



Perencanaan Ulang Struktur Bangunan Gedung Asrama 5 Lantai Di Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara

Steward A. Fuzairi^{#a}, Marthin D. J. Sumajouw^{#b}, Ronny E. Pandaleke^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^astewardantoni@gmail.com, ^bdody_sumajouw@yahoo.com, ^cronny_pandaleke@yahoo.com

Abstrak

Suatu bangunan harus direncanakan dengan teliti untuk mendapatkan komponen elemen struktur yang tahan gempa sehingga tidak terjadi keruntuhan. Apalagi mengingat wilayah Indonesia yang berada dalam *Pacific Ring of Fire* yang rentan terjadi gempa. Perencanaan gedung dalam tugas akhir ini hanya untuk struktur atas. Gedung yang direncanakan adalah Gedung Asrama Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara yang berlokasi di Desa Tenga, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. Berdasarkan hasil SPT (*Standard Penetration Test*), diketahui bahwa gedung akan dibangun diatas tanah dengan kondisi tanah sedang (Kelas Situs SD). Dan berdasarkan Kategori Desain Seismik, gedung termasuk dalam Kategori Desain Seismik D. Perhitungan struktur pada gedung ini akan direncanakan dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Perhitungan pembebanan akan mengacu pada SNI 1727:2020. Perhitungan beban gempa akan dianalisis menggunakan metode analisis ragam respon spektrum yang mengacu pada SNI 1726:2019. Perencanaan komponen struktur akan mengacu pada SNI 2847:2019. Dan pemodelan serta analisis struktur akan menggunakan *software* ETABS V.18.1.1. Dari hasil analisis struktur dengan metode SRPMK, diperoleh dimensi kolom 50 x 70 cm, balok induk 1 40 x 60 cm, balok induk 2 35 x 50 cm, balok anak 30 x 45 cm, balok kantilever 40 x 60 cm, balok praktis 20 x 25 cm, dan tebal pelat lantai 12 cm. Berdasarkan hasil analisis, desain dan kontrol terhadap struktur bangunan sudah aman dan memenuhi persyaratan.

Kata kunci - perencanaan struktur bangunan, ETABS, beton bertulang, SRPMK

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan pembangunan di Indonesia, semakin banyak bangunan bertingkat yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan manusia. Bangunan bertingkat dibangun sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi keterbatasan lahan pembangunan yang dikarenakan banyaknya pembangunan untuk kebutuhan manusia seperti pembangunan perkantoran, rumah sakit, sekolah, mall, hotel, dan lain-lain.

Konstruksi bangunan bertingkat diawali dengan perencanaan struktur yang tepat agar dapat menghasilkan gedung yang kuat, aman, nyaman, dan ekonomis. Dalam perencanaan suatu gedung bertingkat, keamanan merupakan faktor utama yang harus diperhatikan. Gaya aksial maupun lateral seperti gaya gempa harus diperhitungkan agar struktur bangunan memiliki ketahanan terhadap gaya-gaya tersebut sehingga tidak terjadi keruntuhan, apalagi mengingat bahwa Indonesia berada dalam *Pacific Ring of Fire* yang berakibat bisa terjadinya gempa tektonik kapan saja.

Dalam memaksimalkan potensi dan meningkatkan standar dari program studinya, Politeknik Pelayaran Sulawesi Utara melaksanakan berbagai pembangunan sarana dan prasarana

termasuk pembangunan gedung Asrama 5 Lantai yang akan dibangun tahun ini. Sebelumnya sudah pernah dilakukan perencanaan struktur terhadap gedung ini pada tahun 2016, tetapi data perencanaan struktur tahun itu sudah tidak ada dan hanya tersisa denah arsitektur. Sehingga harus dilakukan perencanaan struktur ulang agar pembangunan dapat dilaksanakan.

Berdasarkan uraian singkat diatas, maka penulis tertarik untuk merencanakan elemen struktur gedung ini yang memenuhi persyaratan berdasarkan peraturan yang ada dalam Standar Nasional Indonesia (SNI).

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini ada hal-hal yang bisa dijadikan tinjauan sebagai rumusan masalah yaitu: “Bagaimana merencanakan bangunan bertingkat yang tahan gempa sesuai dengan peraturan atau standar (SNI) yang telah ditetapkan?”

1.3. Batasan Masalah

Agar penyusunan tugas akhir ini dapat terarah dan terencana maka penulis membuat beberapa batasan masalah dibawah ini.

1. Struktur bangunan yang direncanakan adalah bangunan gedung asrama 5 lantai dengan konstruksi beton bertulang.
2. Aspek yang ditinjau yaitu perencanaan tulangan elemen struktur atas meliputi balok, kolom, pelat, dan hubungan balok-kolom.
3. Perencanaan elemen struktur bangunan menggunakan metode analisis yang mengacu pada *SNI 2847:2019* tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan
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. Pembebanan minimum akan mengacu pada Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (*SNI 1727:2020*).
6. Beban-beban yang akan ditinjau adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
7. Data tulangan baja berdasarkan *SNI 2052:2017* tentang Baja Tulangan Beton.
8. Pondasi diasumsikan mampu menahan bangunan diatasnya.
9. Perencanaan bangunan hanya untuk struktur atas.

1.4. Tujuan Perencanaan

Tujuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah merencanakan dan menganalisa elemen struktur beton bertulang yang tahan gempa sesuai dengan peraturan *SNI 2847:2019* dan *SNI 1726:2019*.

1.5. Manfaat Perencanaan

Manfaat yang dapat diambil dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi dan referensi untuk merencanakan struktur bangunan beton bertulang yang tahan gempa.
2. Mengembangkan pengetahuan mengenai penggunaan *software* ETABS v18.1.1.

2. Metodologi Perencanaan

2.1. Pedoman Perencanaan

Dalam perencanaan ini, pedoman perencanaan yang akan digunakan adalah:

1. *SNI 2847:2019*, mengenai persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.
2. *SNI 1726:2019*, mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

3. SNI 1727-2020, mengenai beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain.
4. SNI 2052:2017, mengenai baja tulangan beton.

2.2. Data Perencanaan

A. Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan untuk bangunan berada di Desa Tenga, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara.

B. Data Bangunan

Fungsi Gedung	: Gedung Asrama
Jumlah Lantai	: 5 Lantai Kerja
Tinggi Bangunan	: 18,375 m
Jarat antar Lantai	: 3,675 m
Panjang Bangunan	: Arah Memanjang (40,50 m) Arah Melintang (20,40 m)
Struktur Bangunan	: Bangunan Beton Bertulang

C. Data Material

1. Spesifikasi Material Beton

- a. Mutu Beton (f'_c) = 25 Mpa
- b. Berat Jenis = 2400 kg/m³
- c. Modulus Elastisitas beton (E_c) = $4700 \sqrt{f'_c}$
= 23500 MPa
- d. Angka poisson = 0.2

2. Spesifikasi Material Baja

- a. Mutu Baja Tulangan Utama (f_y) = 420 MPa (BJTS 420A)
- b. Mutu Baja Tulangan Sengkang (f_{ys}) = 280 MPa (BJTP 280)
- c. Modulus Elastisitas Baja = 200000 Mpa

D. Data Beban

Data beban yang bekerja pada bangunan merupakan beban sebagai gaya luar yang bekerja pada struktur bangunan. Dimana beban-beban pada struktur gedung dapat terdiri dari beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, beban air dan beban khusus lainnya (Liando, 2020). Data beban yang akan dipakai dalam perencanaan adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban-beban tersebut kemudian dikombinasikan sesuai dengan kombinasi yang ada dalam SNI 1726:2019.

1. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian–penyelesaian, mesin – mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu. (Palit, 2016).

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu bangunan, dan di dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah ('moveable equipment'), mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan dan dapat diganti selama masa hidup dari bangunan itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap bangunan tersebut. (Laily, 2019).

3. Beban Gempa

Beban gempa adalah beban dalam arah horizontal dari struktur yang ditimbulkan oleh adanya gerakan tanah akibat gempa bumi, baik dalam arah vertikal maupun horizontal. (Rerung, 2022)

4. Kombinasi Beban

Suatu struktur yang dirancang harus mampu memikul beban-beban yang telah dikombinasikan atau beban terfaktor menurut tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan

gedung dan non gedung (SNI 1726:2019) dan Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020). (Lamia, 2020)

E. *Data Tanah*

Berdasarkan hasil pengujian tanah SPT (*Standard Penetration Test*) di lokasi perencanaan bangunan, diperoleh jenis tanah sedang (Kelas Situs SD) berdasarkan syarat pedoman perencanaan untuk $15 > N-SPT > 50$.

F. *Perencanaan Sistem Struktur Bangunan*

Sistem struktur bangunan yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Pemilihan sistem struktur ini berdasarkan Kategori Desain Seismik yang telah diperoleh dari uji pendahuluan yang telah dilakukan yaitu bangunan termasuk dalam KDS D. Wilayah yang masuk dalam KDS D adalah wilayah dengan tingkat risiko gempa yang tinggi sehingga bangunan yang dirancang dapat menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Struktur SRPMK adalah desain struktur beton bertulang yang memiliki tingkat daktilitas tinggi (Honarto, 2019).

G. *Pradesain Struktur*

Pradesain elemen struktur adalah tahap awal untuk memperkirakan dimensi elemen struktur yang akan digunakan, meliputi dimensi balok, pelat, dan kolom. Dimensi inilah yang akan digunakan dalam pemodelan struktur dengan *software* ETABS.

H. *Pemodelan Struktur*

Pemodelan struktur adalah tahap dimana kita memodelkan geometri struktur yang direncanakan dalam *software* ETABS. Selanjutnya diinput data-data material, penampang, dan beban yang direncanakan untuk selanjutnya dianalisis sehingga mendapatkan gaya dalam yang bekerja pada struktur.

I. *Analisa Struktur*

Analisa struktur akan dilakukan dengan bantuan *Software* ETABS dan akan diperoleh *ouput* gaya dalam berupa momen, gaya geser, dan gaya aksial. Gaya-gaya dalam inilah yang akan digunakan untuk mendesain tulangan elemen struktur.

J. *Kontrol Keamanan Struktur*

Tahap ini dilakukan setelah analisa struktur. Hasil analisa dari *software* ETABS harus dikontrol sesuai dengan persyaratan dalam pedoman perencanaan yang digunakan.

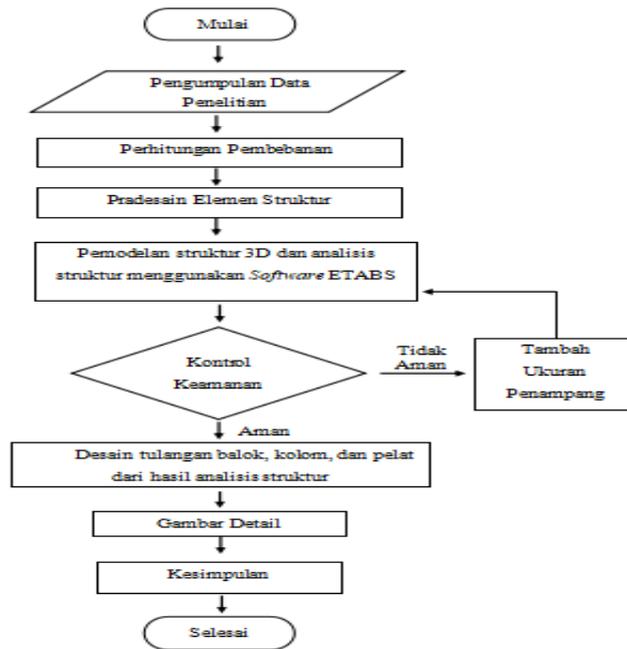
K. *Perencanaan Penulangan Elemen Struktur*

Pada tahap ini, gaya-gaya dalam dari hasil analisis struktur yang telah didapat, digunakan untuk merencanakan tulangan pada elemen struktur. Gaya dalam yang digunakan pada tiap elemen adalah gaya dalam yang terbesar, sehingga elemen lain sudah dianggap terwakili. Perencanaan penulangan akan dikerjakan dengan perhitungan manual menggunakan bantuan *Microsoft Excel*.

L. *Gambar Rencana Struktur*

Gambar Rencana dibuat berdasarkan hasil perencanaan yang telah dianalisa dan dihitung. Gambar rencana tersebut dibuat dengan bantuan *software* Autocad. Gambar rencana yang dibuat meliputi gambar denah, gambar struktur atas, dan gambar detail penulangan.

Adapun langkah-langkah perencanaan struktur beton bertulang tahan gempa untuk sistem struktur portal yang telah dijelaskan diatas dapat disusun dalam diagram alir pada Gambar 1.

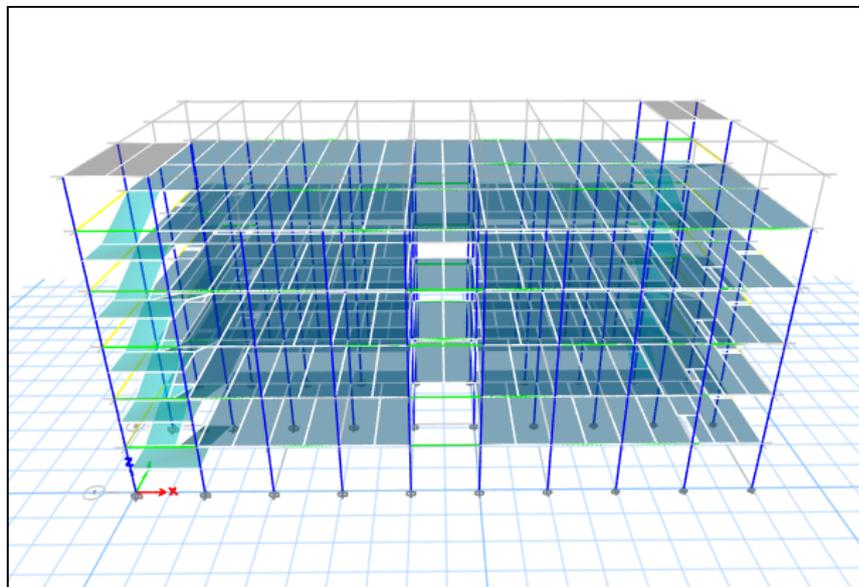


Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemodelan Struktur 3D

Pemodelan struktur 3D dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan Struktur 3D Bangunan

3.2. Pembebanan

1. Beban Mati

- Beton bertulang = 24 kN/m³
- Beban Mati Tambahan = 1,2 kN/m²

2. Beban Hidup

- Kamar = 1,92 kN/m²

- Kamar Mandi = 2,87 kN/m²
- Koridor = 4,79 kN/m²
- Atap Datar = 0,96 kN/m²
- Tangga = 4,79 kN/m²

3. Beban Gempa

Beban gempa menggunakan analisa dinamik ragam respon spektrum yang parameter-parameternya telah dihitung berdasarkan SNI 1726:2019.

4. Kombinasi Beban

Kombinasi dari beban-beban tersebut yang telah sesuai dengan pedoman perencanaan kemudian diinput ke dalam *software* ETABS untuk dilakukan analisis.

3.3. Pradesain Elemen Struktur

1. Dimensi Awal Balok

- Balok Utama (B1) = 40 cm x 60 cm
- Balok Utama (B2) = 35 cm x 50 cm
- Balok Anak (BA) = 30 cm x 45 cm
- Balok Kantilever (BK) = 40 cm x 60 cm
- Balok Praktis (BP) = 20 cm x 25 cm

2. Dimensi Awal Kolom

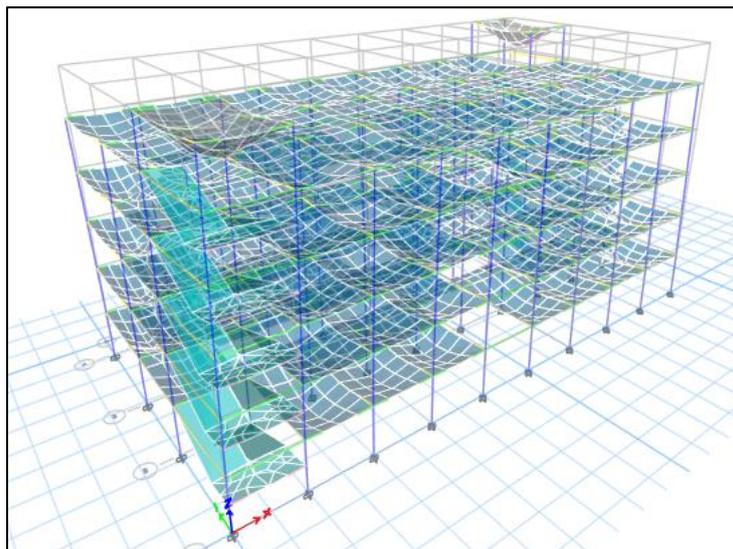
- Kolom (K) = 55 cm x 55 cm

3. Dimensi Awal Pelat

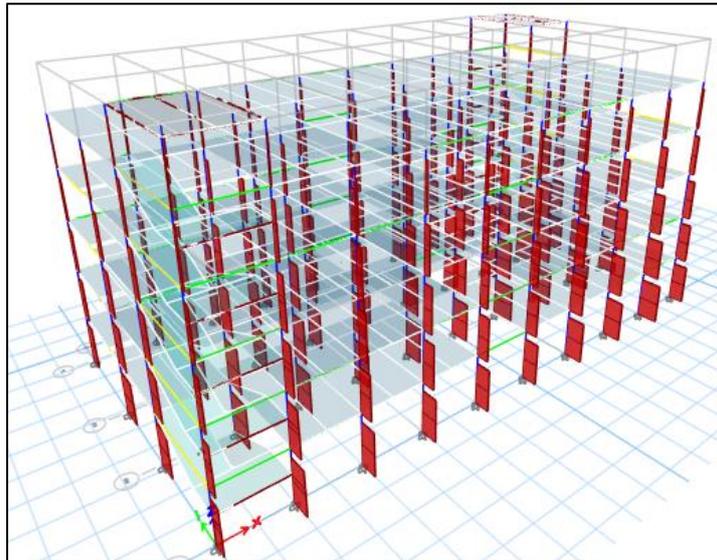
- Tebal Pelat Lantai = 12 cm
- Tebal Pelat Atap = 12 cm
- Tebal Pelat Tangga = 12 cm
- Tebal Pelat Penutup Tangga = 10 cm

3.4. Hasil Analisis

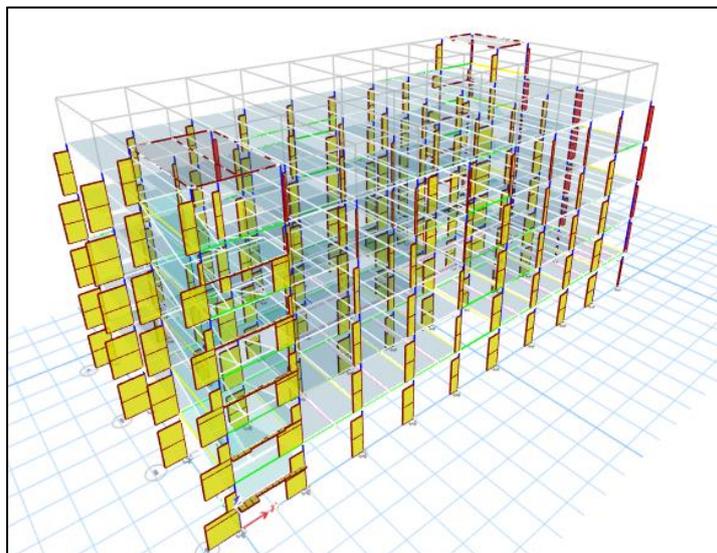
Hasil analisis program berdasarkan data-data yang ada dapat dilihat pada gambar-gambar berikut:



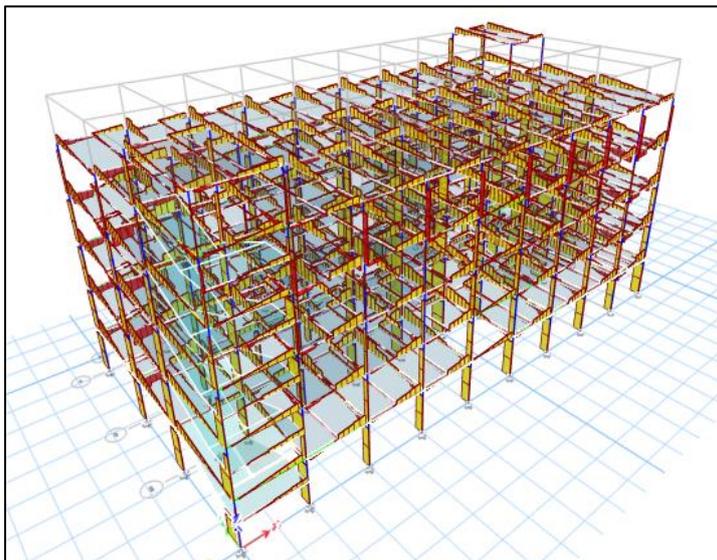
Gambar 3. Deformasi Bangunan



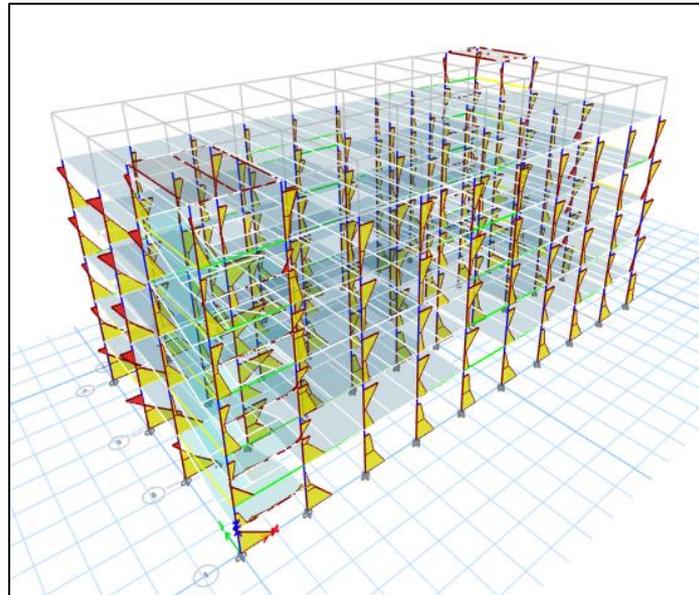
Gambar 4. Bidang Gaya Dalam Akibat Beban Aksial Maksimum



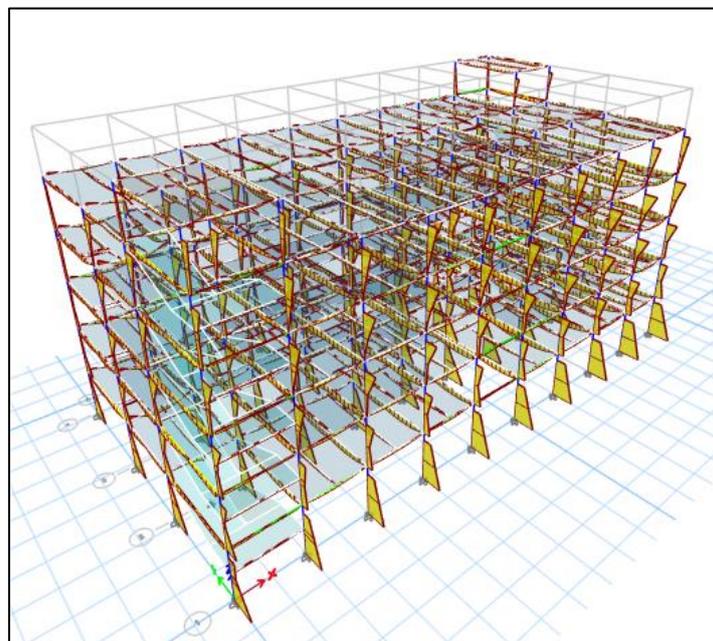
Gambar 5. Bidang Gaya Dalam Akibat Gaya Geser Maksimum Arah X



Gambar 6. Bidang Gaya Dalam Akibat Gaya Geser Maksimum Arah Y



Gambar 7. Bidang Gaya Dalam Akibat Momen Maksimum Arah X



Gambar 8. Bidang Gaya Dalam Akibat Momen Maksimum Arah Y

3.5. Perencanaan Penulangan

A. Perencanaan Tulangan Balok

Perencanaan tulangan balok meliputi tulangan lentur, tulangan transversal, dan tulangan torsi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Penulangan Balok. (Hasil Analisis, 2023)

Lantai	Nama Balok	Tarik	Tekan	Torsi	Sengkang	
					Tumpuan	Lapangan
Penutup Tangga	B1	4S16	2S16	2S13	2P10-200	2P10-250
	B2	4S13	2S13	2S13	2P10-200	2P10-250
	BA1	3S13	2S13	2S13	2P10-200	2P10-250
Lantai Atap	B1	4S19	2S19	2S13	2P10-150	2P10-200

Lantai	Nama Balok	Tarik	Tekan	Torsi	Senggang	
					Tumpuan	Lapangan
	B2	4S16	2S16	2S13	2P10-150	2P10-200
	BA1	4S13	2S13	2S13	2P10-150	2P10-200
Lantai 5	B1	8S19	4S19	2S13	2P10-150	2P10-200
	B2	8S16	4S16	2S16	3P12-150	3P12-200
	BA1	4S16	2S16	2S13	2P10-100	2P10-150
	BK	4S19	2S19	2S13	2P10-150	2P10-200
	BP	2S16	2S16	-	2P10-50	2P10-90
	B1	8S19	4S19	2S13	2P10-150	2P10-200
Lantai 4	B2	8S16	4S16	2S16	3P12-150	3P12-200
	BA1	6S16	3S16	2S16	3P12-100	3P12-150
	BK	4S19	2S19	2S13	2P10-150	2P10-200
	BP	2S16	2S16	-	2P10-50	2P10-90
	B1	8S19	4S19	2S13	2P10-150	2P10-200
Lantai 3	B2	8S19	4S19	2S16	3P12-150	3P12-200
	BA1	6S16	3S16	2S16	3P12-100	3P12-150
	BK	4S19	2S19	2S13	2P10-150	2P10-200
	BP	2S16	2S16	-	2P10-50	2P10-90
	B1	8S19	4S19	2S13	2P10-150	2P10-200
Lantai 2	B2	8S19	4S19	2S16	3P12-150	3P12-200
	BA1	4S16	2S16	2S13	2P10-100	2P10-150
	BK	4S19	2S19	2S13	2P10-150	2P10-200
	BP	2S16	2S16	-	2P10-50	2P10-90
	B1	8S19	4S19	2S13	2P10-150	2P10-200

B. Perencanaan Tulangan Kolom

● Kolom K (50 cm x 70 cm) Lantai 1

Tulangan Longitudinal = 18S22

Tulangan Transversal

- Daerah l_0 = 70 cm
- Tumpuan/ Daerah l_0 = 8S13-100 mm
- Lapangan/ Diluar l_0 = 8S13-100 mm

● Kolom K (50 cm x 70 cm) Lantai 2-5

Tulangan Longitudinal = 4S22 + 10S16

Tulangan Transversal

- Daerah l_0 = 70 cm
- Tumpuan/ Daerah l_0 = 6S13-100 mm
- Lapangan/ Diluar l_0 = 6S13-100 mm

C. Perencanaan Tulangan Pelat

Perencanaan tulangan pelat meliputi tulangan lentur dan tulangan susut yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Penulangan Pelat. (Hasil Analisis, 2023)

Nama Pelat	Tebal Pelat (mm)	Tulangan Yang Digunakan	
		Lentur	Susut
Pelat Lantai 2-5	120	S13-100 mm	P10-450 mm

Nama Pelat	Tebal Pelat (mm)	Tulangan Yang Digunakan	
		Lentur	Susut
Pelat Atap	120	S13-200 mm	P10-450 mm
Pelat Bordes	120	S10-100 mm	P10-450 mm
Pelat Tangga	120	S10-200 mm	P10-450 mm
Penutup Tangga	100	S10-400 mm	P10-450 mm

4. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang dapat ditarik dari keseluruhan hasil perencanaan dan analisis terhadap struktur gedung ini:

1. Struktur yang direncanakan sudah terkontrol aman terhadap ketidakberaturan dan persyaratan yang ada dalam pedoman perencanaan.
2. Komponen Struktur yang direncanakan telah memenuhi persyaratan “*Strong Column Weak Beam*” dalam metode SRPMK.
3. Berdasarkan diagram interaksi kolom, dapat dilihat bahwa kapasitaskekuatan kolom masih jauh lebih besar daripada gaya yang bekerja pada kolom, padahal rasio tulangan kolom sudah mencapai batas minimal sehingga tidak bisa dilakukan reduksi tulangan lagi.
4. Perencanaan penulangan komponen struktur sudah mampu untuk menahan gaya-gaya yang bekerja pada struktur, dimana kapasitas kekuatan nominal lebih besar dari gaya dalam maksimum sehingga telah memenuhi syarat desain kekuatan.

5. Saran

Beberapa saran yang dapat penulis berikan dari perencanaan ini adalah:

1. Sebaiknya dimensi kolom didesain berbeda untuk tiap lantai agar perencanaan dapat lebih ekonomis.
2. Dapat juga didesain dengan menggunakan dinding geser untuk mengurangi ukuran penampang yang digunakan.

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727:2020. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *Baja Tulangan Beton*, SNI 2052-2017. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2019. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2019. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Liando, F. J., Dapas, S. O., Wallah, S. E. (2020). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai*. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 471-482.
- Palit, C. M., Pangouw, J. D., & Pandaleke, R. E. (2016). *Perencanaan Struktur Gedung Hotel Jalan Martadinata Manado*. *Jurnal Sipil Statik*, 4(4), 263-270.
- Laily, Rivaldo., Sumajouw, M. D. J., Wallah, S. E. (2019). *Perencanaan Gedung Training Center Konstruksi Beton Bertulang 4 Lantai di kota Manado*. *Jurnal Sipil Statik*, 7(8), 1095-1106.
- Rerung, Sandea, Wallah, S. E., Pandaleke, R. E. (2022). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Rumah Sakit 7 Lantai Di Kota Manado*. *Jurnal Sipil Statik*, 20(82).
- Lamia, N. W. M., Pandaleke, R. E., & Handono, B. D. (2020). *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Denah Bangunan Berbentuk “L”*. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 519–532
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/29899>
- Honarto, R. J., Handono, B. D., Pandaleke, R. E. (2019). *Perencanaan Bangunan Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Di Kota Manado*. *Jurnal Sipil Statik*, 7(2), 201-208.