

## PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG KULIAH 5 LANTAI

Frinsilia Jaglien Liando

Servie O. Dapas, Steenie E. Wallah

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [frinsilia98@gmail.com](mailto:frinsilia98@gmail.com)

### ABSTRAK

*Struktur bangunan bertingkat banyak rawan terhadap gaya lateral, terutama akibat beban gempa. Perencanaan struktur gedung bertingkat di daerah dengan potensi kegempaan yang tinggi perlu dilakukan dengan memperhitungkan beban lateral akibat gempa tersebut. Kota Manado termasuk daerah dengan potensi kegempaan yang cukup tinggi. Oleh karena itu perencanaan Gedung Kuliah Fakultas Teknik Unsrat Manado yang berlantai 5 akan dilakukan dengan memperhitungkan aspek kegempaan tersebut agar struktur bangunan tahan terhadap gempa.*

*Perencanaan meliputi komponen struktur gedung beton bertulang menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), serta mengacu pada peraturan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019. Pemodelan, analisis, dan desain struktur menggunakan bantuan program ETABS 2017.*

*Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan yang dilakukan pada bangunan gedung ruang kuliah 5 lantai Fakultas Teknik Unsrat Manado, dimensi elemen-elemen struktur yang direncanakan (balok 350 x 650 mm, 300 x 400 mm, 200 x 350 mm dan kolom 500 x 500 mm, 400 x 400 mm) telah memenuhi kriteria penampang untuk sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), yaitu Strong Column Weak Beam, tahan terhadap geser dan telah memenuhi syarat-syarat pendetailan untuk mendapatkan struktur yang bersifat daktail.*

**Kata kunci:** struktur, beban gempa, SRPMK, daktail, gaya lateral, ETABS

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Dengan begitu pesatnya perkembangan dunia teknik sipil di Indonesia, dimana penduduk semakin bertambah namun tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan sehingga kebutuhan terhadap pembangunan gedung bertingkat pun meningkat. Oleh karena itu, diperlukan sumber daya manusia yang ahli dalam bidangnya. Dengan terpenuhinya ahli-ahli dalam bidang teknik sipil, masalah kebutuhan pembangunan gedung bertingkat dapat teratasi.

Namun dalam perencanaan gedung bertingkat seorang ahli harus mampu untuk merencanakan bangunan bertingkat yang tahan terhadap resiko keruntuhan bahkan keruntuhan akibat gempa bumi. Hal ini dikarenakan, letak Indonesia berada pada titik pertemuan lempeng-lempeng tektonik dunia dan dikelilingi cincin api pasifik atau *Ring of Fire*.

Dalam Perencanaan ini struktur yang direncanakan adalah gedung ruang kuliah 5 lantai Fakultas Teknik Unsrat Manado, yang merupakan daerah rawan gempa. Maka diperlukan ketelitian, keseriusan dan

perencanaan yang matang sehingga jika terjadi gempa, struktur bangunan tidak sampai rusak atau runtuh.

Perencanaan bangunan gedung bertingkat akan mempertimbangkan efisiensi dan mengacu pada peraturan SNI 2847-2019, tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan SNI 1726-2019, yaitu Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Selain itu, analisa struktur juga merupakan faktor penting dalam perencanaan bangunan gedung, karena dari analisa struktur akan dihasilkan gaya-gaya seperti momen lentur, gaya geser, gaya aksial yang nantiya akan menjadi patokan dalam mendesain elemen-elemen struktur, yang diharapkan mampu menahan semua beban yang ada termasuk beban akibat gempa.

Perencanaan dan evaluasi struktur akibat beban gempa dengan berbagai tipe struktur telah dilakukan antara lain oleh Karisoh dkk (2018), Laily dkk (2019), Majore dkk (2015), Fauziah dkk (2013), Limbongan dkk (2016), Dewayanti dkk (2013), Nelwan dkk (2018), Supit dkk (2013), Roring dkk (2016), Sakul dkk (2019), dan Batu (2016).

### Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul adalah bagaimana merencanakan elemen struktur bangunan bertingkat banyak dengan material beton bertulang yang tahan gempa sesuai dengan peraturan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019.

### Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Struktur bangunan yang ditinjau adalah bangunan 5 lantai dengan konstruksi beton bertulang.
2. Aspek yang ditinjau yaitu perencanaan elemen struktur atas meliputi balok, kolom, pelat, dan hubungan balok-kolom, sedangkan untuk struktur bawah meliputi pondasi beton bertulang.
3. Hubungan balok dan kolom merupakan sambungan kaku (*Rigid*).
4. Perencanaan elemen struktur bangunan menggunakan analisis yang mengacu pada Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan penjelasan (SNI 2847-2019).
5. Analisa perhitungan gaya gempa akan menggunakan metode analisis response spektrum berdasarkan (SNI 1726-2019) tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.
6. Beban-beban yang akan ditinjau adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
7. Perencanaan bangunan hanya mencakup analisa dan desain elemen struktur.
8. Untuk atap yang dimodelkan pada bangunan dianggap sebagai beban pada gedung.

### Tujuan Perencanaan

Tujuan perencanaan ini adalah untuk mendapatkan konfigurasi struktur yang memenuhi kriteria perencanaan bangunan bertingkat serta mendapatkan dimensi elemen-elemen beton bertulang yang memenuhi syarat menurut peraturan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019.

### Manfaat Perencanaan

Manfaat perencanaan ini adalah agar perencana dapat melakukan perencanaan struktur gedung beton bertulang bertingkat yang tahan gempa dan efisien sehingga dapat berperan serta dalam pembangunan gedung bertingkat di Indonesia.

## LANDASAN TEORI

### Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) adalah desain struktur beton bertulang dengan pendetailan yang menghasilkan struktur yang fleksibel (memiliki daktilitas yang tinggi)

### Prinsip SRPMK

Struktur SRPMK diharapkan memiliki tingkat daktilitas yang tinggi, yaitu mampu menerima mengalami siklus respon inelastis pada saat menerima beban gempa rencana. Pendetailan dalam ketentuan SRPMK adalah untuk memastikan bahwa respon inelastis dari struktur bersifat daktil (*Laily, 2019*). Prinsip ini terdiri dari tiga:

1. Strong-Column/weak-beam yang bekerja menyebar di sebagian besar lantai.
2. Tidak terjadi kegagalan geser pada balok, kolom dan joint.
3. Menyediakan detail yang memungkinkan perilaku daktil.

### Persyaratan Balok pada SRPMK

Persyaratan perencanaan komponen struktur lentur dengan SRPMK sesuai SNI Beton 2847-2019 pasal 18.6.1 dan pasal 18.6.2 yaitu:

1. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur,  $P_u$ , tidak boleh melebihi dari  $A_g f_c' / 10$ .
2. Panjang bentang bersih untuk komponen struktur,  $l_n$ , tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
3. Lebar komponen,  $b_w$  tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari 0.3h dan 250 mm.
4. Proyeksi lebar balok yang melampaui lebar kolom pemumpu tidak boleh melebihi nilai terkecil dari c2 dan 0,75 c1 pada masing-masing sisi kolom.

### Persyaratan Tulangan Lentur SRPMK

Persyaratan penulangan lentur SRPMK mengikuti peraturan dalam SNI 2847-2019 pasal 9.6.1 yaitu:

1. Luas minimum tulangan lentur Asmin, harus disediakan pada tiap penampang dimana tulangan tarik dibutuhkan analisis.
2. Asmin harus lebih besar dari :
  - a)  $\frac{0,25 \sqrt{f'c}}{f_y} b_w . d$
  - b)  $\frac{1,4}{f_y} b_w . d$

Dan untuk balok statis tertentu dengan sayap dalam keadaan tarik, nilai  $b_w$  harus lebih kecil dari  $b_f$  dan  $2 b_w$ .

3. Jika As disediakan pada setiap penampang sekurang-kurangnya sepertiga lebih besar dari As analisis, pernyataan nomor 1 dan 2 tidak perlu dipenuhi.

### Persyaratan Tulangan Transversal Balok SRPMK

Persyaratan penulangan transversal balok SRPMK mengikuti peraturan dalam SNI 2847-2019 Pasal 18.4.2 sebagai berikut:

1. Sengkang tertutup harus disediakan pada daerah hingga dua kali tinggi balok diukur dari tumpuan pada kedua ujung komponen struktur lentur. Selain itu, sengkang tertutup juga harus dipasang disepanjang daerah dua kali tinggi balok pada kedua sisi dari suatu penampang, pada tempat yang diharapkan dapat terjadi leleh lentur.
2. Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Jarak antar sengkang tertutup tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b) dan (c) :
  - a)  $\frac{d}{4}$
  - b) Delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil
  - c) 24 kali diameter sengkang
  - d) 300 mm
3. Sengkang harus dispasikan tidak lebih dari  $d/2$  sepanjang bentang balok.

### Persyaratan Kekuatan Geser Balok SRPMK

Sesuai dengan SNI 2847:2019 Pasal 18.6.5.1, Gaya geser desain,  $V_e$ , harus dihitung dari peninjauan gaya-gaya pada bagian balok di antara kedua muka joint. Momen-momen dengan tanda berlawanan yang terkait dengan kekuatan momen lentur yang mungkin,  $M_{pr}$ , harus diasumsikan bekerja pada muka-muka joint dan balok dibebani dengan gravitasi tributari terfaktor di sepanjang bentangnya.

### Kontrol Analisis

Setelah pemodelan dan analisis struktur selesai dilakukan, maka struktur perlu dicek terhadap standar dan persyaratan yang berlaku sebagai berikut:

1. Periode Fundamental Struktur,  $T$
2. Partisipasi Massa
3. Gaya Geser Dasar Nominal (*Base Shear*)
4. Simpangan Antar Lantai

Setelah struktur memenuhi untuk persyaratan diatas, dapat dilanjutkan untuk analisis selanjutnya

## METODOLOGI PERENCANAAN

### Obyek Perencanaan

Bangunan yang akan direncanakan adalah struktur portal beton bertulang pada gedung kuliah yang terdiri dari 5 lantai dengan tinggi 20 meter dan memiliki panjang 36 meter dan lebar 17 meter serta tinggi antar lantai 4 m.

### Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan ini adalah bangunan Gedung kuliah 5 lantai di Fakultas Teknik Unsrat Manado.

### Pedoman Perencanaan

Berdasarkan standar SNI berikut ini:

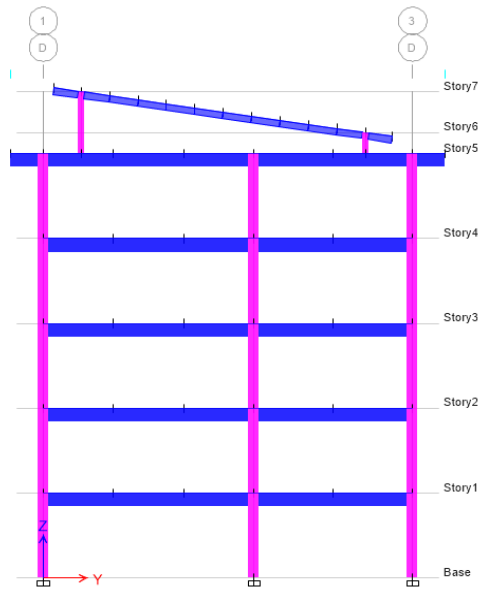
- SNI 2847-2019, yaitu Tata cara perencanaan persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.
- SNI 1726-2019, yaitu Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
- SNI 1727:2013, yaitu Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

### Metode Pengumpulan Data

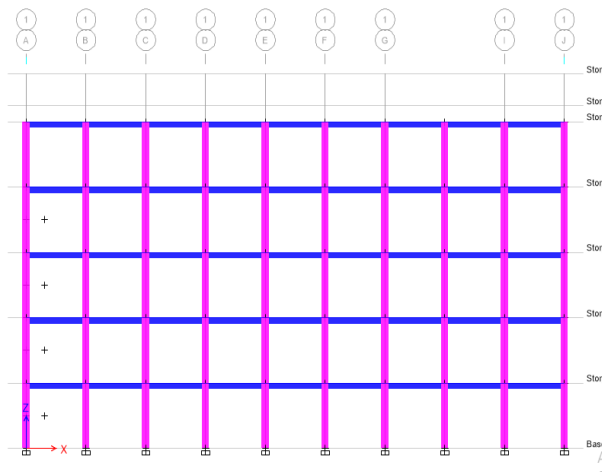
1. Pengumpulan Data Primer  
Data primer didapat dari data yang sudah ada seperti gambar Denah pekerjaan proyek pembangunan gedung kuliah 5 lantai dan data tanah serta data material dari lokasi Perencanaan tersebut.
2. Studi Literatur  
Kajian yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu dari hasil Perencanaan ahli-ahli teknik sipil, buku-buku literatur yang berhubungan dengan kajian, dan standar-standar yang digunakan dalam perencanaan bangunan beton bertulang.

### Data Bangunan

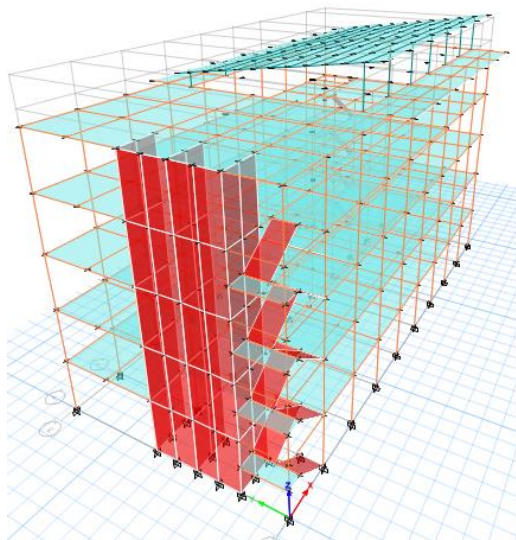
1. Nama Bangunan : Gedung Kuliah Fakultas Teknik
2. Panjang Bangunan : 36 meter (memanjang) dan 17 meter (melintang)
3. Tinggi Bangunan : 20 meter
4. Tinggi antar lantai : 4 m
5. Tipe Bangunan: Bangunan Beton Bertulang



Gambar 1. Tampak Depan Struktur



Gambar 2. Tampak Samping Struktur



Gambar 3. Model 3D Bangunan

### Data Material

1. Mutu beton yang digunakan dalam perencanaan bangunan ini memiliki kuat tekan beton ( $f'c$ ) sebesar 30 MPa.
2. Mutu beton yang digunakan untuk struktur bawah (Pondasi) memiliki kuat tekan beton ( $f'c$ ) sebesar 30 MPa.
3. Tegangan leleh yang digunakan untuk tulangan geser/sengkan adalah BJTS 28 sebesar 280 MPa.
4. Tegangan leleh yang digunakan untuk tulangan memanjang adalah BJTS 40 sebesar 400 MPa.

### Data Tanah

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang dilakukan pada tiga titik (S1, S2, S3) dengan uji sondir maka didapat hasil sebagai berikut:

1. Lapisan tanah keras dengan hambatan konus ( $qc$ )  $> 250 \text{ kg/cm}^2$  berada pada kedalaman 3,2 m untuk titik S1, 5,2 m untuk titik S2 dan 5 m untuk titik S3. Yang akan menjadi tinjauan adalah pada titik S2.
2. Muka air tanah (MAT) berada pada kedalaman  $\pm 1,5 \text{ m}$ .

### Analisis Data

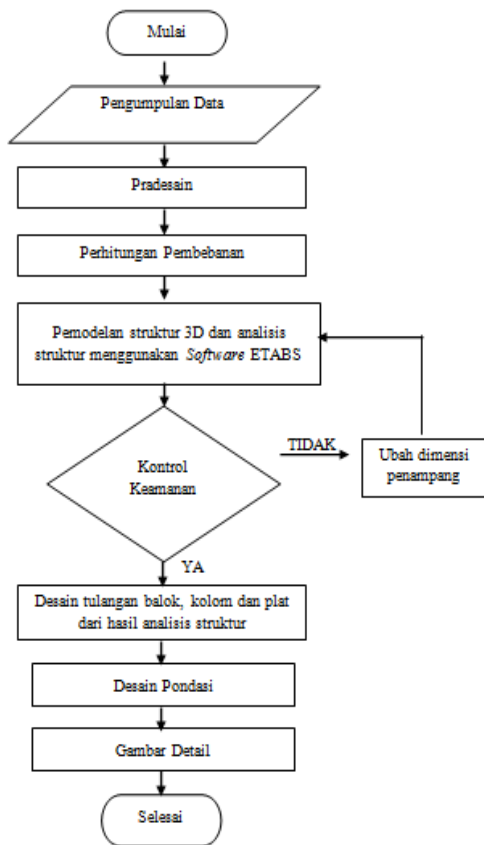
Analisis data untuk beban gempa statik ekuivalen yaitu dengan meninjau beban-beban gempa statik ekuivalen.

Berikut ini adalah faktor pembebanan yang digunakan yaitu :

1. 1,4DL
2. 1,2DL + 1,6LL + 0,5 (Lr atau R)
3. 1,2DL + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5W)
4. 1,2DL + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau R)
5. 1,2DL + 1,0E + L + 0,2S
6. 0,9DL + 1,0W
7. 0,9DL + 1,0E

Analisis data untuk pembebanan menggunakan program ETABS, dengan memasukkan data-data kombinasi pembebanan yang ada. Kombinasi beban yang digunakan hanya untuk mencari analisis mekaniknya saja, dengan mengambil nilai momen terbesar pada elemen struktur tertentu yang sama dimensinya, sedangkan elemen lain dengan momen yang lebih kecil dianggap telah terwakili. Dan untuk perhitungan tulangan, dikerjakan secara manual menggunakan program microsoft excel.

**Diagram Alir Perencanaan**



Gambar 4. Diagram Alir Perencanaan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kontrol Periode Fundamental Struktur**

Didapat periode fundamental struktur (T) dari hasil analisis di Etabs sebesar 0,703 detik. Hasil tersebut tidak boleh melebihi  $T_{max} = C_u \cdot T_a$ .

$$\begin{aligned}
 T_a &= C_t \cdot h_n^x \\
 &= 0,0466 \cdot h_n^x \\
 &= 0,0466 \cdot \text{Tinggi gedung}^{0,9} \\
 &= 0,0466 \cdot 20^{0,9} \\
 &= 0,691 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{max} &= C_u \cdot T_a \\
 &= 1,4 \cdot 0,691 \\
 &= 0,9674 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi periode fundamental struktur tidak melebihi dari Periode batas atas ( $T_{max}$ ).

**Kontrol Partisipasi Massa**

Pada SNI gempa 1726-2019 Pasal 7.9.1 disebutkan bahwa analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari massa aktual dalam

masing-masing arah horisontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model. Berikut ini adalah hasil partisipasi massa dari hasil analisis Etabs.

Tabel 1. Partisipasi Massa Struktur

Case	Mode	Period sec	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0,703	0,0289	0,4746
Modal	2	0,349	0,7088	0,5153
Modal	3	0,247	0,7125	0,5798
Modal	4	0,153	0,7205	0,8197
Modal	5	0,141	0,7265	0,8698
Modal	6	0,107	0,8869	0,8761
Modal	7	0,089	0,887	0,8774
Modal	8	0,085	0,8894	0,8953
Modal	9	0,074	0,8937	0,8978
Modal	10	0,068	0,8975	0,8992
Modal	11	0,062	0,8979	0,9067
Modal	12	0,059	0,9026	0,9067

Jumlah partisipasi massa yang disyaratkan berada pada modal ke 12 dengan modal yang ditinjau sebanyak 12 modal.

**Kontrol Gaya Geser Dasar Nominal (Base Shear)**

Pada SNI gempa 03-1726-2019 Pasal 7.9.4 disebutkan bahwa Nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam suatu arah tertentu, tidak boleh diambil kurang dari 100% nilai respons ragam yang pertama.

$V_{dinamis} = 100\% V_{statis}$ . Berikut ini adalah hasil yang didapat dari Etabs.

$$\begin{aligned}
 R_x &= 1453,8959 \text{ kN} \\
 R_y &= 1266,6978 \text{ kN} \\
 Q_x &= 1454,3352 \text{ kN} \\
 Q_y &= 1267,8559 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Kontrol Gaya Geser Dasar Nominal

Arah	Base Shear (Kg)		Kontrol
	Statis	Dinamis	
	V	VT	VT/V *100% = 100%
X	1454,335	1453,896	100 % (Memenuhi)
Y	1267,856	1266,698	100 % (Memenuhi)

**Kontrol Simpangan Antar Lantai Tingkat dan Displacement**

Dalam SNI 1726-2019 Pasal 7.12.1, disebutkan bahwa dalam segala hal simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta_o$ ) =  $0.010h_{sx}$  untuk semua tingkat. Dan simpangan antar lantai tingkat ijin tersebut dibagi dengan faktor keutamaan struktur ( $I_e$ ) sebesar 1,5 karena gedung ini termasuk dalam kategori risiko IV. Untuk displacement, simpangan struktur ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi  $L/240$  dimana  $L$  adalah tinggi total struktur. Berikut ini adalah hasil analisis Simpangan dari Etabs.

Tabel 3. Kontrol Simpangan Antar Lantai

$\Delta X$						
Lantai	$h_i$ (mm)	Drift $\Delta_s$ antar tingkat (mm)	Cd	Drift $\Delta_m$ antar tingkat (mm)	Syarat Drift $\Delta_a$ (mm)	Ket.
5	4000	2,424	5,5	8,888	40	OK
4	4000	2,365	5,5	8,671	40	OK
3	4000	2,476	5,5	9,079	40	OK
2	4000	2,34	5,5	8,58	40	OK
1	4000	1,284	5,5	4,576	40	OK
$\Delta Y$						
Lantai	$h_i$ (m)	Drift $\Delta_s$ antar tingkat (mm)	Cd	Drift $\Delta_m$ antar tingkat (mm)	Syarat Drift $\Delta_a$ (mm)	Ket.
5	4000	5,538	5,5	20,306	40	OK
4	4000	5,842	5,5	21,421	40	OK
3	4000	6,741	5,5	24,717	40	OK
2	4000	6,605	5,5	24,218	40	OK
1	4000	6,649	5,5	24,379	40	OK

Simpangan terbesar terjadi pada arah Y lantai 3 dengan besar simpangan sebesar 24,717 mm. Karena kurang dari persyaratan simpangan antar lantai ijin maka dikategorikan **aman**.

Tabel 4. Kontrol Displacement

$\Delta X$				
Lantai	Elevasi Struktur (L) (mm)	Displacement $\delta$ (mm)	Syarat Displacement $L/240$ (mm)	Ket.
5	20000	10	83,33333333	OK
$\Delta Y$				
Lantai	Elevasi Struktur (L) (mm)	Displacement $\delta$ (mm)	Syarat Displacement $L/240$ (mm)	Ket.
5	20000	28	83,33333333	OK

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa Simpangan Maksimum Struktur (Displacement)

dikategorikan **aman** karena tidak melebihi persyaratan displacement ( $L/240$ ).

**Hasil Perencanaan Balok**

Dari perencanaan yang dilakukan didapat hasil perencanaan balok sebagai berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi Penulangan Lentur Balok

Story	No. Balok	Lapangan	Tul. Tarik mm	Tul. Tekan mm
		Tumpuan		
Story 5	B60	Lapangan	5D16	3D16
		Tumpuan	5D16	3D16
	B76	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B62	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B26	Lapangan	4D16	2D16
		Tumpuan	4D16	2D16
	B92	Lapangan	5D16	3D16
		Kantilever	Tumpuan	5D16
B251	Lapangan	3D16	2D16	
	Kantilever	Tumpuan	3D16	2D16
Story 4	B59	Lapangan	5D16	3D16
		Tumpuan	5D16	3D16
	B85	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B78	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B99	Lapangan	5D16	3D16
		Tumpuan	5D16	3D16
	B25	Lapangan	4D16	2D16
		Tumpuan	4D16	2D16
Story 3	B59	Lapangan	5D16	3D16
		Tumpuan	5D16	3D16
	B71	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B85	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B99	Lapangan	5D16	3D16
		Tumpuan	5D16	3D16
	B22	Lapangan	4D16	2D16
		Tumpuan	4D16	2D16
Story 2	B59	Lapangan	5D16	3D16
		Tumpuan	5D16	3D16
	B71	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B85	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B99	Lapangan	5D16	3D16
		Tumpuan	5D16	3D16
	B22	Lapangan	4D16	2D16
		Tumpuan	4D16	2D16
Story 1	B63	Lapangan	5D16	3D16
		Tumpuan	5D16	3D16
	B84	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B85	Lapangan	4D19	2D19
		Tumpuan	6D19	3D19
	B99	Lapangan	5D16	3D16
		Tumpuan	5D16	3D16
	B25	Lapangan	4D16	2D16
		Tumpuan	4D16	2D16

Sumber: Hasil Olahan

Tabel 6. Rekapitulasi Penulangan Geser Balok

Story	No. Balok	Lapangan	Tulangan Pakai
		Tumpuan	mm
Story 5	B60	Lapangan	$\phi 10 - 160$
		Tumpuan	$\phi 10 - 80$
	B76	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B62	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B26	Lapangan	$\phi 8 - 135$
		Tumpuan	$\phi 8 - 70$
	B92	Lapangan	$\phi 10 - 160$
	Kantilever	Tumpuan	$\phi 10 - 80$
B251	Lapangan	$\phi 10 - 160$	
	Kantilever	Tumpuan	$\phi 10 - 80$
Story 4	B59	Lapangan	$\phi 10 - 160$
		Tumpuan	$\phi 10 - 80$
	B85	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B78	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B99	Lapangan	$\phi 10 - 160$
		Tumpuan	$\phi 10 - 80$
B25	Lapangan	$\phi 8 - 135$	
Tumpuan	$\phi 8 - 70$		
Story 3	B59	Lapangan	$\phi 10 - 160$
		Tumpuan	$\phi 10 - 80$
	B71	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B85	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B99	Lapangan	$\phi 10 - 160$
		Tumpuan	$\phi 10 - 80$
B22	Lapangan	$\phi 8 - 135$	
Tumpuan	$\phi 8 - 70$		
Story 2	B59	Lapangan	$\phi 10 - 160$
		Tumpuan	$\phi 10 - 80$
	B71	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B85	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B99	Lapangan	$\phi 10 - 160$
		Tumpuan	$\phi 10 - 80$
B22	Lapangan	$\phi 8 - 135$	
Tumpuan	$\phi 8 - 70$		
Story 1	B63	Lapangan	$\phi 10 - 160$
		Tumpuan	$\phi 10 - 80$
	B84	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B85	Lapangan	$\phi 10 - 280$
		Tumpuan	$\phi 10 - 140$
	B99	Lapangan	$\phi 10 - 160$
		Tumpuan	$\phi 10 - 80$
B25	Lapangan	$\phi 8 - 135$	
	Tumpuan	$\phi 8 - 70$	

Sumber: Hasil Olahan

- Untuk balok sloof didapat hasil sebagai berikut.

Dimensi balok sloof : 350 x 650 mm

Tulangan Lentur : 6 D22 mm

Tulangan Geser :  $\phi 10 - 150$

- Untuk tulangan badan torsi didapat hasil sebagai berikut.

- Spasi tulangan torsi maksimum untuk ukuran balok 350 x 650 = 200 mm
- Spasi tulangan torsi maksimum untuk ukuran balok 300 x 400 = 125 mm
- Spasi tulangan torsi maksimum untuk ukuran balok 250 x 350 = 90 mm

### Hasil Perencanaan Kolom

Dari perencanaan yang dilakukan didapat hasil perencanaan kolom sebagai berikut.

Tabel 7. Rekapitulasi Penulangan Lentur Kolom

Story	Dimensi	Tulangan Pakai
	b x h	
1	500 x 500	14 D25
	400 x 400	10 D19
2	500 x 500	14 D25
	400 x 400	10 D19
3	500 x 500	14 D25
	400 x 400	10 D19
4	500 x 500	14 D25
	400 x 400	10 D19
5	500 x 500	14 D25

Sumber: Hasil Olahan

Untuk hasil penulangan geser kolom adalah sebagai berikut.

- Untuk kolom 500 x 500 mm

Tulangan geser tumpuan :  $\phi 10 - 100$  mm

Tulangan geser lapangan :  $\phi 10 - 120$  mm

- Untuk kolom 400 x 400 mm

Tulangan geser tumpuan :  $\phi 10 - 100$  mm

Tulangan geser lapangan :  $\phi 10 - 100$  mm

**Hasil Perencanaan Pelat**

Tabel 8 di bawah ini adalah hasil penulangan pelat sebagai berikut.

Tabel 8. Rekapitulasi Penulangan Pelat

Story	Pelat	Momen	Tul. Pakai (As)	Tul. Pakai (As')
			mm	mm
Story 1	F42	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
	F23	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
	F75	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
Story 2	F42	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
	F23	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
	F65	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
Story 3	F42	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
	F23	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
	F65	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
Story 4	F32	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
	F23	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
	F75	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
Story 5	F20	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	
	F87	Tumpuan	φ13 - 150	φ13 - 300
		Lapangan	φ13 - 150	

Sumber: Hasil Olahan

**Hasil Perencanaan Tulangan Tangga**

Tangga dipakai sebagai penghubung antar lantai. Berikut ini adalah hasil penulangan tangga.

Tabel 9. Rekapitulasi Penulangan Tangga

Pelat	Momen	Tul. Pakai
		mm
Bordes	Tumpuan	φ13 - 150
	Lapangan	φ13 - 150
Tangga	Tumpuan	φ13 - 150
	Lapangan	φ13 - 150

Sumber: Hasil Olahan

**Hasil Perencanaan Pondasi**

Pondasi yang direncanakan untuk bangunan ini adalah pondasi sumuran dengan kedalaman 5,2 m. Setelah dilakukan perhitungan mulai dari daya dukung tanah sampai pada penulangan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 10. Rekapitulasi Perencanaan Pondasi Sumuran

Letak Pondasi	Ukuran Pondasi Sumuran		Tulangan Pondasi Sumuran	
	Diameter (m)	Kedalaman (m)	Tulangan utama	Tulangan Geser
Tengah	1,2	5,2	12 D25	φ10 - 150 mm
Tepi	1	5,2	8 D25	φ10 - 150 mm
Sudut	0,8	5,2	6 D25	φ10 - 150 mm
Dinding Geser	0,6	5,2	6 D16	φ10 - 150 mm

Sumber: Hasil Olahan

Tabel 11. Rekapitulasi Perencanaan Pile Cap Pondasi Sumuran

Letak Pondasi	Ukuran Pile Cap		Tulangan Pile Cap	
	B, H (m)	Tebal (th) m	Tulangan Atas (mm)	Tulangan Bawah
Tengah	1,5	0,5	5D19 - 300	10D19 - 140
Tepi	1,3	0,45	4D19 - 350	7D19 - 180
Sudut	1	0,4	3D19 - 350	5D19 - 200
Dinding Geser	0,9	0,4	3D19 - 350	5D13 - 150

Sumber: Hasil Olahan

**Hasil Perencanaan Dinding Geser**

Dinding geser memiliki fungsi utama untuk menahan beban lateral. Dinding geser dalam perencanaan ini digunakan pada lift bangunan. Persyaratan mengenai dinding geser sesuai SNI 2847 : 2019 Pasal 18.10.

Tabel 12 berikut ini adalah hasil perencanaan dinding geser.

Tabel 12. Rekapitulasi Penulangan Dinding Geser

Story	Pier	Tulangan Horizontal	Tulangan Vertikal
		mm	mm
Story 5	P1	D16 - 200	D13 - 250
	P2	D16 - 200	D13 - 250
	P3	D16 - 200	D13 - 250
	P4	D16 - 200	D13 - 250
	P5	D16 - 200	D13 - 250
	P6	D16 - 200	D13 - 250
	P7	D16 - 200	D13 - 250
	P8	D16 - 200	D13 - 250
	P9	D16 - 200	D13 - 250



	P10	D16 - 200	D13 - 250
Story 4	P1	D16 - 200	D13 - 250
	P2	D16 - 200	D13 - 250
	P3	D16 - 200	D13 - 250
	P4	D16 - 200	D13 - 250
	P5	D16 - 200	D13 - 250
	P6	D16 - 200	D13 - 250
	P7	D16 - 200	D13 - 250
	P8	D16 - 200	D13 - 250
	P9	D16 - 200	D13 - 250
	P10	D16 - 200	D13 - 250
Story 3	P1	D16 - 200	D13 - 250
	P2	D16 - 200	D13 - 250
	P3	D16 - 200	D13 - 250
	P4	D16 - 200	D13 - 250
	P5	D16 - 200	D13 - 250
	P6	D16 - 200	D13 - 250
	P7	D16 - 200	D13 - 250
	P8	D16 - 200	D13 - 250
	P9	D16 - 200	D13 - 250
	P10	D16 - 200	D13 - 250
Story 2	P1	D16 - 200	D13 - 250
	P2	D16 - 200	D13 - 250
	P3	D16 - 200	D13 - 250
	P4	D16 - 200	D13 - 250
	P5	D16 - 200	D13 - 250
	P6	D16 - 200	D13 - 250
	P7	D16 - 200	D13 - 250
	P8	D16 - 200	D13 - 250
	P9	D16 - 200	D13 - 250
	P10	D16 - 200	D13 - 250
Story 1	P1	D16 - 200	D13 - 250
	P2	D16 - 200	D13 - 250
	P3	D16 - 200	D13 - 250
	P4	D16 - 200	D13 - 250
	P5	D16 - 200	D13 - 250
	P6	D16 - 200	D13 - 250
	P7	D16 - 200	D13 - 250
	P8	D16 - 200	D13 - 250
	P9	D16 - 200	D13 - 250
	P10	D16 - 200	D13 - 250

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur beton bertulang, maka dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi Balok yang digunakan :
  - a. Base (Sloof)  
B1 = 350 x 650 mm
  - b. Story 1  
B1 = 350 x 650 mm  
B2 = 300 x 400 mm  
B3 = 250 x 350 mm
  - c. Story 2  
B1 = 350 x 650 mm  
B2 = 300 x 400 mm  
B3 = 250 x 350 mm
  - d. Story 3  
B1 = 350 x 650 mm
  - e. Story 4  
B1 = 350 x 650 mm  
B2 = 300 x 400 mm  
B3 = 250 x 350 mm
  - f. Story 5  
B1 = 350 x 650 mm  
B2 = 300 x 400 mm  
B3 = 250 x 350 mm  
B4 = 300 x 400 mm (Kantilever)
2. Dimensi kolom yang digunakan:
  - a. Kolom ukuran 50 x 50 cm
  - b. Kolom ukuran 40 x 40 cm
3. Tebal pelat yang digunakan dalam perencanaan ini yaitu: 120 mm.
4. Untuk persyaratan *Strong olumn weak beam* dalam Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) memenuhi syarat sesuai kondisi sebagai berikut :
  - a. Kekuatan lentur kolom telah memenuhi syarat  $\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$ . Sehingga mengurangi kemungkinan leleh pada kolom yang dianggap sebagai bagian dari sistem pemikul gaya seismik. Dimana Kolom yang merangka pada joint lebih kuat dibandingkan balok yang merangka pada joint.
  - b. Tulangan tekan balok dengan dimensi yang ada telah leleh.
5. Komponen balok dan kolom mampu menahan gaya geser yang terjadi akibat beban yang ada dimana kapasitas geser nominal ( $V_n$ ) lebih besar dari gaya geser yang bekerja pada komponen struktur tersebut ( $V_u$ ).
6. Pendetailan dilakukan untuk mendapatkan struktur yang bersifat daktail. Dimana tulangan sengkang dipasang lebih rapat terutama pada bagian struktur yang mengalami kelelahan seperti hubungan balok-kolom untuk mencegah keruntuhan geser.
7. Telah memenuhi syarat untuk periode getar struktur ( $T$ ) karena tidak melewati batas atas periode fundamentas pendekatan ( $T_a$  batas atas).
8. Pondasi yang digunakan adalah pondasi sumuran dengan diameter sebagai berikut:
  - a. Pondasi bagian tengah : 1,2 m
  - b. Pondasi bagian tepi : 1,0 m
  - c. Pondasi bagian tengah : 0,8 m
9. Dinding gesr (*Shear wall*) yang direncanakan untuk lift memiliki tebal 35 cm.

### Saran

Berdasarkan hasil perencanaan yang telah dilakukan, dapat disaran sebagai berikut:

1. Dalam melakukan perencanaan struktur tahan gempa harus dilakukan sesuai syarat-syarat yang berlaku pada standar (SNI) yang

ada agar tidak terjadi keruntuhan yang merugikan diri sendiri bahkan orang lain.

2. Selain itu dalam perencanaan harus dilakukan secara efektif dan efisien agar struktur yang dihasilkan bukan hanya kuat namun ekonomis.

### DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 03-1727-2013. BSN, Bandung.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2019. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*, SNI 2847:2019. Jakarta.

Batu, M. L., Dapas, S. O., Wallah, S. E., 2016. *Efisiensi Penggunaan Dinding Geser untuk Mereduksi Efek Torsi pada Bangunan yang Tidak Beraturan*, Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.1 Januari 2016 (29-35) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Dewayanti, O., Kumaat, E. J., Dapas, S. O., Windah, R. S., 2013. *Perhitungan Simpangan Struktur Bangunan Bertingkat (Studi Komparasi Model Pembalokan Arah Radial dan Grid)*, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.11, Oktober 2013 (689-695) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Fauziah, L., Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., Windah, R. S. 2013. *Pengaruh Penempatan dan Posisi Dinding Geser terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa.*, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.7, Juni 2013 (466-472) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Karisoh, P. H., Dapas, S. O., Pandaleke, R. E., 2018. *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.*, Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.6 Juni 2018 (361-372) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Laily, R., Sumajouw, M. D. J., Wallah, S. E., 2019. *Perencanaan Gedung Training Center Konstruksi Beton Bertulang 4 Lantai di kota Manado*. Jurnal Sipil Statik, Vol.7, No.8, Agustus 2019. Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Limbongan, S., Dapas, S. O., Wallah, S. E., 2016. *Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih Pada Gedung Bertingkat*, Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.8 Agustus 2016 (499-508) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Majore, B. O., Wallah, S. E., Dapas, S. O., 2015. *Studi Perbandingan Respons Dinamik Bangunan Bertingkat Banyak dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser.*, Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.6 Juni 2015 (435-446) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Nelwan, I. T., Wallah, S. E., Dapas, S. O., 2018. *Respon Dinamis Bangunan Bertingkat Banyak dengan Soft First Story dan Penggunaan Braced Frames Element terhadap Beban Gempa.*, Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.3 Maret 2018 (175-188) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

- Roring, Y., Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., 2016. *Respon Dinamis Struktur Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Dengan Kolom Berbentuk Pipih*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.10 Oktober 2016 (649-655) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sakul, V. E., Sumajouw, M. D. J., Dapas., S. O., 2019. *Perencanaan Bangunan Bertingkat Banyak Menggunakan Sistem Flat slab dengan Drop Panel.*, Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.12 Desember 2019 (1703-1710) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Supit, N. W. A., Sumajouw, M. D. J., Tamboto, W. J., Dapas, S. O., 2013. *Respon Dinamis Struktur Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak dengan Variasi Orientasi Sumbu Kolom.*, Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.11, Oktober 2013 (696-704) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Halaman ini sengaja dikosongkan