Sipil
Prgram Studi : Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Skripsi : Optimasi Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan RSUD Kota Manado
Dosen Penguji : Mario M. L. Moningka, ST., MT

NO	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
	16/12/2022	Revisi	



Manado, 16. Desember 2022
Yang menyatakan,

Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP. 196809221993031001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Telp. (0431) 815212, 815217 Fax (0431) 811568, 815192, 815144
Website www.polimdo.ac.id

Lampiran 21. Bukti Selesai Revisi Skripsi

BUKTI SELESAI REVISI SKRIPSI

Nama : Renaldi Refor Soleman
NIM : 16012066
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul : Optimasi Penempatan Dinding Geser Pada Bangunan RSUD Kota
Manado

No	Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Keterangan
1	Estrellita Waney, ST., M.Eng., Mgt	Ketua/Penguji 1		15/12/22
2	Dr. Reiner W. Tampi, SST., MT	Anggota/Penguji 2		15/12/22
3	Mario M. L. Momangka, ST., MT	Anggota/Penguji 3		16/12/22
4	Ir. Franky Riccardo Tombokan, M.Eng	Anggota/Pembimbing 1		17/12/22
5	Fandel Maluw, SST, MT	Anggota/Pembimbing 2		17/12/22

Manado, 21 Desember 2022

Ketua Panitia Pelaksana Ujian Skripsi,

Mycle M. Wana, ST, MT
NIP. 197305092002121001



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found:
9%

Date: Thursday, December 15,
2022

Statistics: 1354 words Plagiarized / 18071 Total words

Remarks: Medium Plagiarism Detected - Your Document needs Selective Improvement.

