



Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung 4 Lantai Di Kota Manado Dengan Menggunakan SNI 2847:2019 Dan SNI 1726:2019

Deamilenda B. Lolowang^{#a}, Servie O. Dapas^{#b} Ronny E. Pandaleke^{#c}

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

Abstrak

Pembangunan suatu gedung bertingkat memerlukan perencanaan yang matang, agar selama masa penggunaannya, gedung tersebut aman terhadap semua beban yang bekerja. Dikarenakan wilayah Indonesia berada pada wilayah rawan gempa, maka perlu direncanakan gedung yang aman terhadap gempa. Perencanaan suatu gedung beton bertulang tahan gempa di Indonesia, harus mengacu pada SNI 2847:2019, yaitu tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung dan SNI 1726:2019, yaitu tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung, serta SNI 1727:2020 yaitu tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung. Gedung yang direncanakan merupakan gedung 4 lantai, dengan panjang 40 m, lebar 28 m, dan tinggi 16,5 m, yang terletak di Kota Manado, Sulawesi Utara. Kategori desain seismik termasuk dalam kategori “D” dan direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Komponen struktur yang direncanakan terdiri dari komponen struktur atas yaitu balok, kolom, dan pelat. Pemodelan dan analisis struktur menggunakan *Software ETABS Ultimate V.20.0.0*. Berdasarkan desain dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh struktur gedung yang telah memenuhi persyaratan keamanan. Persyaratan perencanaan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus juga telah terpenuhi.

Kata kunci: Perencanaan Struktur Gedung, Beton Bertulang, SRPMK, ETABS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pembangunan di berbagai sektor, di dalamnya termasuk sektor konstruksi, semakin berkembang. Terlihat dengan adanya pembangunan sarana dan pra-sarana seperti jalan tol, pelabuhan, dermaga, dan bangunan bertingkat dengan fungsi yang beragam. Pembangunan ini juga terjadi di Kota Manado, yang merupakan Ibu Kota Provinsi Sulawesi Utara. Terdapat banyak gedung bertingkat yang sudah dan sementara dibangun. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pembangunan sarana dan pra-sarana dengan mengoptimalkan ketersediaan lahan di kota ini.

Dalam pembangunan suatu gedung bertingkat, diperlukan dahulu perencanaan yang matang, agar selama masa penggunaannya, gedung tersebut aman terhadap semua beban yang bekerja. Dikarenakan wilayah Indonesia berada pada wilayah rawan gempa, maka perlu direncanakan gedung yang aman terhadap gempa.

Perencanaan suatu gedung beton bertulang tahan gempa di Indonesia, harus mengacu pada SNI 2847:2019, yaitu tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, yang adalah revisi dari SNI 2847:2013, dan SNI 1726:2019, yaitu tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung, yang adalah revisi dari SNI 1726:2012. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penulis akan merencanakan komponen struktur, yang dalam hal ini merupakan struktur beton bertulang gedung empat lantai, dengan mematuhi standar yang berlaku dan tetap mempertimbangkan keefisienannya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah yang akan dibahas yaitu bagaimana merencanakan elemen struktur beton bertulang yang tahan gempa sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia, yakni SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019.

1.3. Batasan Perencanaan

Untuk memperoleh tulisan tugas akhir yang terarah dan terencana, penulis membuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Struktur bangunan yang ditinjau adalah bangunan 4 lantai dengan konstruksi beton bertulang
2. Perencanaan elemen struktur atas meliputi balok, kolom, pelat lantai, dan hubungan balok-kolom. Sedangkan untuk elemen struktur bawah tidak direncanakan.
3. Hubungan balok dan kolom merupakan sambungan kaku (*Rigid*)
4. Analisa perhitungan akibat gaya gempa menggunakan metode analisis response spektrum berdasarkan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.
5. Perencanaan elemen struktur bangunan menggunakan analisis yang mengacu pada SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
6. Perencanaan beban minimum berdasarkan SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
7. Perencanaan bangunan hanya mencakup analisa dan desain komponen struktur, dan tidak mencakup manajemen konstruksi, metode pelaksanaan dan arsitektural.
8. Analisa struktur menggunakan bantuan *software ETABS V.20.0.0*.
9. Perencanaan Penulangan dilakukan dengan perhitungan manual berdasarkan hasil analisa struktur dengan bantuan *Microsoft Excel*.
10. Penggambaran gambar kerja menggunakan *software AutoCAD 2019* sesuai dengan pedoman perencanaan

1.4. Tujuan Perencanaan

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memperoleh dimensi dan penulangan komponen struktur beton bertulang pada bangunan berlantai 4 sesuai dengan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019

1.5. Manfaat Perencanaan

Penulisan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis untuk belajar merencanakan struktur bangunan bertingkat yang tahan gempa sesuai dengan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019, serta kiranya dapat memberikan informasi dan referensi dalam perencanaan struktur bangunan bertingkat yang tahan gempa selanjutnya.

2. Metodologi Perencanaan

2.1. Pedoman Perencanaan

Dalam perencanaan ini, pedoman perencanaan yang akan digunakan sebagai persyaratan adalah:

1. SNI 2847:2019, mengenai persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
2. SNI 1726:2019, mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung.
3. SNI 1727:2020, mengenai beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.

2.2. Data Perencanaan

A. Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan terletak di Jalan Piere Tendean, Kelurahan Sario Utara, Kecamatan Sario, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara.

B. Data Bangunan

Nama Bangunan	: Gedung Mall Pelayanan Publik
Jumlah Lantai	: 4 Lantai
Tinggi Bangunan	: 16,5 m
Jarak antar Lantai	: 4 m, 5 m, 3,5 m
Panjang Bangunan	: 40 m (Arah x)
Lebar Bangunan	: 28 m (Arah y)
Struktur 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) : $4700\sqrt{f'c}$
2. Spesifikasi Material Baja
 - a. Mutu Baja Tulangan Utama (f_y) : 420 MPa
 - b. Mutu Baja Tulangan Sengkang (f_{ys}) : 280 MPa
 - c. Modulus Elastisitas Baja : 200000 MPa

D. Data Beban

Data beban sebagai gaya luar yang bekerja pada struktur bangunan, dimana data beban yang akan dipakai dalam perencanaan adalah beban mati, beban hidup yang diambil sebesar luasan per (m²) yang ditinjau berdasarkan fungsi bangunan yang akan direncanakan, diambil berdasarkan SNI 1727-2020 dan Beban gempa, mengacu pada SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non gedung. Selanjutnya bangunan dirancang mampu menahan beban yang telah dikombinasikan sesuai SNI 1726-2019.

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

Berdasarkan persyaratan untuk melakukan desain penampang beton bertulang yang direncanakan untuk memikul beban gempa, sistem struktur penahan gaya gempa lateral dan vertikal harus ditentukan berdasarkan Kategori Desain Seismik (KDS) dimana berdasarkan landasan teori Sub bab 2.5.4, tipe kelas situs harus ditetapkan sesuai dengan Jenis Tanah di lokasi perencanaan, berdasarkan data uji boring dan hasil perhitungan diperoleh tahanan penetrasi standar rata-rata sebesar kurang dari 50 maka jenis tanah yaitu tanah sedang, yang termasuk dalam KDS "D". Maka untuk struktur yang terletak pada daerah/wilayah dengan tingkat risiko gempa yang tinggi dikategorikan sebagai KDS D, E, dan F, harus di desain dengan Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sehingga dalam perencanaan Sistem yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dimana harus di desain dan diberi pendetailan struktur yang cukup untuk menahan beban gempa bumi dengan persyaratan yang ditentukan dalam Pedoman Perencanaan untuk SRPMK.

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 dilakukan dengan bantuan *Software ETABS* dan akan diperoleh output berupa momen lentur pada balok, gaya geser, serta gaya aksial yang terjadi, dan kemudian digunakan untuk perhitungan gaya-gaya dalam untuk perencanaan dimensi struktur dan tulangan beton bertulang. Nilai momen dan gaya terbesar pada elemen struktur tertentu yang sama dimensinya akan digunakan dalam perencanaan, sedangkan elemen lain dengan momen yang lebih kecil dianggap telah terwakili.

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.

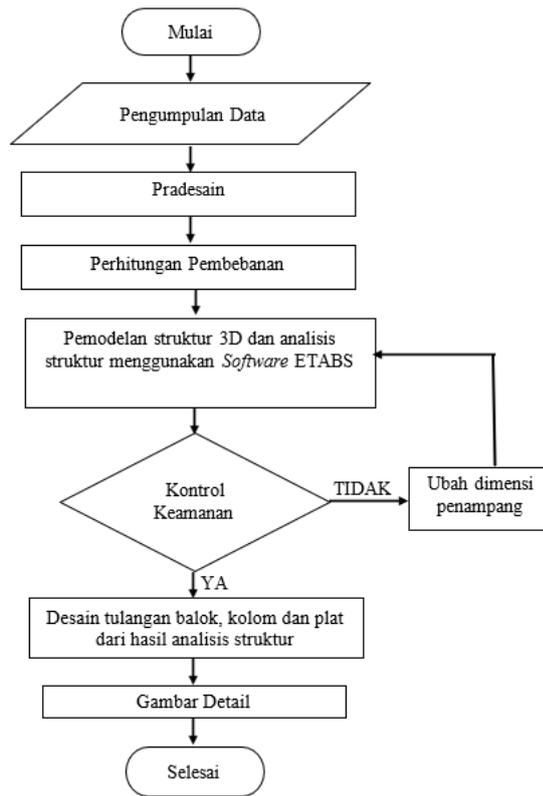
K. Perencanaan Penulangan Elemen Struktur

Setelah gaya-gaya dalam yang didapat dari hasil analisis struktur berupa momen lentur, gaya geser dan gaya aksial didapat dari tahap analisis struktur, tahap selanjutnya merencanakan tulangan pada elemen struktur balok, kolom, pelat, dan tangga. Perhitungan penulangan struktur mengacu pada pedoman perencanaan dengan memperhatikan persyaratan-persyaratan penulangan pada balok, kolom dan pelat menggunakan data-data analisis struktur dari *output Software ETABS*. Untuk desain tulangan dikerjakan dengan cara perhitungan manual dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* perhitungan mengacu pada persyaratan elemen struktur yang digunakan, dimana pada perencanaan ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

L. Gambar Rencana Struktur

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

Berdasarkan langkah perencanaan yang ada, prosedur perencanaan digambarkan dalam bagan alir pada Gambar 1.

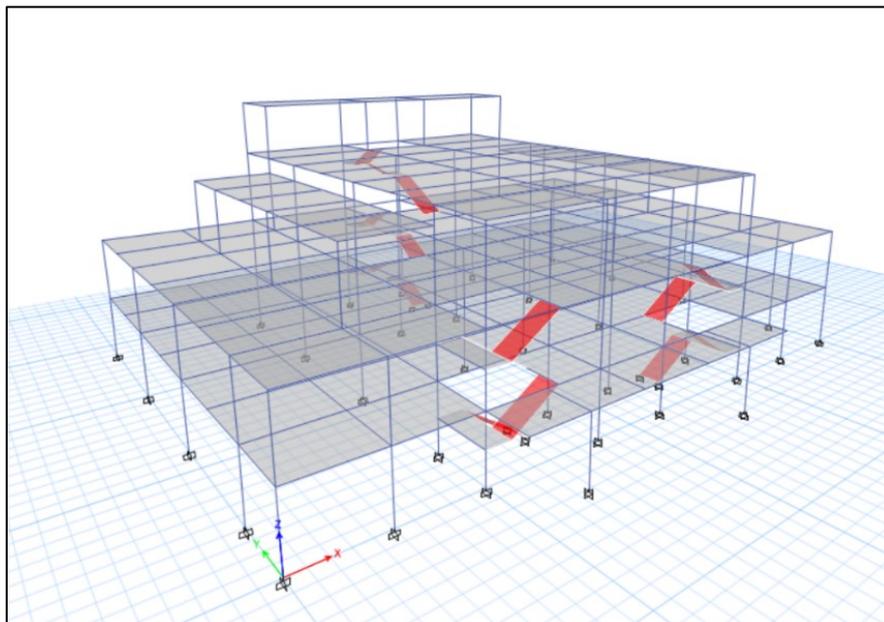


Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur 3D dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan Struktur 3D Bangunan

3.2. Pembebanan

1. Beban Mati

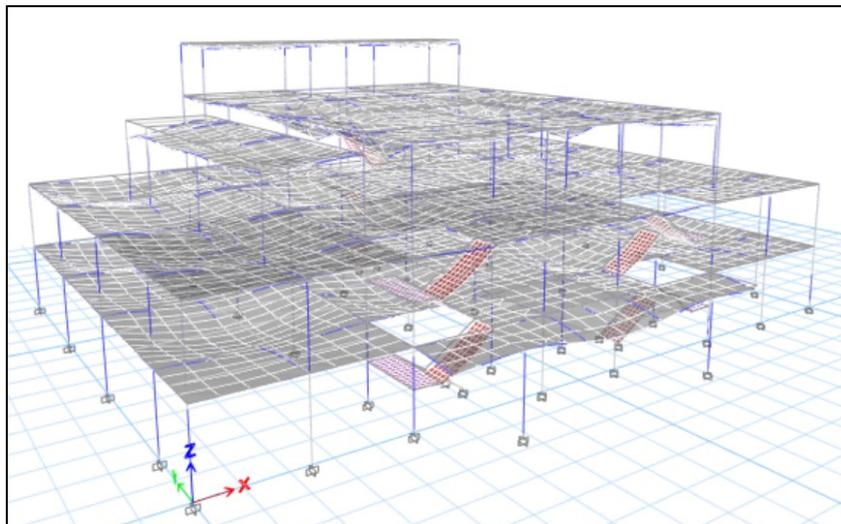
- Beton Bertulang = 24 kN/m³
 - Beban tambahan = 1,2 kN/m²
2. Beban Hidup
 - Toilet = 1,92 kN/m²
 - Hall = 4,79 kN/m²
 - Lobby = 4,79 kN/m²
 - Rooftop = 0,96 kN/m²
 - Ruang Komputer = 4,79 kN/m²
 - Koridor = 4,79 kN/m²
 - Tangga = 4,79 kN/m²
 - Dinding ½ Bata = 2,5 kN/m
 3. Beban Gempa Direncanakan menggunakan Analisis Dinamik, dengan Ragam Respon Spektrum, dimana hal-hal dasar telah dihitung berdasarkan SNI 1726-2019
 4. Kombinasi Pembebanan Beban-beban tersebut diatas dikombinasikan sesuai dengan SNI 1726-2019 diinputkan dalam model perencanaan tersebut.

3.3. Pradesain

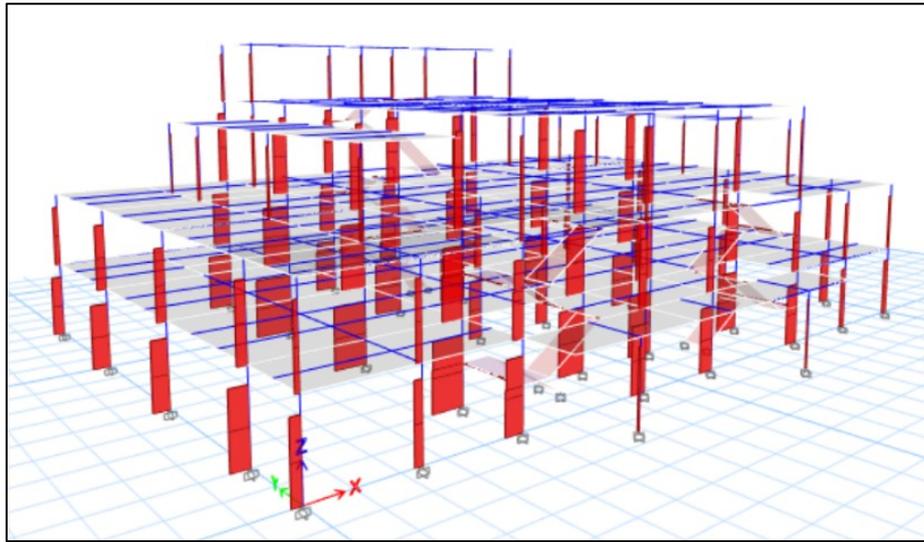
1. Dimensi Awal Balok
 - Balok Utama 1 (B1) = 60 cm x 75 cm
 - Balok Utama 2 (B2) = 55 cm x 75 cm
 - Balok Utama 3 (B3) = 45 cm x 60 cm
 - Balok Anak = 30 cm x 40 cm
2. Dimensi Awal Kolom
 - Kolom Lantai 1 = 80 cm x 80 cm
3. Dimensi Awal Pelat
 - Tebal Pelat Lantai = 12 cm
 - Tebal Pelat Atap = 12 cm
 - Tebal Pelat Tangga = 15 cm
 - Tebal Pelat Bordes = 12 cm

3.4. Hasil Analisis

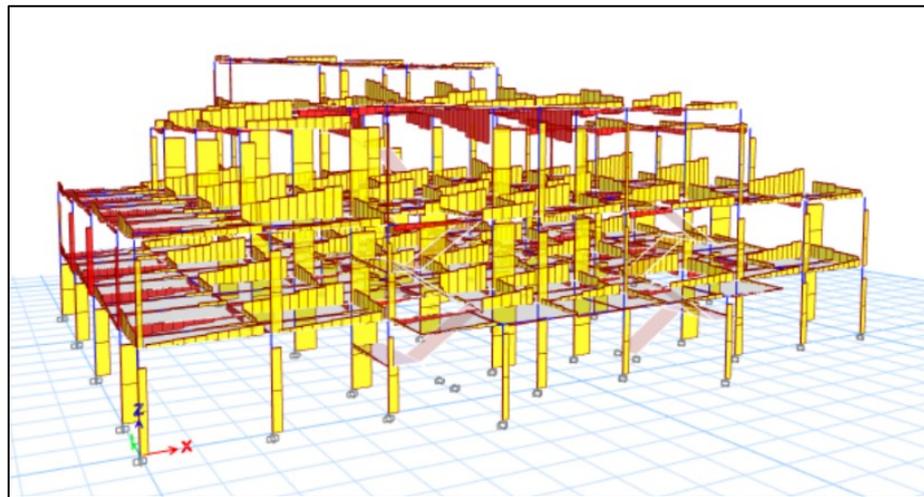
Hasil analisis program berdasarkan data-data yang ada dapat dilihat pada gambar-gambar berikut:



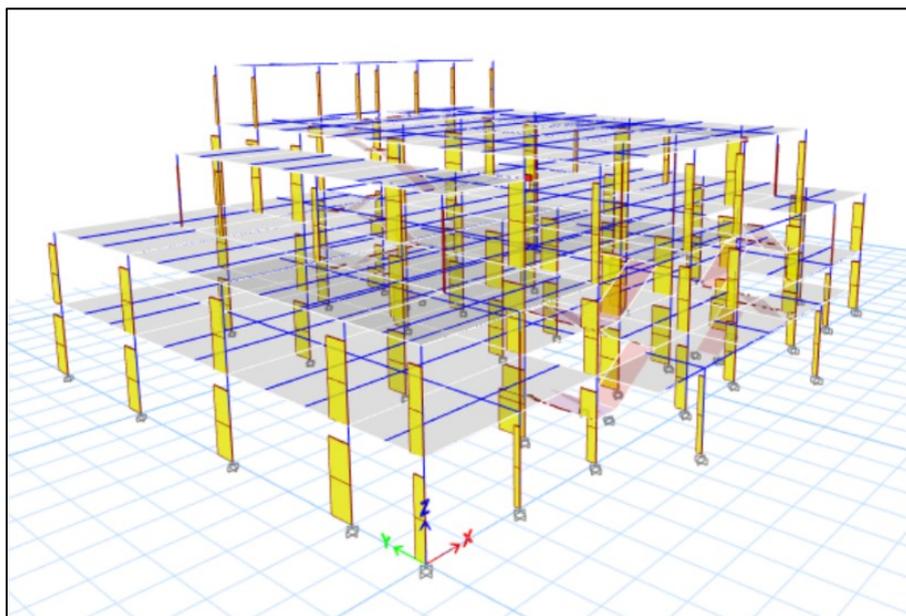
Gambar 3. Deformasi Bangunan



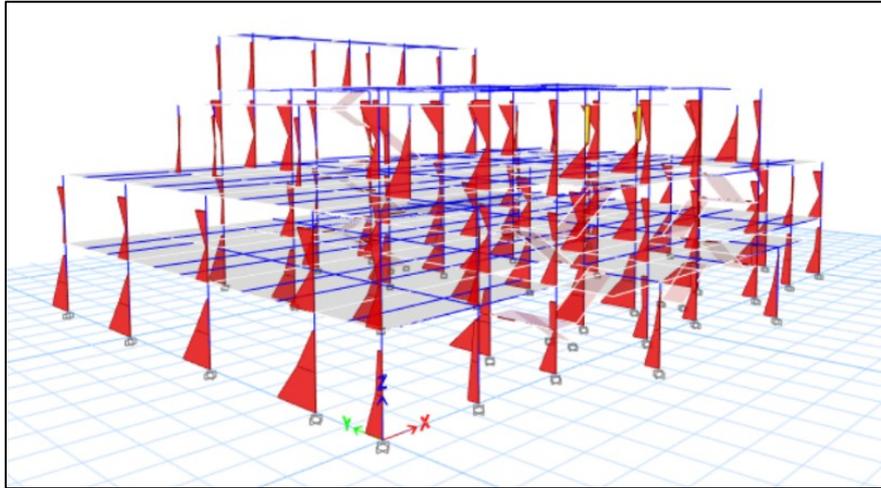
Gambar 4. Bidang Gaya Dalam Akibat Beban Aksial Maksimum



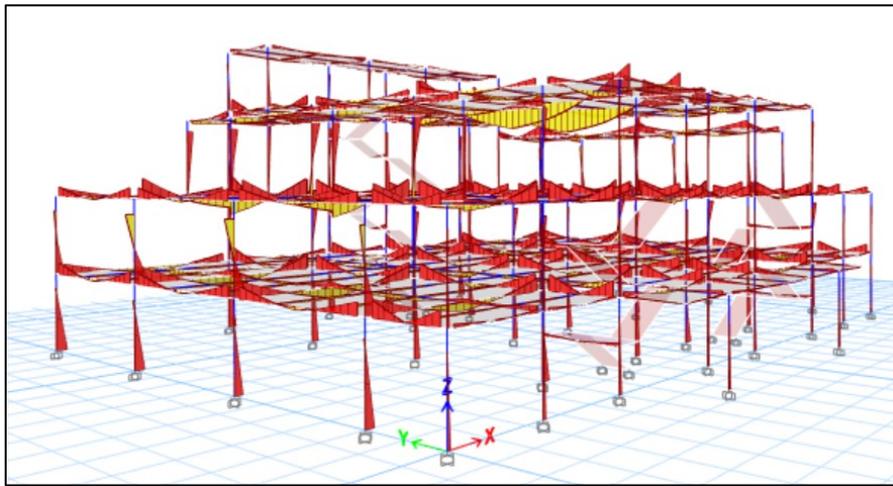
Gambar 5. Bidang Gaya Dalam Akibat Gaya Geser Maksimum Arah X



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, 2024)

Lantai	Tipe Balok	Daerah	Tul. Tarik	Tul. Tekan	Sengkang
Atap	B3 (45/60)	Tumpuan	4D19	4D19	2D10-150
		Lapangan	4D19	4D19	2D10-150
	BA (30/40)	Tumpuan	4D16	4D16	2D10-100
		Lapangan	4D16	4D16	2D10-100
4	B2 (55/75)	Tumpuan	8D22	6D22	3D10-100
		Lapangan	4D22	6D22	2D10-150
	B1 (60/75)	Tumpuan	8D22	8D22	6D10-100
		Lapangan	4D22	6D22	2D10-150
	B3 (45/60)	Tumpuan	6D22	4D19	2D10-100
		Lapangan	4D22	6D19	2D10-100
	BA (30/40)	Tumpuan	4D16	4D16	2D10-100
		Lapangan	4D16	4D16	2D10-100

Lantai	Tipe Balok	Daerah	Tul. Tarik	Tul. Tekan	Sengkang
3	B2 (55/75)	Tumpuan	8D22	6D22	3D10-100
		Lapangan	4D22	6D22	2D10-150
	B3 (45/60)	Tumpuan	6D22	4D19	2D10-100
		Lapangan	4D22	6D19	2D10-100
	BA (30/40)	Tumpuan	4D16	4D16	2D10-100
		Lapangan	4D16	4D16	2D10-100
2	B2 (55/75)	Tumpuan	8D22	6D22	3D10-100
		Lapangan	4D22	6D22	2D10-150
	B3 (45/60)	Tumpuan	6D22	4D19	2D10-100
		Lapangan	4D22	6D19	2D10-100
	BA (30/40)	Tumpuan	4D16	4D16	2D10-100
		Lapangan	4D16	4D16	2D10-100

Tulangan torsi/badan direncanakan pada semua balok menggunakan tulangan diameter 13 mm pada tiap sisi.

B. Perencanaan Tulangan Kolom

Kolom Lantai 1 (80 cm x 80 cm)

Tulangan Longitudinal = 24D25

Tulangan Transversal

- Daerah l_0 = 800 mm
- Tumpuan/ Daerah l_0 = 8D13-100 mm
- Lapangan/ Diluar l_0 = 8D13-100 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 Lantai. (Hasil Analisis, 2024)

Lantai	Lajur	tp	Desain	
	(-)	(mm)	ϕ	S
Atap	Tump. (Kolom)	120	13	100
	Lap. (Tengah)	120	13	100
4	Tump. (Kolom)	120	13	100
	Lap. (Tengah)	120	13	100
3	Tump. (Kolom)	120	13	100
	Lap. (Tengah)	120	13	100
2	Tump. (Kolom)	120	13	100
	Lap. (Tengah)	120	13	100

Tabel 3. Rekapitulasi Penulangan Pelat Tangga dan Bordes. (Hasil Analisis, 2024)

Lantai	Lokasi	tp	Tul. Pokok	Tul. Susut
	(-)	(mm)	ϕ_t	ϕ_s
Tangga	Tumpuan	150	12-100	10-150
	Lapangan	150	12-100	10-150
Bordes	Tumpuan	120	12-100	10-150
	Lapangan	120	12-100	10-150

4. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan dari hasil perencanaan terhadap struktur gedung ini:

1. Komponen struktur seperti balok, kolom dan pelat telah direncanakan sesuai peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku sehingga aman dan dapat menahan beban hidup dan mati serta gaya gempa yang terjadi.
2. Perencanaan struktur bangunan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dan komponen struktur yang direncanakan telah memenuhi persyaratan “*Strong Column Weak Beam*” dalam SRPMK

5. Saran

Berdasarkan Dari hasil perencanaan yang telah dilakukan, berikut saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Merencanakan struktur bawah bangunan, yaitu pondasi
2. Lebih memperhatikan faktor keekonomisan dan kemudahan pekerjaan di lapangan nantinya.

Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. 2020. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727:2020. Bandung: 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.
- 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).
- David, E. J., Pandaleke, R. E., Handono, B. D. 2023. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Ibadah Berlantai 5*. *Jurnal Sipil Statik*, 21(83), 387-396.
- 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.
- Pamungkas, Anugrah., Harianti, Erny. 2009. *Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. its Press, Surabaya.
- Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2019*. Erlangga. Jakarta.