

Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Rumah Sakit 7 Lantai Di Kota Manado

Sandea Rerung^{#1}, Steenie E. Wallah^{#2}, Ronny E. Pandaleke^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹sandearerung19@gmail.com; ²steenie@unsrat.ac.id; ³ronny_pandaleke@yahoo.com

Abstrak

Wilayah Indonesia memiliki tingkat resiko kegempaan yang tinggi, hal ini membuat perencanaan suatu struktur gedung bertingkat yang tahan gempa sangatlah penting di Indonesia. Ketika bencana gempa bumi terjadi maka gaya gempa akan bekerja sebagai beban lateral pada struktur gedung bertingkat di atasnya. Struktur gedung bertingkat akan mengalami pergerakan secara vertikal maupun secara lateral. Pergerakan struktur secara vertikal relatif kecil pada umumnya, sedangkan pergerakan secara lateral sangat berisiko tinggi terhadap keruntuhan struktur gedung. Struktur bangunan yang direncanakan adalah struktur gedung beton bertulang yang merupakan bangunan bertingkat, terdiri dari 7 lantai dengan panjang bangunan 60,00 m, lebar bangunan 24,00 m, dan tinggi 34,50 m. Letak gedung berada di Kota Manado, Sulawesi Utara, dimana nilai SDS dan SDI di Kota Manado adalah sebesar 0,7525 dan 0,5696. Jenis tanah dikategorikan sebagai tanah sedang (SD) berdasarkan pengujian dilapangan dimana didapat nilai rata-rata SPT yaitu 41,16 sehingga kategori desain seismik masuk ke kategori "D". Direncanakan komponen struktur menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Komponen Struktur atas yang direncanakan terdiri dari balok, kolom, dinding geser, pelat dan tangga serta komponen struktur bawah yaitu fondasi dalam. Perhitungan beban mati, beban hidup dan beban hujan mengikuti SNI 1727:2020. Beban gempa akan dianalisis secara statik dan dinamis mengikuti persyaratan dari SNI 1726:2019, perencanaan komponen struktur atas dan bawah gedung mengikuti persyaratan dari SNI 2847:2019 dan SNI 8460:2017. Pemodelan dan analisis struktur menggunakan Software ETABS Ultimate V.18.1.1 dengan pemodelan 3D. Berdasarkan hasil analisis dan desain yang telah dilakukan, struktur gedung telah memenuhi persyaratan keamanan. Komponen struktur dengan penulangannya dapat menahan gaya lentur dan gaya geser yang bekerja pada penampang, dan telah mengikuti persyaratan pendetailan dalam (SRPMK) untuk mendapatkan struktur yang bersifat daktil. Dengan demikian persyaratan perencanaan struktur gedung bertingkat beton bertulang menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus telah terpenuhi.

Kata kunci – perencanaan gedung, beton bertulang, SRPMK, ETABS

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan jumlah penduduk di Indonesia semakin meningkat pesat setiap tahunnya namun tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan yang cukup. Peningkatan jumlah penduduk yang pesat mengakibatkan kebutuhanakan fasilitas-fasilitas pelayanan publik pun semakin besar. Salah satunya adalah kebutuhan akan fasilitas kesehatan yang bertujuan untuk memenuhi kesejahteraan sosial. Oleh karena itu perencanaan konstruksi gedung bertingkat merupakan salah satu solusi yang sangat dibutuhkan dalam menjawab permasalahan tersebut.

Pada konstruksi gedung bertingkat, terutama gedung dengan material beton bertulang mempunyai resiko keruntuhan yang lebih besar apabila terjadi gempa bumi. Sedangkan letak wilayah Indonesia yang berada di atas tiga tumbukan lempeng-lempeng benua, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan dikelilingi oleh cincin api pasifik atau *Ring of Fire* sehingga wilayah Indonesia dapat dikatakan rawan terjadi gempa bumi, baik gempa vulkanik maupun tektonik.

Dalam merencanakan pembangunan gedung rumah sakit, yang dimana lokasi gedung berada di kota Manado, Sulawesi Utara dan merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi gempa bumi, maka diperlukan perencanaan yang baik dan akurat guna mencegah atau meminimalisir kerusakan yang terjadi akibat gempa bumi. Gedung rumah sakit ini juga harus tahan terhadap beban-beban yang direncanakan akan bekerja pada gedung ini termasuk juga beban gempa bumi. Dengan melakukan analisa struktur kita dapat memperoleh nilai gaya-gaya yang bekerja pada struktur gedung tersebut yang nantinya akan di gunakan sebagai dasar dalam mendesain komponen struktur gedungnya.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas yaitu tentang, bagaimana merencanakan suatu struktur gedung bertingkat dengan konstruksi beton bertulang yang

berada didaerah dengan tingkat resiko kegempaan yang tinggi dengan melakukan pendekatan dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), sehingga didapat geometrik dan dimensi komponen struktur gedung yang dapat menahan beban-beban yang terjadi serta memenuhi persyaratan keamanan dan kenyamanan sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

C. Batasan Penelitian

Batasan-batasan masalah sebagai berikut :

- Struktur bangunan yang ditinjau adalah gedung terdiri dari 7 lantai dengan konstruksi beton bertulang
- Perencanaan struktur atas meliputi balok, kolom, pelat, tangga, dinding geser, dan hubungan balok-kolom gedung bertingkat. Untuk komponen struktur bawah hanya fondasi beton bertulang, sedangkan untuk Balok Sloof tidak direncanakan.
- Hubungan balok kolom merupakan sambungan kaku (*Rigid*)
- Untuk rangka atap dianggap sebagai beban merata yang bekerja pada komponen struktur.
- Perencanaan komponen struktur atas dan bawah bangunan menggunakan analisis yang mengacu pada *SNI 2847:2019* tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Non-gedung dan *SNI 8460:2017* tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik.
- Analisa perhitungan gaya gempa menggunakan metode analisis Response Spektrum berdasarkan *SNI 1726:2019* tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung
- Perencanaan beban minimum berdasarkan pada pedoman perencanaan *SNI 1727:2020* tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain
- Beban-beban yang akan ditinjau adalah beban mati, beban hidup, beban hujan dan beban gempa.
- Perencanaan bangunan hanya mencakup analisa dan desain komponen struktur dan tidak mencakup manajemen konstruksi, metode pelaksanaan dan arsitektural.
- Analisa struktur menggunakan bantuan *Software ETABS Ultimate V.18.1.1*.
- Perencanaan penulangan dilakukan dengan perhitungan manual berdasarkan hasil analisa *Software ETABS Ultimate V.18.1.1* dengan bantuan *Software Microsoft Excel*, dan penggambaran gambar kerja menggunakan *Software Autocad 2017*.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari perencanaan ini adalah :

- Merencanakan geometrik atau model struktur gedung beton bertulang sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku.

- Merencanakan komponen struktur gedung beton bertulang tahan gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai dengan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku.
- Mengetahui perbaikan yang harus dilakukan apabila model struktur gedung mengalami ketidakberaturan struktur.
- Mendapatkan kesimpulan yang dapat membantu dalam hal merencanakan struktur gedung beton bertulang.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari perencanaan ini adalah :

- Memberikan informasi dan referensi untuk mendesain dan merencanakan suatu struktur gedung beton bertulang tahan gempa yang aman, nyaman dan efisien.
- Diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai cara memeriksa tipe ketidakberaturan struktur gedung dan bagaimana perbaikan yang harus dilakukan.
- Menambah pengetahuan mengenai pemanfaatan software terutama dalam hal menganalisa struktur portal tiga dimensi dan membuat suatu gambar kerja yang komprehensif.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Struktur gedung yang direncanakan memiliki fungsi sebagai Gedung Rumah Sakit. Gedung ini terdiri dari 7 lantai kerja dengan struktur atap adalah lantai datar serta terdapat 3 dinding geser yang difungsikan sebagai *lift*. Bentuk umum dari struktur gedung ini adalah adalah berbentuk persegi panjang. Berikut adalah diagram alir perencanaan yang akan dilaksanakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Geometri Struktur

Geometri struktur dimodelkan dengan bantuan *software ETABS Ultimate V.18.1.1*, ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

B. Pemodelan Struktur 3D

Dalam perencanaan ini, tiap tingkat bangunan disebut Lantai. Lantai 1 dihitung pada elevasi (+0,00) dan seterusnya keatas seperti pada Gambar 4.

C. Perhitungan Pembebanan

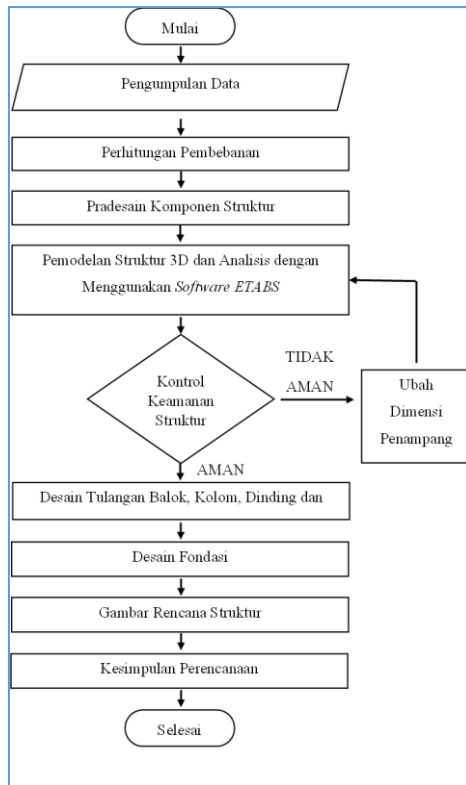
1. Beban Mati

- a. Berat sendiri elemen struktur (*Dead Load*) yang ditentukan oleh program (*Program Determine*)

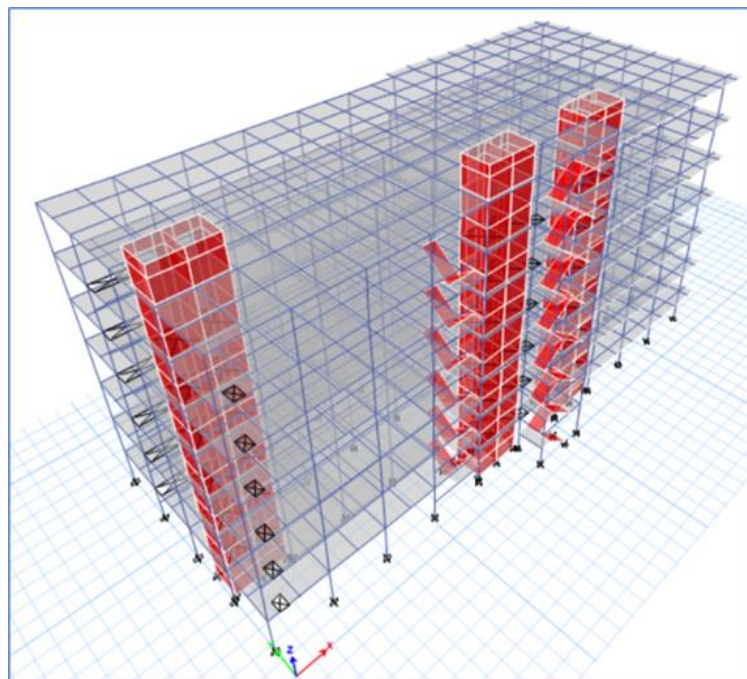
berdasarkan pemodelan struktur yang direncanakan.

- Berat jenis beton bertulang = 2400 kg/m^3
- b. Beban mati tambahan (*Superimposed Dead Load*)
 - Instalasi Mekanikal Elektrikal = 25 kg/m^2

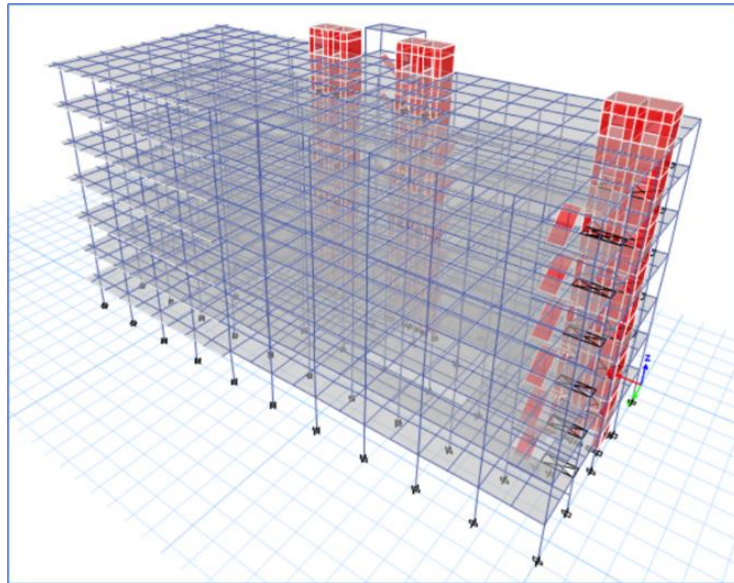
- Plafon = 11 kg/m^2
- Penggantung = 7 kg/m^2
- Keramik per cm tebal = 24 kg/m^2
- Finishing Adukan per 2 cm tebal = 42 kg/m^2
- Dinding Pas. ½ Bata = 250 kg/m^2



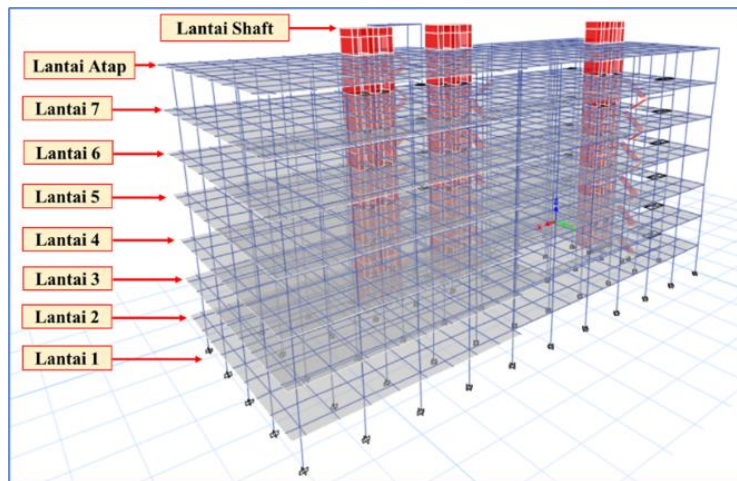
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Geometri struktur 3D (Tampak Belakang)



Gambar 3. Geometri struktur 3D (Tampak Depan)



Gambar 4. Pemodelan Struktur 3D Bangunan

2. Beban Hidup

- a. Fungsi Lantai Gedung :
- Ruang Operasi = 2,87 kN/m²
 - Ruang Laboratorium = 2,87 kN/m²
 - Ruang Pasien = 1,92 kN/m²
 - Koridor Lantai Pertama = 4,79 kN/m²
 - Koridor diatas Lantai Pertama = 3,83 kN/m²
 - Ruang Pertemuan = 4,79 kN/m²
 - Ruang Kantor dan Administrasi = 2,40 kN/m²
 - Ruang Arsip = 7,18 kN/m²
 - Ruang Penyimpanan = 6,00 kN/m²
 -
 - Tangga Tetap = 1,33 kN/m²
 - Toilet = 2,87 kN/m²
 - Ruang Janitor = 1,92 kN/m²
 - Ruang Panel Mekanikal Elektrikal = 4,79 kN/m²

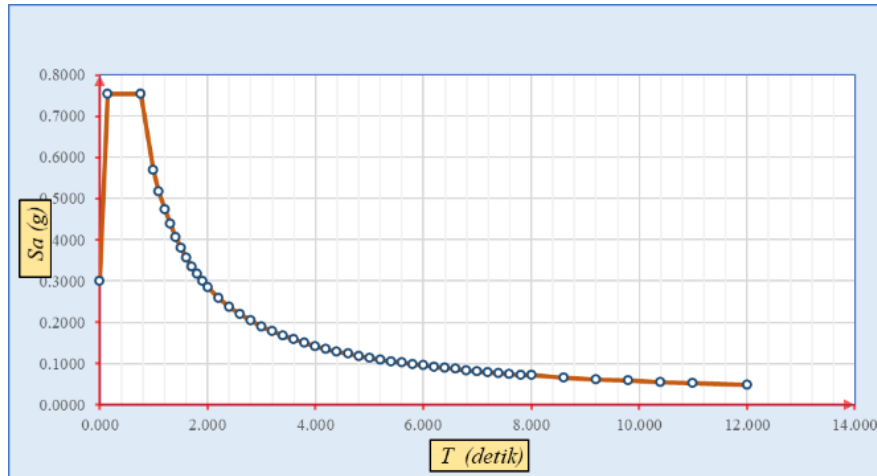
- b. Beban Hidup Atap :
- Atap datar = 0,96 kN/m²

3. Beban Gempa

Perhitungan beban gempa mengacu pada peraturan *SNI 1726:2019* tentang “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung” dengan data-data dibutuhkan :

- Lokasi Bangunan = Kota Manado
 - Fungsi Bangunan = Rumah Sakit
 - Analisa Gempa = Analisa dinamik (Analisis Ragam Respon Spektrum)
 - Jenis Tanah (SPT) = Tanah Sedang (SD)
- Sehingga didapat parameter perhitungan beban gempa :
- a. Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Gempa
- Kategori Resiko= VI
 - I_e = 1,50
- b. Parameter Respon Gempa Terpetakan

- $S_1 = 0,4658$
- $S_s = 1,0421$
- c. Klasifikasi Situs
 - Tanah Sedang = “SD”
- d. Parameter Percepatan Spektral Desain
 - $F_a = 1,0832$
 - $F_v = 1,8342$
 - $S_{MS} = 1,1288$
- $S_{M1} = 0,8544$
- $S_{DS} = 0,7525$
- $S_{D1} = 0,5696$
- e. Kategori Desain Seismik (KDS)
 - Berdasarkan nilai $S_{DS} = \text{“D”}$
 - Berdasarkan nilai $S_{D1} = \text{“D”}$
- f. Kurva Spektrum Desain
 - $S_a \rightarrow (T = 0 \text{ detik}) = 0,3010$



Gambar 5. Kurva Respon Spektrum Desain

4. Beban Hujan

Beban hujan direncanakan akan bekerja pada lantai atap dan dihitung berdasarkan pedoman perencanaan SNI 1727:2020 pasal 8.3.

D. Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 4.2.2.3, kombinasi-kombinasi beban akibat pengaruh gaya beban seismik harus diperhitungkan dalam kombinasi beban dasar. Dengan Parameter perhitungan didapat :

- Faktor Redundansi (ρ) = 1,30
- $S_{DS} = 0,7525$

E. Pradesain

1. Dimensi Awal Balok

- a. Balok Utama (BU) dan Kantiever (BU.K)
 - BU.1 = 750 mm × 950 mm
 - BU.K1 = 750 mm × 950 mm
 - BU.2 = 650 mm × 800 mm
 - BU.K2 = 650 mm × 800 mm
- b. Balok Anak(BA) dan Kantilever (BA.K)
 - BA = 250 mm × 400 mm
 - BA.K = 250 mm × 400 mm

2. Dimensi Awal Kolom

- a. Kolom di Lantai 1 - Lantai 3 (K1)
 - K1 = 850 mm × 1000 mm
- b. Kolom di Lantai 4 (K2)
 - K2 = 750 mm × 850 mm
- c. Kolom di Lantai 5 - Lantai Atap (K3)

- K3 = 650 mm × 750 mm

3. Dimensi Awal Pelat

- Tebal Pelat Lantai Kerja = 140,00 mm

F. Kontrol Ketidakberaturan Struktur

1. Ketidakberaturan Struktur Horizontal

Telah diperiksa model struktur bangunan berdasarkan persyaratan pada tabel 1 sehingga didapati struktur mengalami ketidakberaturan Ketidakberaturan Torsi Tipe 1a.

- Parameter pemeriksaan :
 $1,2 \delta_{avg} < \delta_{maks} \leq 1,4 \delta_{avg}$

- Hasil Pemeriksaan
- Kontrol Hasil Pemeriksaan
 - Untuk arah X, tidak memiliki ketidakberaturan torsi disemua lantai, dimana diperoleh rasio simpangan maksimum/simpangan rata-rata sebesar 1,15. (< 1.2)
 - Untuk arah Y, memiliki ketidakberaturan struktur torsi tipe 1.a dilantai 2,3,5, dan 6 dimana rasio terbesar simpangan maksimum / simpangan rata-rata adalah 1,224.

Dengan demikian bangunan mengalami ketidakberaturan torsi tipe 1a.

G. Perbaikan Ketidakberaturan Struktur

Selanjutnya struktur bangunan yang mengalami ketidakberaturan harus dilakukan langkah-langkah perbaikan sesuai dengan pasal acuan dalam Tabel 1 berdasarkan tipe ketidakberaturan yang terjadi.

Telah diperiksa bahwa struktur mengalami ketidakberaturan torsi tipe 1a, maka langkah perbaikan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.3.3.4.

Gaya gempa desain berdasarkan prosedur statik telah ditingkatkan 25% untuk elemen-elemen sistem pemikul gaya seismik dibawah ini :

- a. Sambungan antara diafragma dengan elemen-elemen vertikal dan dengan elemen-elemen kolektor.
- b. Elemen kolektor dan sambungannya, termasuk sambungan-sambungan ke elemen vertikal dari sistem pemikul gaya seismik.

2. Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 11.3.4.

- a. Diperhitungkan eksentrisitas bawaan yang diakibatkan oleh *offset* di pusat massa dan kekakuan pada setiap tingkat diperhitungkan dalam analisis. $A_x = \left(\frac{\delta_{maks}}{1,2 \delta_{avg}} \right)^2 \leq 3$
- b. Diperhitungkan eksentrisitas tak terduga yang terdiri dari perpindahan yang diasumsikan dari pusat massa masing-masing dari lokasi sebenarnya dengan jarak sama dengan 5 %

dimensi diafragma dari struktur yang sejajar dengan arah pergeseran massa.

- c. Diterapkan perpindahan pusat massa 5% yang disyaratkan dalam arah yang menghasilkan pengaruh lebih besar yakni pada arah sumbu.

3. Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.12.1.1.

Telah diperiksa bahwa simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan izin dibagi dengan faktor redundansi (Δ_a/ρ) untuk semua tingkat. Simpangan izin disyaratkan dalam SNI 1726:2019 pasal 7.12.1

4. Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 16.

Prosedur analisa truktur telah dilaksanakan berdasarkan Kategori Desain Seismik.

5. Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.7.3.

Struktur telah dianalisis menggunakan penggambaran 3 dimensi dan harus dipenuhi minimum tiga derajat kebebasan dinamik yang terdiri dari translasi dalam dua arah denah ortogonal dan rotasi torsi terhadap sumbu vertikal harus disertakan dimasing-masing tiap tingkat struktur.

TABEL 1
Kombinasi Pembebanan Metode Ultimit (LFRD)

Kombinasi	Koefisien Jenis Beban						
	DL		LL	Lr	R	SPEC-X	SPEC-Y
	BSS	BMT					
K1	1.400	1.400	-	-	-	-	-
K2	1.200	1.200	1.600	0.500		-	-
K3	1.200	1.200	1.600	-	0.500	-	-
K4	1.200	1.200	1.000	1.600		-	-
K5	1.200	1.200	1.000		1.600	-	-
K6	1.351	1.351	1.000	-	-	1.300	0.390
K7	1.351	1.351	1.000	-	-	1.300	-0.390
K8	1.351	1.351	1.000	-	-	-1.300	0.390
K9	1.351	1.351	1.000	-	-	-1.300	-0.390
K10	1.351	1.351	1.000	-	-	0.390	1.300
K11	1.351	1.351	1.000	-	-	0.390	-1.300
K12	1.351	1.351	1.000	-	-	-0.390	1.300
K13	1.351	1.351	1.000	-	-	-0.390	-1.300
K14	0.750	0.750	-	-	-	1.300	0.390
K15	0.750	0.750	-	-	-	1.300	-0.390
K16	0.750	0.750	-	-	-	-1.300	0.390
K17	0.750	0.750	-	-	-	-1.300	-0.390

K18	0.750	0.750	-	-	-	0.390	1.300
K19	0.750	0.750	-	-	-	0.390	-1.300
K20	0.750	0.750	-	-	-	-0.390	1.300
K21	0.750	0.750	-	-	-	-0.390	-1.300

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 2
Kombinasi Pembebanan Metode Tegangan Izin (ASD)

Kombinasi	Koefisien Jenis Beban						
	DL		LL	Lr	R	SPEC-X	SPEC-Y
	BSS	BMT					
K1	1.000	1.000	-	-	-	-	-
K2	1.000	1.000	1.000	-	-	-	-
K3	1.000	1.000	-	1.000	-	-	-
K4	1.000	1.000	0.750	0.750		-	-
K5	1.000	1.000	0.750	-	0.750	-	-
K6	1.105	1.105	-	-	-	0.910	0.273
K7	1.105	1.105	-	-	-	0.910	-0.273
K8	1.105	1.105	-	-	-	-0.910	0.273
K9	1.105	1.105	-	-	-	-0.910	-0.273
K10	1.105	1.105	-	-	-	0.273	0.910
K11	1.105	1.105	-	-	-	0.273	-0.910
K12	1.105	1.105	-	-	-	-0.273	0.910
K13	1.105	1.105	-	-	-	-0.273	-0.910
K14	1.079	1.079	0.750	-	-	0.683	0.205
K15	1.079	1.079	0.750	-	-	0.683	-0.205
K16	1.079	1.079	0.750	-	-	-0.683	0.205
K17	1.079	1.079	0.750	-	-	-0.683	-0.205
K18	1.079	1.079	0.750	-	-	0.205	0.683
K19	1.079	1.079	0.750	-	-	0.205	-0.683
K20	1.079	1.079	0.750	-	-	-0.205	0.683
K21	1.079	1.079	0.750	-	-	-0.205	-0.683
K22	0.495	0.495	-	-	-	0.910	0.273
K23	0.495	0.495	-	-	-	0.910	-0.273
K24	0.495	0.495	-	-	-	-0.910	0.273
K25	0.495	0.495	-	-	-	-0.910	-0.273
K26	0.495	0.495	-	-	-	0.273	0.910
K27	0.495	0.495	-	-	-	0.273	-0.910
K28	0.495	0.495	-	-	-	-0.273	0.910
K29	0.495	0.495	-	-	-	-0.273	-0.910

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 3
Ketidakteraturan Torsi Arah X

Lantai	Result	δ_{max}	δ_{avg}	Ratio	Kontrol
		(mm)	(mm)		
Lantai Atap	Story Avg. Drifts	2.712	2.498	1.086	AMAN
Lantai 7	Story Avg. Drifts	3.72	3.309	1.124	AMAN
Lantai 6	Story Avg. Drifts	4.502	3.915	1.15	AMAN
Lantai 5	Story Avg. Drifts	4.859	4.236	1.147	AMAN
Lantai 4	Story Avg. Drifts	3.165	2.834	1.117	AMAN
Lantai 3	Story Avg. Drifts	2.919	2.588	1.128	AMAN
Lantai 2	Story Avg. Drifts	1.572	1.408	1.117	AMAN

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 4
Ketidakteraturan Torsi Arah Y

Lantai	Result	δ_{max}	δ_{avg}	Ratio	Kontrol
		(mm)	(mm)		
Lantai Atap	Story Avg. Drifts	3.783	3.281	1.153	AMAN
Lantai 7	Story Avg. Drifts	5.338	4.454	1.198	AMAN
Lantai 6	Story Avg. Drifts	6.519	5.328	1.224	Torsi 1.a
Lantai 5	Story Avg. Drifts	6.984	5.723	1.220	Torsi 1.a
Lantai 4	Story Avg. Drifts	4.405	3.688	1.194	AMAN
Lantai 3	Story Avg. Drifts	3.987	3.293	1.210	Torsi 1.a
Lantai 2	Story Avg. Drifts	2.087	1.711	1.22	Torsi 1.a

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 5
Eksentrisitas Desain Akibat Pengaruh Ketidakteraturan Torsi Sumbu X

Lantai	δ_{max}	δ_{avg}	Ratio	A_x	%	Eksentrisitas (m)
	(mm)	(mm)			(0.05 A_x)	
Lantai Atap	2.712	2.498	1.086	0.819	0.041	0.98
Lantai 7	3.72	3.309	1.124	0.878	0.044	1.05
Lantai 6	4.502	3.915	1.15	0.918	0.046	1.10
Lantai 5	4.859	4.236	1.147	0.914	0.046	1.10
Lantai 4	3.165	2.834	1.117	0.866	0.043	1.04
Lantai 3	2.919	2.588	1.128	0.883	0.044	1.06
Lantai 2	1.572	1.408	1.117	0.866	0.043	1.04
Maks.					0.046	

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 6
Eksentrisitas Desain Akibat Pengaruh Ketidakberaturan Torsi Sumbu Y

Lantai	δ_{max}	δ_{avg}	Ratio	A_y	%	Eksentrisitas (m)
	(mm)	(mm)			(0.05 A_y)	
Lantai Atap	3.783	3.281	1.153	0.923	0.046	2.77
Lantai 7	5.338	4.454	1.198	0.997	0.050	2.99
Lantai 6	6.519	5.328	1.224	1.040	0.052	3.12
Lantai 5	6.984	5.723	1.22	1.034	0.052	3.10
Lantai 4	4.405	3.688	1.194	0.991	0.050	2.97
Lantai 3	3.987	3.293	1.21	1.018	0.051	3.05
Lantai 2	2.087	1.711	1.22	1.033	0.052	3.10
Maks.					0.052	

Sumber : Hasil Analisis

H. Kontrol Periode Fundamental Struktur

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.8.2, periode fundamental struktur, T , tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u) dan periode fundamental pendekatan, T_a . Sebagai alternatif dalam melakukan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur T , diizinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan, T_a .

$$T_a = C_t \times h_n^x$$

$$T_{maks} = C_u \times T_a$$

I. Kontrol Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1, analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100 % dari massa struktur.

Sebagai pengecualiaan analisis diizinkan untuk memasukkan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90

% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model.

Partisipasi massa ragam terkombinasi telah memenuhi syarat yaitu paling sedikit yaitu 90%, dimana untuk arah-x tercapai pada modal ke-7 dan arah-y pada modal ke-8 dari 12 modal yang ditinjau.

J. Kontrol Gaya Geser Dasar (Base Shear)

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1. Gaya Geser Dasar Nominal yang diakibatkan oleh pengaruh gaya gempa respon dinamik struktur harus mencapai 100% dari pengaruh gaya gempa statik ekuivalen.

Dari hasil pada Tabel 9 dan Tabel 10, diketahui gaya geser dasar yang diakibatkan oleh pengaruh gaya gempa dinamik dalam arah X dan Y telah mencapai 100 % dari pengaruh gaya gempa statik ekuivalen. Maka kontrol gaya geser dasar telah memenuhi persyaratan pedoman perencanaan struktur.

TABEL 7
Kontrol Periode Fundamental Struktur

Arah	Periode Fundamental (det.)			T_{desain}
	T_a	T_c	$T_{maks} (C_u \cdot T_a)$	
X	1.040	0.576	1.455	1.040
Y		0.544		1.040

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 8
Kontrol Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi

Case	Mode	Periode	Sum UX	Sum UY	Kontrol
		(detik)	(%)	(%)	Partisipasi Massa $\geq 90\%$
Modal	1	0.576	9.330	41.440	TIDAK OKE
Modal	2	0.544	36.690	67.930	TIDAK OKE
Modal	3	0.482	70.640	69.470	TIDAK OKE
Modal	4	0.199	74.810	74.980	TIDAK OKE
Modal	5	0.181	79.010	87.070	TIDAK OKE
Modal	6	0.157	88.960	87.610	TIDAK OKE
Modal	7	0.113	90.030	88.950	TIDAK OKE
Modal	8	0.097	91.190	92.710	OKE
Modal	9	0.083	93.990	93.010	OKE
Modal	10	0.073	94.460	93.550	OKE
Modal	11	0.061	95.250	95.210	OKE
Modal	12	0.056	95.970	95.860	OKE

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 9
Kontrol Gaya Geser Dasar Gempa Statik dan Dinamik Arah X

BEBAN GEMPA		FX	KONTROL	
		kN	$(V_i/V) \times 100\% \geq 100\%$	
Dinamik (V_i)	SPEC-X	23203.435	100.000	OKE
	SPEC-Y	6099.582		
Statik (V)	ELF-X	23203.430		
	ELF-Y	0.00		

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 10
Kontrol Gaya Geser Dasar Gempa Statik dan Dinamik Arah Y

BEBAN GEMPA		FX	KONTROL	
		kN	$(V_i/V) \times 100\% \geq 100\%$	
Dinamik (V_i)	SPEC-X	6870.856	100.000	OKE
	SPEC-Y	23203.497		
Statik (V)	ELF-X	0.000		
	ELF-Y	23203.431		

Sumber : Hasil Analisis

K. Kontrol Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1727:2019 pasal 7.8.6, simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat izin (Δ_a), dimana nilai simpangan tingkat izin yang diambil adalah $0,01 h_{sx}$.

L. Kontrol Perpindahan (Displacement)

Berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 24.2.2, kontrol displacement dilakukan dengan melihat simpangan struktur (Δ) yang tidak boleh melebihi $L/240$ dimana L adalah tinggi total struktur.

Nilai displacement maksimum untuk arah-X terjadi di lantai atap sebesar 23,25 mm sedangkan pada arah-

Y terjadi di lantai atap sebesar 32,64 mm. Nilai *displacement* maksimum tersebut tidak melebihi batas persyaratan *displacement* yang diizinkan yaitu (L/240), sehingga struktur bangunan telah memenuhi persyaratan.

M. Kontrol Pengaruh P-Delta

Pengaruh P-Delta pada geser dan momen tingkat, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan dan simpangan antar tingkat yang timbul oleh pengaruhnya, tidak disyaratkan untuk diperhitungkan

apabila koefisien stabilitas (θ) pada persamaan dibawah ini sama atau kurang dari 0,1 :

$$\theta_{maks} = \frac{0,50}{\beta \cdot C_d} = \frac{0,50}{(1,00 \cdot 5,50)} \leq 0,25 = 0,091$$

Nilai koefisien stabilitas (θ) terbesar arah X terdapat pada lantai ke-5 sebesar 0,00498 dan arah Y terdapat pada lantai ke-2 sebesar 0,04476. Nilai tersebut tidak melebihi koefisien stabilitas maksimum dan juga kurang dari 0,10, sehingga pengaruh P-Delta berdasarkan persyaratan tidak perlu diperhitungkan.

TABEL 11
Kontrol Simpangan Arah X dengan Pengaruh Faktor Redundansi

Lantai	h_x	δ_{xe}	δ_x	Δ_x	Δ_a/ρ	Kontrol
	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	$\Delta_x \leq \Delta_a/\rho$
Lantai Atap	4.50	23.25	85.24	9.73	34.62	OKE
Lantai 7	4.50	20.59	75.51	13.38	34.62	OKE
Lantai 6	4.50	16.94	62.12	16.29	34.62	OKE
Lantai 5	5.00	12.50	45.84	17.67	38.46	OKE
Lantai 4	4.50	7.68	28.16	11.57	34.62	OKE
Lantai 3	4.50	4.53	16.59	10.70	34.62	OKE
Lantai 2	4.00	1.61	5.89	5.89	30.77	OKE

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 12
Kontrol Simpangan Arah Y dengan Pengaruh Faktor Redundansi

Lantai	h_x	δ_{ye}	δ_y	Δ_y	Δ_a/ρ	Kontrol
	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	$\Delta_y \leq \Delta_a/\rho$
Lantai Atap	4.50	32.64	119.68	13.46	34.62	OKE
Lantai 7	4.50	28.97	106.23	19.08	34.62	OKE
Lantai 6	4.50	23.77	87.15	23.49	34.62	OKE
Lantai 5	5.00	17.36	63.65	25.31	38.46	OKE
Lantai 4	4.50	10.46	38.34	16.04	34.62	OKE
Lantai 3	4.50	6.08	22.30	14.55	34.62	OKE
Lantai 2	4.00	2.11	7.74	7.74	30.77	OKE

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 13
Kontrol Perpindahan Arah X

Lantai	h_{sx}	L	δ_x	(L/240 mm)	Kontrol
	(m)	(mm)	(mm)		$\delta_x < L/240$ mm
Lantai Atap	4500.00	31500.00	23.25	131.250	AMAN
Lantai 7	4500.00	27000.00	20.59	112.500	AMAN
Lantai 6	4500.00	22500.00	16.94	93.750	AMAN
Lantai 5	5000.00	18000.00	12.50	75.000	AMAN

Lantai 4	4500.00	13000.00	7.68	54.167	AMAN
Lantai 3	4500.00	8500.00	4.53	35.417	AMAN
Lantai 2	4000.00	4000.00	1.61	16.667	AMAN

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 14
Kontrol Perpindahan Arah Y

Lantai	h_{sx}	L	δ_y	(L/240 mm)	Kontrol
	(m)				(mm)
Lantai Atap	4500.00	31500.00	32.64	131.250	AMAN
7	4500.00	27000.00	28.97	112.500	AMAN
6	4500.00	22500.00	23.77	93.750	AMAN
5	5000.00	18000.00	17.36	75.000	AMAN
4	4500.00	13000.00	10.46	54.167	AMAN
3	4500.00	8500.00	6.08	35.417	AMAN
2	4000.00	4000.00	2.11	16.667	AMAN

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 15
Parameter Kontrol Pengaruh P- Δ arah X

Lantai	P_y (kN)	Δ_y (mm)	I_e (mm)	V_x (kN)	h_{sx} (mm)	C_d
Lantai Atap	17620.01	13.46	1.50	5614.72	4500.00	5.50
Lantai 7	42932.26	19.08		10955.25	4500.00	
Lantai 6	68466.33	23.49		15145.20	4500.00	
Lantai 5	93819.85	25.31		18338.73	5000.00	
Lantai 4	123820.93	16.04		20863.98	4500.00	
Lantai 3	153225.63	14.55		22540.51	4500.00	
Lantai 2	182293.04	8.12		2255.00	4000.00	

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 16
Hasil Kontrol Pengaruh P- Δ arah X

Lantai	θ	θ_{maks}	Kontrol
			$\theta < \theta_{maks}$
Lantai Atap	0.00256	0.091	AMAN
Lantai 7	0.00453	0.091	AMAN
Lantai 6	0.00644	0.091	AMAN
Lantai 5	0.00706	0.091	AMAN
Lantai 4	0.00577	0.091	AMAN
Lantai 3	0.00600	0.091	AMAN
Lantai 2	0.04476	0.091	AMAN

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 17
Parameter Kontrol Pengaruh P-Δ arah Y

Lantai	P _x (kN)	Δ _y (mm)	I _e (mm)	V _y (kN)	h _{sx} (mm)	C _d
Lantai Atap	17620.01	9.73	1.50	5486.23	4500.00	5.50
Lantai 7	42932.26	13.38		10777.07	4500.00	
Lantai 6	68466.33	16.29		14946.20	4500.00	
Lantai 5	93819.85	17.67		18151.02	5000.00	
Lantai 4	123820.93	11.57		20728.97	4500.00	
Lantai 3	153225.63	10.70		22475.75	4500.00	
Lantai 2	182293.04	5.89		23188.34	4000.00	

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 18
Hasil Kontrol Pengaruh P-Δ arah Y

Lantai	θ	θ maks	Kontrol
			θ < θ maks
Lantai Atap	0.00189	0.091	AMAN
Lantai 7	0.00323	0.091	AMAN
Lantai 6	0.00452	0.091	AMAN
Lantai 5	0.00498	0.091	AMAN
Lantai 4	0.00419	0.091	AMAN
Lantai 3	0.00442	0.091	AMAN
Lantai 2	0.00316	0.091	AMAN

Sumber : Hasil Analisis

N. Perencanaan Tulangan Balok

Perencanaan tulangan balok mengacu pada peraturan SNI 2847:2019 tentang “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung” dan SNI 2052:2017 mengenai “Baja Tulangan Beton”. Perencanaan tulangan balok terdiri dari penulangan lentur, penulangan geser, dan penulangan torsi/badan. Hasil penulangan dilihat dalam Tabel 21 dan Tabel 22.

O. Perencanaan Tulangan Torsi/Badan

- Tulangan torsi/badan direncanakan pada semua balok
- Tulangan torsi/badan yang digunakan adalah tulangan diameter D13 dipasang pada tiap sisi balok.

P. Perencanaan Tulangan Kolom

Perencanaan tulangan kolom mengacu pada peraturan SNI 2847:2019 tentang “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung” dan SNI 2052:2017 mengenai “Baja Tulangan Beton”. Hasil penulangan kolom sebagai berikut :

1. Kolom K1 (850 mm × 1000 mm)

- Tulangan longitudinal = 28 D 32
- Tulangan geser
 - Daerah *l_o* = 1000 mm
 - Daerah HBK = 7 D16 – 100 mm
 - Tumpuan (Daerah *l_o*) = 7 D16 – 100 mm
 - Lapangan (Daerah luar *l_o*) = 7 D16 – 150 mm

2. Kolom K2 (750 mm × 850 mm)

- Tulangan longitudinal = 22 D 29
- Tulangan geser
 - Daerah *l_o* = 850 mm
 - Daerah HBK = 6 D16 – 100 mm
 - Tumpuan (Daerah *l_o*) = 6 D16 – 100 mm
 - Lapangan (Daerah luar *l_o*) = 6 D16 – 150 mm

3. Kolom K3 (650 mm × 750 mm)

- Tulangan longitudinal = 20 D 25
- Tulangan geser
 - Daerah *l_o* = 750 mm
 - Daerah HBK = 5 D13 – 100 mm
 - Tumpuan (Daerah *l_o*) = 5 D13 – 100 mm
 - Lapangan (Daerah luar *l_o*) = 5 D13 – 150 mm

Q. Perencanaan Tulangan Pelat

Perencanaan tulangan pelat mengacu pada peraturan SNI 2847:2019 tentang “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung” dan SNI 2052:2017 mengenai “Baja Tulangan Beton”.

Perencanaan tulangan pelat direncanakan untuk pelat lantai kerja, pelat lantai atap, pelat tangga, pelat bordes. Tulangan pelat direncanakan untuk arah-X dan arah-Y, ditampilkan pada Tabel 23. Pada penulangan pelat lantai, direncanakan menggunakan 2 tipe tulangan utama sehingga jarak antar tipe tulangan yang sama adalah 2 kali dari jarak desain tulangan tersebut.

R. Perencanaan Dinding Geser

Direncanakan 3 jenis dinding geser yang memiliki geometrik dimensi dan rasio tulangan yang sama. Dinding geser dalam perencanaan ini difungsikan sebagai *Lift*. Direncanakan detail penulangan elemen

batas khusus (EBK) pada daerah kritis pada dinding geser.

1. Geometri Elemen Batas Khusus

- Tinggi Penulangan, $H_{EBK} = 2650,00$ mm
- Panjang Penulangan, $L_{EBK} = 900,00$ mm
- Lebar Penampang Inti Beton, $b_c = 260,00$ mm
- Panjang Penampang Inti Beton, $h_c = 880,00$ mm

2. Penulangan Elemen Batas Khusus

- Tulangan Transversal = D 16 – 90 mm
- Jumlah Kaki Sejajar Dinding = 3 D 16
- Jumlah Kaki Tegak Lurus Dinding = 7 D 16
- Panjang Tulangan Lewatan = 762,00 mm

S. Pemeriksaan Hubungan Balok dan Kolom (Joint)

Daerah pertemuan antara kolom dan balok atau yang sering disebut hubungan balok-kolom (HBK), merupakan daerah yang juga harus didetailkan dengan baik (*Setiawan, Agus. 2016*).

TABEL 19
Rekapitulasi Penulangan Lentur Balok

Lantai	Nama Balok	Lokasi	Tulangan Tarik		Tulangan Tekan		
Lantai Shaft	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	6	D 25	4	D 25	
		Lapangan	6	D 25	4	D 25	
	BA. (25/40)	Tumpuan	3	D 16	3	D 16	
		Lapangan	3	D 16	3	D 16	
Lantai Atap	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	6	D 29	4	D 29	
		Lapangan	6	D 29	4	D 29	
	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	6	D 25	4	D 25	
		Lapangan	6	D 25	4	D 25	
	BU.K 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
		Lapangan	4	D 19	4	D 19	
	BA.K (25/40)	Tumpuan	3	D 16	3	D 16	
		Lapangan	3	D 16	3	D 16	
	BT (30/50)	Tumpuan	3	D 16	3	D 16	
		Lapangan	3	D 16	3	D 16	
	Lantai 7	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	6	D 29	4	D 29
			Lapangan	6	D 29	4	D 29
BU. 2 (65/80)		Tumpuan	6	D 25	4	D 25	
		Lapangan	6	D 25	4	D 25	
BU.K 2 (65/80)		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
		Lapangan	4	D 19	4	D 19	
BA. (25/40)		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
		Lapangan	4	D 16	4	D 16	
BA.K (25/40)		Tumpuan	3	D 16	3	D 16	
		Lapangan	3	D 16	3	D 16	
BT (30/50)		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
		Lapangan	4	D 19	4	D 19	
BT (30/50)		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
		Lapangan	4	D 16	4	D 16	
Lantai 6		BU. 2 (65/80)	Tumpuan	8	D 29	4	D 29
			Lapangan	8	D 29	4	D 29
	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	6	D 29	4	D 29	
		Lapangan	6	D 29	4	D 29	
	BU.K 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
		Lapangan	4	D 19	4	D 19	
	BA. (25/40)	Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
		Lapangan	4	D 16	4	D 16	

	BA.K (25/40)	Lapangan	4	D 16	4	D 16	
		Tumpuan	3	D 16	3	D 16	
	BT (30/50)	Lapangan	3	D 16	3	D 16	
		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
	BU. 2 (65/80)	Lapangan	4	D 19	4	D 19	
		Tumpuan	8	D 29	4	D 29	
	BU.K 2 (65/80)	Lapangan	8	D 29	4	D 29	
		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
	BA. (25/40)	Lapangan	4	D 16	4	D 16	
		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
	BA.K (25/40)	Lapangan	4	D 16	4	D 16	
		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
	BT (30/50)	Lapangan	4	D 19	4	D 19	
		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
	Lantai 4	BU. 1 (75/95)	Lapangan	10	D 32	5	D 32
			Tumpuan	10	D 32	5	D 32
BU. 1 (75/95)		Lapangan	8	D 29	4	D 29	
		Tumpuan	8	D 29	4	D 29	
BU.K 1 (75/95)		Lapangan	4	D 19	4	D 19	
		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
BA. (25/40)		Lapangan	4	D 16	4	D 16	
		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
BA.K (25/40)		Lapangan	4	D 16	4	D 16	
		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
BT (30/50)		Lapangan	4	D 19	4	D 19	
		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
Lantai 3	BU. 1 (75/95)	Lapangan	10	D 32	5	D 32	
		Tumpuan	10	D 32	5	D 32	
	BU. 1 (75/95)	Lapangan	8	D 29	4	D 29	
		Tumpuan	8	D 29	4	D 29	
	BU.K 1 (75/95)	Lapangan	4	D 19	4	D 19	
		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
	BA. (25/40)	Lapangan	4	D 16	4	D 16	
		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
	BA.K (25/40)	Lapangan	4	D 16	4	D 16	
		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
	BT (30/50)	Lapangan	4	D 19	4	D 19	
		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
Lantai 2	BU. 1 (75/95)	Lapangan	10	D 32	5	D 32	
		Tumpuan	10	D 32	5	D 32	
	BU. 1 (75/95)	Lapangan	8	D 29	4	D 29	
		Tumpuan	8	D 29	4	D 29	
	BU.K 1 (75/95)	Lapangan	4	D 19	4	D 19	
		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	
	BA. (25/40)	Lapangan	4	D 16	4	D 16	
		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
	BA.K (25/40)	Lapangan	4	D 16	4	D 16	
		Tumpuan	4	D 16	4	D 16	
	BT (30/50)	Lapangan	4	D 19	4	D 19	
		Tumpuan	4	D 19	4	D 19	

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 20
Rekapitulasi Penulangan Geser Balok

Lantai	Nama Balok	Lokasi	Jumlah Kaki (buah)	Tulangan Geser
Lantai Shaft	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	3	D 13 - 125
		Lapangan	3	D 13 - 150
	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	3	D 13 - 100
		Lapangan		
	BA. (25/40)	Tumpuan	2	D 10 - 150
		Lapangan		
Lantai Atap	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 13 - 150
		Lapangan	4	D 13 - 150
	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 13 - 125
		Lapangan		
	BU.K 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 13 - 100
		Lapangan		
	BA. (25/40)	Tumpuan	2	D 10 - 80
		Lapangan	2	D 10 - 80
	BA.K (25/40)	Tumpuan	2	D 10 - 150
		Lapangan		
	BT. (30/50)	Tumpuan	2	D 13 - 90
		Lapangan		
Lantai 7	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 16 - 125
		Lapangan	4	D 16 - 150
	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 13 - 125
		Lapangan		
	BU.K 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 13 - 100
		Lapangan		
	BA. (25/40)	Tumpuan	2	D 13 - 80
		Lapangan	2	D 13 - 80
	BA.K (25/40)	Tumpuan	2	D 10 - 150
		Lapangan		
	BT. (30/50)	Tumpuan	2	D 13 - 100
		Lapangan		
BT. (30/50)	Tumpuan	2	D 13 - 90	
	Lapangan			
Lantai 6	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 16 - 125
		Lapangan	4	D 16 - 150
	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 13 - 100
		Lapangan		
	BU.K 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 13 - 100
		Lapangan		
	BA. (25/40)	Tumpuan	2	D 13 - 150
		Lapangan	2	D 13 - 150
	BA. (25/40)	Tumpuan	2	D 13 - 80
		Lapangan		
	BA.K (25/40)	Tumpuan	2	D 13 - 150
		Lapangan		
BT. (30/50)	Tumpuan	2	D 13 - 100	
	Lapangan			
BT. (30/50)	Tumpuan	2	D 13 - 100	
	Lapangan			
Lantai 5	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 16 - 125
		Lapangan	4	D 16 - 150
	BU. 2 (65/80)	Tumpuan	4	D 16 - 100

	BU.K 2 (65/80)	Lapangan	4	D 13 - 100	
		Tumpuan			
	BA. (25/40)	Lapangan	2	D 13 - 150	
		Tumpuan			
	BA. (25/40)	Lapangan	2	D 13 - 80	
		Tumpuan			
	BA.K (25/40)	Lapangan	2	D 13 - 150	
		Tumpuan			
	BT. (30/50)	Lapangan	2	D 13 - 100	
		Tumpuan			
	Lantai 4	BU. 1 (75/95)	Lapangan	5	D 16 - 125
			Tumpuan		
BU. 1 (75/95)		Lapangan	4	D 16 - 100	
		Tumpuan			
BU.K 1 (75/95)		Lapangan	4	D 13 - 100	
		Tumpuan			
BA. (25/40)		Lapangan	2	D 13 - 150	
		Tumpuan			
BA. (25/40)		Lapangan	2	D 13 - 80	
		Tumpuan			
BA.K (25/40)		Lapangan	2	D 13 - 150	
		Tumpuan			
BT. (30/50)	Lapangan	2	D 13 - 100		
	Tumpuan				
Lantai 3	BU. 1 (75/95)	Lapangan	5	D 16 - 125	
		Tumpuan			
	BU. 1 (75/95)	Lapangan	4	D 16 - 100	
		Tumpuan			
	BU.K 1 (75/95)	Lapangan	4	D 13 - 100	
		Tumpuan			
	BA. (25/40)	Lapangan	2	D 13 - 150	
		Tumpuan			
	BA. (25/40)	Lapangan	2	D 13 - 80	
		Tumpuan			
	BA.K (25/40)	Lapangan	2	D 13 - 150	
		Tumpuan			
BT. (30/50)	Lapangan	2	D 13 - 100		
	Tumpuan				
Lantai 2	BU. 1 (75/95)	Lapangan	5	D 16 - 125	
		Tumpuan			
	BU. 1 (75/95)	Lapangan	4	D 16 - 100	
		Tumpuan			
	BU.K 1 (75/95)	Lapangan	4	D 13 - 100	
		Tumpuan			
	BA. (25/40)	Lapangan	2	D 13 - 150	
		Tumpuan			
	BA. (25/40)	Lapangan	2	D 13 - 80	
		Tumpuan			
	BA.K (25/40)	Lapangan	2	D 13 - 150	
		Tumpuan			
BT. (30/50)	Lapangan	2	D 13 - 100		
	Tumpuan				

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 21
Rekapitulasi Tulangan Pelat Tangga dan Pelat Bordes

Lantai	Lajur (0,25 l)	Tebal Pelat (mm)	Tulangan Utama	Tulangan Susut
			Diameter - Spasi	Diameter - Spasi
Pelat Tangga	Tumpuan (Kolom)	140	14 - 125	12 - 200
	Lap. (Tengah)	140	14 - 125	12 - 200
Pelat Bordes	Tumpuan (Kolom)	140	14 - 90	12 - 200
	Lap. (Tengah)	140	14 - 90	12 - 200

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 22
Rekapitulasi Pemeriksaan Hubungan Balok-Kolom (HBK)

Nama Joint	Arah	Jumlah Balok	I _n (mm)	Tulangan Transversal		Kontrol
				S _{des}	φ A _{sh des}	
				(mm)	(mm ²)	φ V _n > V _j
7	X	4	4500	100	663.66	AMAN
	Y	4	4500	100	663.66	AMAN
6	X	4	4500	100	663.66	AMAN
	Y	4	4500	100	663.66	AMAN
5	X	4	4500	100	663.66	AMAN
	Y	4	4500	100	663.66	AMAN
4	X	4	4750	100	1206.37	AMAN
	Y	4	4750	100	1206.37	AMAN
3	X	4	4750	100	1407.43	AMAN
	Y	4	4750	100	1407.43	AMAN
2	X	4	4500	100	1407.43	AMAN
	Y	4	4500	100	1407.43	AMAN
1	X	4	4250	100	1407.43	AMAN
	Y	4	4250	100	1407.43	AMAN

Sumber : Hasil Analisis

T. Perencanaan Fondasi

Perancangan fondasi mengacu pada peraturan SNI 8640:2017 mengenai “Persyaratan Perancangan Geoteknik”. Perencanaan fondasi yang digunakan adalah jenis fondasi dalam (*bore pile*). Dimensi fondasi didesain berdasarkan gaya dalam dari hasil analisis struktur dengan kombinasi tegangan izin sedangkan penulangan fondasi berdasarkan gaya dalam dari hasil analisis struktur dengan kombinasi metode ultimit.

1. Fondasi Kolom

Direncanakan menggunakan tulangan yang sama pada setiap fondasi kolom yang direncanakan.

- a. Tulangan Kepala Tiang/*Pile Cap*
 - Tulangan Tekan Arah-X dan Arah-Y = D 25 – 200 mm
 - Tulangan Tarik Arah-X dan Arah-Y = D 25 – 200 mm
- b. Tulangan Tiang Bor
 - Tulangan Longitudinal = 8 D 25

- Tulangan Geser Spiral = 2 D 16-150 mm
- Tulangan Stek = 8 D 25
- Lewatan Tulangan Stek = 450 mm

Perencanaan tulangan fondasi dinding geser (LIFT):
2. Fondasi Dinding Geser (LIFT) 10.a, 10.c dan 10.d

- a. Tulangan *Poer*
 - Tulangan Tekan Arah-X dan Arah-Y = D 25 – 180 mm
 - Tulangan Tarik Arah-X dan Arah-Y = D 25 – 180 mm
- b. Tulangan Tiang Bor
 - Tulangan Longitudinal = 8 D 25
 - Tulangan Geser Spiral = 2 D 16-150 mm
 - Tulangan Stek = 8 D 25
 - Lewatan Tulangan Stek = 450 mm

3. Fondasi Dinding Geser (LIFT) 10.b

- a. Tulangan *Poer*

- Tulangan Tekan Arah-X dan Arah-Y = D 25 – 180 mm
- Tulangan Tarik Arah-X dan Arah-Y = D 25 – 180 mm
- b. Tulangan Tiang Bor
 - Tulangan Longitudinal = 9 D 25
 - Tulangan Geser Spiral = 2 D 16-150 mm
 - Tulangan Stek = 9 D 25
 - Lewatan Tulangan Stek = 450 mm

4. Fondasi Tangga

- a. Tulangan *Poer*
 - Tulangan Tekan Arah-X dan Arah-Y = D 19 – 130 mm
 - Tulangan Tarik Arah-X dan Arah-Y = D 19 – 130 mm
- b. Tulangan Tiang Bor
 - Tulangan Longitudinal = 5 D 19
 - Tulangan Geser Spiral = 2 D 13-150 mm
 - Tulangan Stek = 5 D 19
 - Lewatan Tulangan Stek = 300 mm

TABEL 27
Rekapitulasi Perencanaan Dimensi Fondasi Kolom

Letak	No. Titik	Jenis Fondasi	Kepala Tiang (b × h × t)	Diameter Tiang	Panjang Tiang
			(m)	(mm)	(mm)
Tengah Kanan	73	Kelompok Tiang Bor	(3 × 3 × 1,1)	600	11000
Tengah Kiri	49	Kelompok Tiang Bor	(3 × 3 × 1,1)	600	11000
Sudut	41	Kelompok Tiang Bor	(3 × 3 × 1,1)	600	11000
Tepi Kanan	173	Kelompok Tiang Bor	(3 × 3 × 1,1)	600	11000
Tepi Kiri	45	Kelompok Tiang Bor	(3 × 3 × 1,1)	600	11000
Tepi Atas	213	Kelompok Tiang Bor	(3 × 3 × 1,1)	600	11000
Tepi Bawah	37	Kelompok Tiang Bor	(3 × 3 × 1,1)	600	11000
Tangga Darurat	451	Kelompok Tiang Bor	(3 × 3 × 1,1)	600	11000

Sumber : Hasil Analisis

TABEL 28
Rekapitulasi Perencanaan Dimensi Fondasi Dinding Geser dan Tangga

Letak	Nomor Titik	Jenis Fondasi	Kepala Tiang/ <i>Poer</i> (b × h × t)	Diameter Tiang	Panjang Tiang
			(m)	(mm)	(mm)
Tangga Kiri	9.a	Tiang Bor Tunggal	(0,60 × 0,60 × 0,50)	300	6000
Tangga Kiri	9.b	Tiang Bor Tunggal	(0,60 × 0,60 × 0,50)	300	6000
Dinding <i>LIFT</i> Kiri	10.a	Kelompok Tiang Bor	(1,30 × 1,30 × 0,80)	650	11000
Dinding <i>LIFT</i> Kiri	10.b	Kelompok Tiang Bor	(1,50 × 1,50 × 0,80)	650	11000
Dinding <i>LIFT</i> Kiri	10.c	Kelompok Tiang Bor	(1,30 × 1,30 × 0,80)	650	11000
Dinding <i>LIFT</i> Kiri 10.d	10.d	Kelompok Tiang Bor	(1,30 × 1,30 × 0,80)	750	11000

Sumber : Hasil Analisis

U. Panjang Penyaluran, Sambungan Lewatan dan Kait

1. Panjang Penyaluran Tulangan

a. Komponen Balok

- Diameter Tulangan ($d_b = 32$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{dh} = 480,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{dc} = 450,00$ mm
- Diameter Tulangan ($d_b = 29$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{dh} = 430,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{dc} = 410,00$ mm
- Diameter Tulangan ($d_b = 25$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{dh} = 430,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{dc} = 410,00$ mm

b. Komponen Kolom

- Diameter Tulangan ($d_b = 32$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{dh} = 480,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{dc} = 450,00$ mm
- Diameter Tulangan ($d_b = 29$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{dh} = 430,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{dc} = 410,00$ mm
- Diameter Tulangan ($d_b = 25$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{dh} = 430,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{dc} = 410,00$ mm

2. Sambungan Lewatan Tulangan

a. Komponen Balok

- Diameter Tulangan ($d_b = 32$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{st} = 650,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{sc} = 960,00$ mm
- Diameter Tulangan ($d_b = 29$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{st} = 600,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{sc} = 870,00$ mm
- Diameter Tulangan ($d_b = 25$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{st} = 490,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{sc} = 750,00$ mm

b. Komponen Kolom

- Diameter Tulangan ($d_b = 32$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{st} = 650,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{sc} = 960,00$ mm
- Diameter Tulangan ($d_b = 29$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{st} = 600,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{sc} = 870,00$ mm
- Diameter Tulangan ($d_b = 25$ mm)
- Kondisi Tarik, $l_{st} = 490,00$ mm
- Kondisi Tekan, $l_{sc} = 750,00$ mm

3. Kait Tulangan

a. Kait pada Panjang Penyaluran Tulangan

1) Diameter Sisi Dalam Bengkokan (Kait 180°)

- Bengkokan untuk ($d_b = 32$ mm)
 $8d_b = 256,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 29$ mm)
 $8d_b = 232,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 25$ mm)
 $6d_b = 150,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 19$ mm)
 $6d_b = 114,00$ mm

2) Panjang Perpanjangan Lurus Tulangan (Kait 180°)

- untuk ($d_b = 32$ mm)
 $l_{ext} = 130,00$ mm
- untuk ($d_b = 29$ mm)
 $l_{ext} = 120,00$ mm
- untuk ($d_b = 25$ mm)
 $l_{ext} = 100,00$ mm
- untuk ($d_b = 19$ mm)
 $l_{ext} = 80,00$ mm

3) Diameter Sisi Dalam Bengkokan (Kait 90°)

- Bengkokan untuk ($d_b = 32$ mm)
 $8d_b = 256,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 29$ mm)
 $8d_b = 232,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 25$ mm)
 $6d_b = 150,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 19$ mm)
 $6d_b = 114,00$ mm

4) Panjang Perpanjangan Lurus Tulangan (Kait 90°)

- untuk ($d_b = 32$ mm)
 $l_{ext} = 390,00$ mm
- untuk ($d_b = 29$ mm)
 $l_{ext} = 350,00$ mm
- untuk ($d_b = 25$ mm)
 $l_{ext} = 300,00$ mm
- untuk ($d_b = 19$ mm)
 $l_{ext} = 230,00$ mm

b. Kait pada Tulangan Sengkok dan Ikat Silang

1) Diameter Sisi Dalam Bengkokan (Kait 135°)

- Bengkokan untuk ($d_b = 16$ mm)
 $4d_b = 64,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 13$ mm)
 $4d_b = 55,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 10$ mm)
 $4d_b = 40,00$ mm

2) Panjang Perpanjangan Lurus Tulangan (Kait 135°)

- untuk ($d_b = 16$ mm)
 $l_{ext} = 100,00$ mm
- untuk ($d_b = 13$ mm)
 $l_{ext} = 80,00$ mm
- untuk ($d_b = 10$ mm)
 $l_{ext} = 75,00$ mm

3) Diameter Sisi Dalam Bengkokan (Kait 90°)

- Bengkokan untuk ($d_b = 16$ mm)
 $4d_b = 64,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 13$ mm)
 $4d_b = 55,00$ mm
- Bengkokan untuk ($d_b = 10$ mm)
 $4d_b = 40,00$ mm

4) Panjang Perpanjangan Lurus Tulangan (Kait 90°)

- untuk ($d_b = 16$ mm)
 $l_{ext} = 100,00$ mm

- untuk ($d_b = 13 \text{ mm}$)
 $l_{\text{ext}} = 80,00 \text{ mm}$
- untuk ($d_b = 10 \text{ mm}$)
 $l_{\text{ext}} = 75,00 \text{ mm}$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur gedung yang menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRMPK), diperoleh kesimpulan :

1. Perencanaan Dimensi Balok

a. Lantai 2

- Balok Utama (BU.1)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 750,00 mm × 950,00 mm
- Balok Utama Kantilever (BU.K1)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 750,00 mm × 950,00 mm
- Balok Anak (BA)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Anak Kantilever (BA.K)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Tangga (BT)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 300,00 mm × 500,00 mm

b. Lantai 3

- Balok Utama (BU.1)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 750,00 mm × 950,00 mm
- Balok Utama Kantilever (BU.K1)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 750,00 mm × 950,00 mm
- Balok Anak (BA)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Anak Kantilever (BA.K)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Tangga (BT)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 300,00 mm × 500,00 mm

c. Lantai 4

- Balok Utama (BU.1)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 750,00 mm × 950,00 mm
- Balok Utama Kantilever (BU.K1)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 750,00 mm × 950,00 mm
- Balok Anak (BA)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm

- Balok Anak Kantilever (BA.K)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Tangga (BT)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 300,00 mm × 500,00 mm

d. Lantai 5

- Balok Utama (BU.2)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 650,00 mm × 800,00 mm
- Balok Utama Kantilever (BU.K2)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 650,00 mm × 800,00 mm
- Balok Anak (BA)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Anak Kantilever (BA.K)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Tangga (BT)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 300,00 mm × 500,00 mm

e. Lantai 6

- Balok Utama (BU.2)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 650,00 mm × 800,00 mm
- Balok Utama Kantilever (BU.K2)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 650,00 mm × 800,00 mm
- Balok Anak (BA)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Anak Kantilever (BA.K)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Tangga (BT)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 300,00 mm × 500,00 mm

f. Lantai 7

- Balok Utama (BU.2)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 650,00 mm × 800,00 mm
- Balok Utama Kantilever (BU.K2)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 650,00 mm × 800,00 mm
- Balok Anak (BA)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Anak Kantilever (BA.K)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- Balok Tangga (BT)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 300,00 mm × 500,00 mm

g. Lantai Atap

- Balok Utama (BU.2)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 650,00 mm × 800,00 mm
- Balok Utama Kantilever (BU.K2)

- Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 650,00 mm × 800,00 mm
 - Balok Anak (BA)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
 - Balok Anak Kantilever (BA.K)
 - Bentang = 1,20 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
 - Balok Tangga (BT)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 300,00 mm × 500,00 mm
- h. Lantai *Shaft*
- Balok Utama (BU.2)
 - Bentang = 6,00 m dan 3,00 m
 - Dimensi = 650,00 mm × 800,00 mm
 - Balok Anak (BA)
 - Bentang = 3,00 m
 - Dimensi = 250,00 mm × 400,00 mm
- 2. Perencanaan Bentang dan Dimensi Kolom**
- a. Lantai 1
- Elevasi = ±0,00 m sampai dengan +4,00 m
 - Kolom K1 = 850,00 mm × 1000,00 mm
- b. Lantai 2
- Elevasi = 4,00 m sampai dengan +8,50 m
 - Kolom K1 = 850,00 mm × 1000,00 mm
- c. Lantai 3
- Elevasi = 8,50 m sampai dengan +13,00 m
 - Kolom K1 = 850,00 mm × 1000,00 mm
- d. Lantai 4
- Elevasi = 13,00 m sampai dengan +18,00 m
 - Kolom K1 = 750,00 mm × 900,00 mm
- e. Lantai 5
- Elevasi = 18,00 m sampai dengan +22,50 m
 - Kolom K2 = 750,00 mm × 850,00 mm
- f. Lantai 6
- Elevasi = 22,50 m sampai dengan +27,00 m
 - Kolom K3 = 650,00 mm × 750,00 mm
- g. Lantai 7
- Elevasi = 27,00 m sampai dengan +31,50 m
 - Kolom K3 = 650,00 mm × 750,00 mm
- h. Lantai Atap
- Elevasi = 31,50 m sampai dengan +34,50 m
 - Kolom K3 = 650,00 mm × 750,00 mm
- 3. Perencanaan Tebal Pelat**
- a. Tebal Pelat Lantai Kerja = 140,00 mm
- b. Tebal Pelat Lantai Atap = 140,00 mm
- c. Tebal Pelat Tangga = 150,00 mm
- d. Tebal Pelat Bordes Tangga = 150,00 mm
- 4. Perencanaan Dinding Geser**
- Dinding Geser yang direncanakan berbentuk persegi panjang dan mempunyai fungsi sebagai pengangkut (*Lift*) dengan dimensi sebagai berikut :
- a. Dinding Geser Kiri
- Tinggi = 34500,00 mm
 - Tebal = 300,00 mm
- b. Dinding Geser Tengah
- Tinggi = 34500,00 mm
 - Tebal = 300,00 mm
- c. Dinding Geser Kanan
- Tinggi = 3500,00 mm
 - Tebal = 300,00 mm
- 5. Perencanaan Fondasi**
- Perencanaan fondasi menggunakan jenis fondasi dalam yaitu fondasi tiang bor tunggal dengan kedalaman 6,00 m dan fondasi kelompok tiang bor dengan kedalaman 12,00 m.
- 6. Pemeriksaan Ketidakberaturan Struktur**
- Ketidakberaturan struktur yang dialami oleh struktur bangunan sebagai berikut:
- a. Ketidakberaturan Struktur Horizontal :
- Ketidakberaturan Torsi Tipe 1a.
- b. Ketidakberaturan Struktur Vertikal : Tidak ada
- 7. Langkah Perbaikan Ketidakberaturan Struktur**
- Bangunan yang mengalami ketidakberaturan horizontal telah dilakukan langkah-langkah perbaikan tambahan untuk keamanan struktur bangunan tersebut.
- 8. Pemeriksaan SRPMK**
- Komponen struktur yang direncanakan telah memenuhi persyaratan "*Strong Column Weak Beam*" dalam SRPMK.
- 9. Perencanaan Pembesian**
- Perencanaan Pembesian yang direncanakan pada komponen struktur telah direncanakan mampu untuk menahan gaya-gaya yang bekerja dimana kapasitas kekuatan nominal telah melebihi gaya ultimit yang terjadi sehingga telah memenuhi syarat desain kekuatan yaitu :
- Momen Nominal Desain ($\phi.M_n$)
Momen Ultimit (M_u)
 - Gaya Geser Nominal Desain ($\phi.V_n$) > Gaya Geser Ultimit (V_u)
 - Gaya Aksial Nominal ($\phi.P_n$) > Gaya Aksial Ultimit (P_u)
- B. Saran**
1. Sebelum merencanakan geometrik dan dimensi komponen struktur, sebaiknya dilakukan terlebih dahulu uji pendahuluan, dimana uji pendahuluan dilakukan sebagai evaluasi geometrik dan dimensi komponen struktur terhadap persyaratan perencanaan yang berlaku di Indonesia.
 2. Perencanaan struktur bangunan harus sesuai dengan pedoman perencanaan yang berlaku, dimana pedoman yang digunakan adalah pedoman perencanaan terbaru dan sudah dinyatakan berlaku oleh pemerintah.

KUTIPAN

- [1] Badan Standardisasi Nasional. 2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2019. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.

- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, SNI 1726:2019. Jakarta : Standar Nasional Indonesia
- [3] Badan Standardisasi Nasional. 2020. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. 2017. Baja Tulangan Beton, SNI 2052:2017. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [5] Badan Standardisasi Nasional. 2017. Persyaratan Perancangan Geoteknik, SNI 8640:2017. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [6] Setiawan, Agus. 2016. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Erlangga. Jakarta.