



Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Rumah Susun 4 Lantai Di Kota Manado

Christafael A. Pinontoan^{#a}, Ronny E. Pandaleke^{#b}, Banu D. Handono^{#c}, Marthin D. J. Sumajouw^{#d}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^af.pinontoan05@gmail.com, ^bronny_pandaleke@yahoo.com, ^cbanu2h@unsrat.ac.id, ^ddody_sumajouw@yahoo.com

Abstrak

Peningkatan kebutuhan hunian bagi aparat sipil negara di Sulawesi Utara mendorong pembangunan rumah susun yang aman, nyaman, dan sesuai standar. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan struktur beton bertulang gedung rumah susun 4 lantai di Kota Manado dengan mempertimbangkan beban vertikal dan horizontal, terutama pengaruh gempa bumi, mengingat wilayah Indonesia berada di zona aktif seismik. Metode perencanaan mengacu pada standar SNI 2847:2019 untuk desain beton struktural, SNI 1726:2019 untuk ketahanan gempa, dan SNI 1727:2020 untuk beban minimum struktur. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), yang didesain untuk memiliki daktilitas tinggi dalam menghadapi beban gempa. Perencanaan dilakukan pada elemen struktur utama seperti balok, kolom, pelat, dan sambungan balok-kolom. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS v21.0.0 dan Microsoft Excel. Struktur gedung bertingkat yang direncanakan adalah konstruksi beton bertulang yang terdiri dari 4 lantai kerja dengan panjang bangunan = 44.25 meter, lebar = 16.1 m, tinggi = 16,3 m. Letak bangunan berada di Kota Manado, Sulawesi Utara. Struktur termasuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) "D". Hasil perencanaan menunjukkan bahwa struktur yang dirancang memenuhi semua persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas terhadap beban gravitasi maupun beban gempa sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bentuk panduan teknis perencanaan struktur gedung tahan gempa untuk bangunan rumah susun bertingkat di wilayah seismik tinggi.

Kata kunci: perencanaan struktur, gedung rumah susun, beton bertulang, SRPMK, ETABS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Seiring meningkatnya kebutuhan akan hunian bagi aparat sipil negara, khususnya bagi instansi Kejaksaan Tinggi Sulawesi Utara, sehingga mendorong pembangunan rumah susun. Menurut UU No. 20 Tahun 2011 tentang Rumah Susun, rumah susun adalah bangunan gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan yang terbagi dalam bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional, baik dalam arah horizontal maupun vertikal dan merupakan satuan-satuan yang masing-masing dapat dimiliki dan digunakan secara terpisah, terutama untuk tempat hunian yang dilengkapi dengan bagian bersama, benda bersama, dan tanah bersama. Dengan demikian pembangunan rumah susun diperlukan untuk dapat mengakomodasi kebutuhan tempat tinggal yang layak, nyaman dan aman bagi keluarga. Serta dapat menunjang dalam melaksanakan tugas sebagai pejabat atau aparat sipil negara. Perencanaan struktur beton bertulang pada gedung rumah susun ini sangat penting dalam menjamin stabilitas dan keamanan bangunan. Beton bertulang merupakan material utama yang dipilih karena mempunyai sifat kuat tarik baja dan kuat tekan beton. Oleh karena itu, struktur beton bertulang yang akan direncanakan harus mampu menahan beban hidup, beban mati dan beban mati tambahan sesuai dengan SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Namun, permasalahan yang harus dihadapi dalam merencanakan gedung bertingkat adalah

gempa bumi. Pada konstruksi struktur beton bertulang pada bangunan gedung bertingkat memiliki resiko keruntuhan yang besar apabila terjadi gempa bumi. Indonesia merupakan negara yang memiliki resiko gempa yang tinggi dimana letak geografis Indonesia dikelilingi oleh cincin api pasifik atau *Ring of Fire*. Sehingga mengharuskan perencana untuk membuat desain yang aman dan akurat agar mencegah dan meminimalisir kerusakan yang terjadi. Oleh karena itu, perencanaan struktur beton bertulang Gedung rumah susun 4 lantai ini harus dilakukan sesuai dengan kriteria-kriteria perencanaan dan persyaratan-persyaratan sesuai dengan standar yang berlaku.

1.2 Rumusan Masalah

Berlandaskan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang akan dibahas tentang bagaimana merencanakan struktur bangunan bertingkat banyak dengan material beton bertulang yang mampu menahan beban horizontal dan beban vertikal serta memiliki ketahanan terhadap gempa yang dapat memenuhi persyaratan keamanan dan kenyamanan dan peraturan-peraturan yang berlaku sesuai dengan standar nasional yang ada di Indonesia.

1.3 Batasan Perencanaan

1. Struktur bangunan yang ditinjau adalah bangunan gedung rumah susun 4 lantai dengan konstruksi beton bertulang.
2. Aspek yang di tinjau yaitu perencanaan elemen struktur atas yaitu balok, kolom, plat, dan hubungan balok-kolom.
3. Perencanaan elemen struktur beton bertulang menggunakan analisis yang mengacu pada SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
4. 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.
5. Perencanaan beban minimum berdasarkan pada pedoman perencanaan SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
6. Beban-beban yang ditinjau yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
7. Perencanaan sistem struktur menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) berdasarkan pemilihan tipe struktur sesuai pedoman perencanaan.
8. Perencanaan gedung hanya mencakup analisis struktur dan desain komponen struktur dan tidak mencakup manajemen konstruksi, metode pelaksanaan, dan arsitektural.
9. Perencanaan ini tidak mencakup perencanaan pondasi
10. Analisa struktur dihitung menggunakan Aplikasi ETABS versi 21.0.0 dan bantuan software Microsoft Excel

1.4 Tujuan Perencanaan

Tujuan perencanaan ini adalah untuk merencanakan struktur Gedung bertingkat yang mampu menahan dan mendistribusi secara efisien beban-beban yang bekerja. Serta mendapatkan dimensi dan detail penulangan elemen struktur beton bertulang yang sesuai dengan syarat dan kriteria desain juga mampu menjamin keselamatan struktural berdasarkan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku.

1.5 Manfaat Perencanaan

1. Dapat memberikan informasi dan referensi untuk mendesain dan merencanakan struktur gedung bertingkat dengan konstruksi beton bertulang yang tahan gempa.
2. Dapat menambah pengetahuan mengenai penggunaan software ETABS dalam merencanakan dan menganalisa struktur bangunan tiga dimensi.

2. Metode Perencanaan

Sebelum perencanaan dimulai, dilakukan pengumpulan data. Data awal yang didapatkan adalah sebagai berikut:

2.1. Data Struktur

Fungsi bangunan	: Tempat tinggal	
Jumlah lantai	: 4 Lantai	
Tinggi struktur	: 16.5 m	
Tinggi lantai	: Lantai dasar ke lantai 1	(3.60 m)
	Lantai 1 ke lantai 2	(3.60 m)
	Lantai 2 ke lantai 3	(3.40 m)
	Lantai 3 ke lantai 4	(3.40 m)
	Lantai 4 ke lantai Dak Atap	(2.50 m)
Panjang bentang	: Arah memanjang	(44.25 m)
	Arah melintang	(16.10 m)

2.2. Data Material

Beton

Mutu beton (f_c')	= 25 MPa
Berat jenis	= 24 kN/m ³
Modulus elastisitas	= 23500 MPa
Angka poison (ν)	= 0.2

Baja

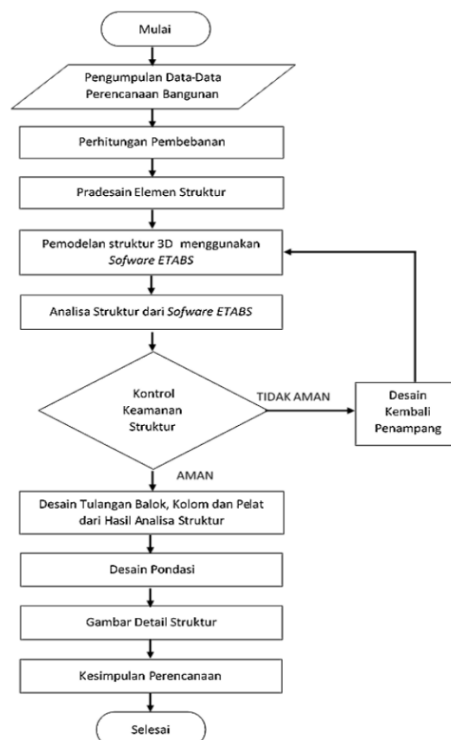
Mutu Baja Tulangan Utama (f_y)	= 420 MPa (BjTS 420A)
Modulus elastisitas	= 200000 MPa
Mutu Baja Tulangan Sengkang (f_{ys})	= 280 MPa (BjTP 280)

2.3. Data Beban

Struktur direncanakan untuk memikul beban mati, beban hidup dan beban gempa. Beban-beban yang telah ditentukan akan dihitung dengan kombinasi pembebanan sebagaimana yang diatur dalam SNI.

2.4. Bagan Alir Perencanaan

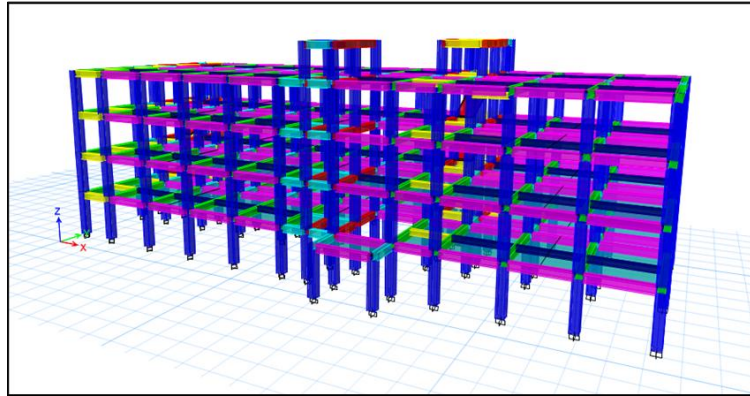
Prosedur perencanaan rumah susun dalam penelitian ini mengikuti Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemodelan Struktur 3D



Gambar 2. Geometri Struktur 3D

3.2. Pembebanan

A. Beban Mati

- Berat sendiri elemen struktur (*Dead Load*) yang ditentukan oleh program (*program determine*) sesuai dengan perencanaan elemen yang digunakan
- Berat beton bertulang = 24 kN/m^3
- Beban tambahan (*Superimposed Dead Load*) = $2,727 \text{ kN/m}^2$

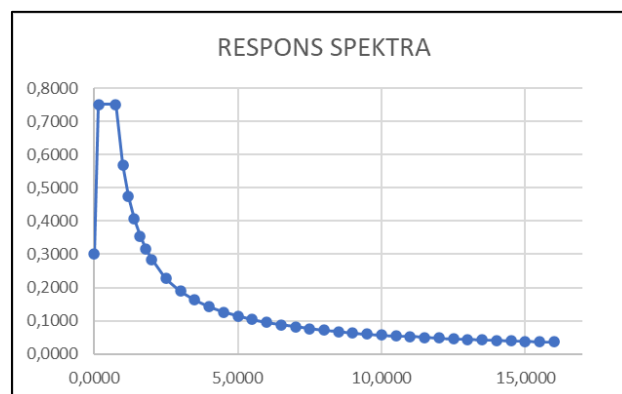
B. Beban Hidup

- Ruang Publik = $4,79 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Pribadi (Kamar) = $1,92 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Pengelola = $1,92 \text{ kN/m}^2$
- Lobby dan Koridor = 4.79 kN/m^2
- Lantai Dak = $0,92 \text{ kN/m}^2$

C. Beban Gempa

Data beban gempa diambil berdasarkan lokasi rencana yakni Kota Manado, dengan metode analisis gempa dinamik respon spektrum, yang mengacu pada SNI 1726:2019. Parameter-parameter yang akan digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

- S_s = 1.0408 g
- S_1 = 0.465 g
- Kategori risiko = II
- Faktor keutamaan gempa (I_e) = 1.0
- Kelas situs = tanah sedang (SD)
- S_{DS} = 0.7518 g
- S_{D1} = 0.5689 g
- Kategori desain seismik = D
- Sistem struktur = SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)



Gambar 3. Kurva Respon Spektrum Gempa Rencana

D. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan untuk struktur atas yang digunakan adalah kombinasi beban terfaktor dan beban layan (*Load And Resistance Faktor Design, LRFD*), Kombinasi pembebanan untuk struktur bawah yang digunakan adalah kombinasi beban untuk metode tegangan izin (*Allowable Stress Design, ASD*) berdasarkan SNI 1726:2019.

3.3 Pradesain Elemen Struktur

Dimensi awal yang akan digunakan dalam pemodelan struktur sebagai berikut.

- Balok Utama Arah X = 35 × 50 cm
- Balok Utama Arah Y = 35 × 50 cm
- Balok Anak = 25 × 40 cm
- Kolom = 55 × 55 cm
- Tebal Pelat = 12 cm

3.4 Kontrol Persyaratan Desain Seismik

A. Kontrol Partisipasi Massa Ragam

Hasil analisis menggunakan ETABS dilakukan hingga mode ke-15 untuk mencapai nilai partisipasi massa mendekati 100%. Berdasarkan hasil tersebut, arah X dan arah Y pada mode ke-14 telah memenuhi syarat partisipasi massa minimum sebesar 100%.

B. Kontrol Gaya Geser Dasar (Base Shear)

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4, Apabila kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang dari 100 % dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_t , dimana V adalah gaya geser dasar statik ekuivalen dan V_t adalah gaya geser dasar yang didapatkan dari hasil analisis kombinasi ragam.

Tabel 1. Kontrol Gaya Geser Dasar (*Base Shear*)

Arah	Base Shear		Kontrol	
	Statik (V)	Dinamik (V_t)	$(V/V_t) \cdot 100\%$	
X	1755,87	1755,87	100%	OK
Y	1755,87	1755,87	100%	OK

Hasil kontrol menunjukkan bahwa nilai V/V_t pada arah X dan Y sama-sama mencapai 100%, sehingga respons dinamik memenuhi syarat minimal 100% terhadap hasil respons ragam pertama.

C. Kontrol Simpangan Antar Tingkat

Tabel 2. Simpangan Arah X dan Y

Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δ_{ex}	δ_{ey}	δ_{ex}	δ_{ey}		Δ_x	Δ_y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		
5	16,999	21,411	1,234	4,152	2500	6,787	22,836	38,462	OK
4	15,765	17,259	2,823	3,227	3400	15,527	17,749	52,308	OK
3	12,942	14,032	4,382	4,867	3400	24,101	26,769	52,308	OK
2	8,56	9,165	5,103	5,533	3400	28,067	30,432	52,308	OK
1	3,457	3,632	3,457	3,632	3600	19,014	19,976	55,385	OK

Berdasarkan Tabel 2 hubungan simpangan antar tingkat, nilai inelastic drift pada setiap lantai, baik arah X maupun Y, berada di bawah batas drift limit yang diizinkan sesuai SNI 1726:2019.

D. Kontrol Pengaruh P-delta

Tabel 3. Kontrol Pengaruh P-delta Arah X

Story	ΔX	Story Forces		h	Koefisien Stabilitas	Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Kontrol
		P	V_x					
	(mm)	(kN)	(kN)	(mm)	θ_X			
5	6,787	259,62	102,908	2500	0,0012	0.1	0.091	OK
4	15,527	6534,28	1025,337	3400	0,0053	0.1	0.091	OK
3	24,101	15590,94	1802,174	3400	0,0111	0.1	0.091	OK
2	28,067	24914,57	2338,155	3400	0,0160	0.1	0.091	OK
1	19,014	34034,57	2585,846	3600	0,0126	0.1	0.091	OK

Tabel 4. Kontrol Pengaruh P-delta Arah Y

Story	ΔY	Story Forces		h	Koefisien Stabilitas	Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Kontrol
		P	V_y					
	(mm)	(kN)	(kN)	(mm)	θ_Y			
5	22,836	259,62	110,854	2500	0,0039	0.1	0.091	OK
4	17,749	6534,28	1061,882	3400	0,0058	0.1	0.091	OK
3	26,769	15590,94	1844,791	3400	0,0121	0.1	0.091	OK
2	30,432	24914,57	2380,726	3400	0,0170	0.1	0.091	OK
1	19,976	34034,57	2627,900	3600	0,0131	0.1	0.091	OK

Hasil kontrol pengaruh P-Delta ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4 untuk arah X dan Y. Nilai koefisien stabilitas yang diperoleh pada tiap lantai masih berada di bawah batas stabilitas struktur (θ_{max}) sebesar 0,02, sesuai ketentuan SNI 1726:2019. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh efek P-Delta terhadap kestabilan struktur relatif kecil dan tidak signifikan mempengaruhi perilaku lateral bangunan. Dengan demikian, struktur dapat dikategorikan stabil terhadap pengaruh gaya aksial akibat perpindahan lateral, baik pada arah X maupun arah Y.

E. Kontrol Ketidakberaturan Struktur

Kontrol ketidakberaturan horizontal dilakukan untuk memeriksa kestabilan struktur terhadap torsi yang dapat memicu konsentrasi deformasi berlebih pada tingkat lantai tertentu. Berdasarkan hasil evaluasi, arah X dan Y tidak mengalami ketidakberaturan torsi di semua lantai karena rasio simpangan maksimum terhadap simpangan rata-rata pada setiap tingkat masih kurang dari 1,2.

Tabel 5. Kontrol Ketidakberaturan Torsi Arah X dan Y

Kontrol Ketidakberaturan Torsi Arah X						
Story	dmax	davg	1,2davg	1,4davg	Rasio	Kontrol
	mm	mm	mm	mm		
Lantai Dak	0,883	0,813	0,976	1,138	1,086	OK
Lantai Dak	2,122	2,031	2,437	2,843	1,045	OK
Lantai 4	3,074	3,023	3,628	4,232	1,017	OK
Lantai 3	3,539	3,49	4,188	4,886	1,014	OK
Lantai 2	2,373	2,268	2,722	3,175	1,046	OK

Tabel 6. Kontrol Ketidakberaturan Torsi Arah X dan Y

Kontrol Ketidakberaturan Torsi Arah Y						
Story	dmax	davg	1,2davg	1,4davg	Rasio	Kontrol
	mm	mm	mm	mm		
Lantai Dak	0,909	0,877	1,052	1,228	1,036	OK
Lantai Dak	2,551	2,196	2,635	3,074	1,162	OK
Lantai 4	3,674	3,188	3,826	4,463	1,152	OK
Lantai 3	4,077	3,572	4,286	5,001	1,141	OK
Lantai 2	2,634	2,361	2,833	3,305	1,116	OK

3.5 Perencanaan Tulangan Elemen Struktur

Berdasarkan gaya-gaya dalam yang diperoleh dari analisis menggunakan program, direncanakan penulangan elemen-elemen struktur sebagai berikut.

A. Penulangan Balok

Tabel 7. Rekapitulasi Tulangan Balok

Story	Nama	Tulangan Longitudinal					
		Tumpuan			Lapangan		
	Balok	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan
Dak	B3 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B4 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B5 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
Dak	B1 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B2 35/50	4 S 16	2 S 16	4 S 16	2 S 16	4 S 16	2 S 16
	B3 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B4 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B5 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	BA1 25/40	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	BA2 25/40	2 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16
4	B1 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B2 35/50	5 S 16	3 S 16	4 S 16	2 S 16	5 S 16	3 S 16
	B3 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B4 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B5 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	BA1 25/40	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	BA2 25/40	2 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16
3	B1 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B2 35/50	5 S 16	3 S 16	4 S 16	2 S 16	5 S 16	3 S 16
	B3 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B4 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B5 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	BA1 25/40	3 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	BA2 25/40	2 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16	2 S 16
2	B1 35/50	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16	3 S 16	2 S 16
	B2 35/50	5 S 16	3 S 16	4 S 16	2 S 16	5 S 16	3 S 16

B3 35/50	3	S	16	2	S	16	3	S	16	2	S	16
B4 35/50	3	S	16	2	S	16	3	S	16	2	S	16
B5 35/50	3	S	16	2	S	16	3	S	16	2	S	16
BA1 25/40	3	S	16	2	S	16	2	S	16	2	S	16
BA2 25/40	2	S	16	2	S	16	2	S	16	2	S	16

Tabel 8. Rekapitulasi Tulangan Transversal Balok

Story	Nama	Tulangan Transversal			
	Balok	Tumpuan		Lapangan	
Dak	B3 35/50	2	S	13	- 90
	B4 35/50	2	S	13	- 90
	B5 35/50	2	S	13	- 90
Dak	B1 35/50	3	S	13	- 90
	B2 35/50	3	S	13	- 90
	B3 35/50	3	S	13	- 90
	B4 35/50	3	S	13	- 90
	B5 35/50	3	S	13	- 90
	BA1 25/40	3	S	13	- 80
	BA2 25/40	2	S	13	- 80
4	B1 35/50	3	S	13	- 90
	B2 35/50	2	S	13	- 90
	B3 35/50	3	S	13	- 90
	B4 35/50	3	S	13	- 90
	B5 35/50	3	S	13	- 90
	BA1 25/40	3	S	13	- 80
	BA2 25/40	2	S	13	- 80
3	B1 35/50	3	S	13	- 90
	B2 35/50	2	S	13	- 90
	B3 35/50	3	S	13	- 90
	B4 35/50	3	S	13	- 90
	B5 35/50	3	S	13	- 90
	BA1 25/40	3	S	13	- 80
	BA2 25/40	2	S	13	- 80
2	B1 35/50	3	S	13	- 90
	B2 35/50	2	S	13	- 90
	B3 35/50	3	S	13	- 90
	B4 35/50	3	S	13	- 90
	B5 35/50	3	S	13	- 90
	BA1 25/40	3	S	13	- 80
	BA2 25/40	2	S	13	- 80

B. Penulangan Kolom

Dengan dimensi kolom menerus 550 x 550, direncanakan tulangan kolom dengan tipe tipikal.

Tabel 9. Rekapitulasi Tulangan Longitudinal Kolom & Transversal Kolom

Kesimpulan Penulangan Kolom				
K Lt. 1	K Lt. 2	K Lt. 3	K Lt. 4	K Lt. Atap
Tulangan Longitudinal				
16S16	16S16	16S16	16S16	16S16
Tulangan Transversal/Senggang				
2S13-95	2S13-95	2S13-95	2S13-95	2S13-95

C. Penulangan Pelat

Balok dianalisis berdasarkan masing-masing kondisi, sehingga menghasilkan gaya-gaya dan tulangan yang bervariasi. Berikut hasil rekapitulasi penulangan balok.

Tabel 10. Rekapitulasi Tulangan Pelat Lantai Arah X

Lajur	Area	Tulangan Pokok Pasang	Tulangan Susut Pasang
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai Dak)			P10-200
Dak 2	Lapangan	φ10 - 300 mm	
Dak 2	Tumpuan	φ10 - 300 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai Dak)			
Dak 2	Lapangan	φ10 - 300 mm	
Dak 2	Tumpuan	φ10 - 300 mm	
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai Dak)			
Dak	Lapangan	φ10 - 300 mm	
Dak	Tumpuan	φ10 - 300 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai Dak)			
Dak	Lapangan	φ13 - 250 mm	
Dak	Tumpuan	φ13 - 250 mm	
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai 4)			
4	Lapangan	φ13 - 250 mm	
4	Tumpuan	φ13 - 250 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai 4)			
4	Lapangan	φ13 - 250 mm	
4	Tumpuan	φ13 - 250 mm	
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai 3)			
3	Lapangan	φ13 - 250 mm	
3	Tumpuan	φ13 - 250 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai 3)			
3	Lapangan	φ13 - 250 mm	
3	Tumpuan	φ13 - 250 mm	
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai 2)			
2	Lapangan	φ13 - 200 mm	
2	Tumpuan	φ13 - 200 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai 2)			

2	Lapangan	$\phi 13 - 200 \text{ mm}$	
2	Tumpuan	$\phi 13 - 200 \text{ mm}$	

Tabel 11. Rekapitulasi Tulangan Pelat Lantai Arah X

Lajur	Area	Tulangan Pokok Pasang	Tulangan Susut Pasang
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai Dak)			P10-200
Dak 2	Lapangan	φ10 - 300 mm	
Dak 2	Tumpuan	φ10 - 300 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai Dak)			
Dak 2	Lapangan	φ10 - 300 mm	
Dak 2	Tumpuan	φ10 - 300 mm	
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai Dak)			
Dak	Lapangan	φ10 - 300 mm	
Dak	Tumpuan	φ10 - 300 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai Dak)			
Dak	Lapangan	φ10 - 300 mm	
Dak	Tumpuan	φ10 - 300 mm	
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai 4)			
4	Lapangan	φ13 - 250 mm	
4	Tumpuan	φ13 - 250 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai 4)			
4	Lapangan	φ13 - 250 mm	
4	Tumpuan	φ13 - 250 mm	
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai 3)			
3	Lapangan	φ13 - 250 mm	
3	Tumpuan	φ13 - 250 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai 3)			
3	Lapangan	φ13 - 250 mm	
3	Tumpuan	φ13 - 250 mm	
a) Lajur Kolom (Pelat Lantai 2)			
2	Lapangan	φ13 - 200 mm	
2	Tumpuan	φ13 - 200 mm	
b) Lajur Tengah (Pelat Lantai 2)			
2	Lapangan	φ13 - 200 mm	
2	Tumpuan	φ13 - 200 mm	

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur rumah susun empat lantai yang berlokasi di Ibu Kota Manado dengan menerapkan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perencanaan dimensi struktur diperoleh balok utama 35 x 50 cm, balok anak 25 x 40 cm, kolom 55 cm × 55 cm, pelat lantai 12cm, pelat tangga dan bordes 15cm.

2. Struktur gedung tidak mengalami ketidakberaturan horizontal dan vertical
3. Elemen struktur yang direncanakan telah memenuhi syarat “Strong Column Weak Beam” dalam Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai SNI 2847:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan, yaitu hubungan balok dan kolom (joint) memenuhi kondisi $\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$, hal ini menunjukkan bahwa kuat lentur nominal kolom lebih besar dari kuat lentur nominal balok.
4. Tulangan serta elemen struktur yang dirancang telah memenuhi kemampuan untuk menahan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan, dengan memenuhi ketentuan bahwa Kekuatan Rencana harus lebih besar atau sama dengan Kekuatan Perlu, sebagaimana yang dipersyaratkan dalam SNI 2847:2019

5. Saran

1. Dalam melakukan perencanaan struktur Gedung sebaiknya harus memperhatikan pedoman atau standar-standar perencanaan yang ada dan yang terkini agar supaya hasil dari perencanaan dapat memenuhi standar keamanan dan hasil perencanaan bisa mendapatkan hasil yang efisien dan ekonomis
2. Seiring perkembangan zaman disarankan dalam perencanaan selanjutnya dapat lebih banyak melibatkan peran dari teknologi berupa aplikasi-aplikasi yang dapat di kombinasikan dengan perhitungan manual yang dilakukan agar dapat memastikan hasil dari perencanaan yang lebih valid dan akurat, sehingga bangunan dapat terhindar dari resiko keruntuhan.
3. Dalam perencanaan struktur sebaiknya dilakukan pemodelan awal dalam hal ini meliputi tata letak elemen struktur, dimensi balok, kolom, serta pelat yang digunakan. Misalnya dimensi elemen kolom yang bervariasi ataupun menggunakan bentuk kolom yang berbeda seperti kolom L. dengan adanya pemodelan awal yang tepat sistem struktur yang direncanakan menahan gaya-gaya yang bekerja namun tetap efisien dan ekonomis.

Referensi

- Badan Standarisasi Nasional. (2017). Baja Tulangan Beton, SNI 2052:2017. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, SNI 2847:2019. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, SNI 2847:2019. Jakarta.
- PuSGeN, Kementerian PUPR , 2021, Spektrum Respons Desain Indonesia 2021, Diakses pada 5 November 2024, dari <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>.
- Lesmana, Yudha (2020). Handbook Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2019, Nas Media Pustaka, Makassar.
- Tavio, & Wijaya, U. (2019). Buku Panduan Desain Struktur Beton Bertulang Dasar. Surabaya dan Jakarta: Deepublish.
- Laily, Rivaldo, Sumajouw, M.D.J., Wallah, S.E. (2020). Perencanaan Gedung Training Center Konstruksi Beton Bertulang 4 Lantai Di Kota Manado, Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.8 Agustus 2019 (1095-1106) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Berry Koloy, I. R. (2023). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung 4 Lantai. Manado.
- Liando, F. D., Dapas, S.O., Wallah, S.E. (2020). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai, Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.4 Juli 2020 (471-482) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Fuzairi, S. A., Sumajouw, M. D. J., & Pandaleke, R. E. (2023). Perencanaan ulang struktur bangunan gedung asrama 5 lantai di Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara. Jurnal TEKNO, 22(1), 15–23. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno/article/view/47447>
- Rerung, Sandea, Wallah, S.E., Pandaleke, R.E. (2022). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Rumah Sakit 7 Lantai, Jurnal Tekno Vol.20 No.82 Desember 2022 ISSN: 0215-9617. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Lamia, N.W.M.T., Pandaleke, R. E., Handono, B.D. (2020). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Denah Bangunan Berbentuk "L", Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.4 Juli 2020 (519-532) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi, Manado.