



Perencanaan Gedung Kuliah Konstruksi Beton Bertulang 4 Lantai Di Kota Manado

Gloria D. Rombang^{#a}, Ronny E. Pandaleke^{#b}, Banu D. Handono^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aglrombang@gmail.com, ^bronny_pandaleke@yahoo.com, ^cbanu2h@unsrat.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat menimbulkan berbagai tantangan, termasuk kebutuhan akan fasilitas pendidikan, sementara keterbatasan lahan di perkotaan mendorong pembangunan gedung secara vertikal. Di wilayah rawan gempa seperti Kota Manado, perencanaan gedung bertingkat harus memenuhi standar ketahanan gempa. Penulisan ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan elemen-elemen struktur beton bertulang seperti pelat, balok, dan kolom yang mampu menahan beban secara vertikal maupun horizontal, serta memenuhi kriteria kekuatan, stabilitas, dan kenyamanan sesuai standar Indonesia yaitu mengacu pada SNI 2847-2019 untuk syarat beton struktural, SNI 1726-2019 untuk perencanaan ketahanan gempa dan SNI 1727-2020 untuk syarat beban desain minimum. Perencanaan struktur dilakukan pada gedung kuliah empat lantai berukuran 40 m × 17 m dengan tinggi 18.5 m yang berlokasi di Kota Manado, menggunakan mutu beton $f'c$ 30 MPa, tulangan longitudinal f_y 420 MPa, dan tulangan transversal f_y 280 MPa, dengan kelas tanah sedang berdasarkan hasil uji SPT dan termasuk Kategori Desain Seismik D. Perencanaan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan dianalisis menggunakan perangkat lunak *ETABS Ultimate 18.1.1*. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa elemen-elemen struktur yang dirancang telah memenuhi seluruh persyaratan teknis perencanaan gedung bertingkat dari segi kekuatan, stabilitas, dan kenyamanan.

Kata kunci: : perencanaan struktur, beton bertulang, SRPMK, ETABS

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk setiap tahun menyebabkan ketersediaan lahan semakin terbatas, terutama di wilayah perkotaan seperti Kota Manado. Salah satu solusi untuk mengatasi keterbatasan lahan tersebut adalah dengan membangun gedung bertingkat, termasuk gedung kuliah. Kota Manado merupakan daerah rawan gempa karena terletak di zona Cincin Api Pasifik, sehingga pembangunan gedung harus memperhatikan aspek ketahanan gempa. Oleh karena itu, gedung kuliah yang direncanakan perlu didesain sebagai bangunan tahan gempa. Agar aktivitas di dalam gedung tetap aman dan nyaman, struktur gedung harus direncanakan secara tepat, khususnya menggunakan beton bertulang yang umum digunakan dalam konstruksi bangunan di Indonesia. Analisis struktur dilakukan untuk mengetahui gaya-gaya dalam seperti momen lentur, gaya aksial, dan gaya geser, yang menjadi dasar dalam merancang elemen-elemen struktur bangunan. Perencanaan elemen-elemen struktur gedung ini harus mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) seperti SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 agar struktur yang dihasilkan memenuhi syarat kekuatan dan ketahanan terhadap gempa, serta dapat meminimalkan kerusakan pada bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, maka permasalahan yang muncul adalah bagaimana merancang elemen-elemen struktur beton bertulang pada wilayah rawan gempa agar diperoleh dimensi struktur yang mampu menahan beban-beban yang bekerja, serta

memenuhi persyaratan keamanan dan kenyamanan sesuai standar perencanaan di Indonesia?

1.3 Batasan Penelitian

1. Struktur bangunan yang akan ditinjau adalah Gedung Kuliah 4 lantai dengan konstruksi beton bertulang.
2. Perencanaan elemen struktur yang akan ditinjau adalah balok, kolom, hubungan balok-kolom dan pelat.
3. Penelitian ini tidak memperhitungkan analisa dan desain elemen struktur bawah, perencanaan arsitektural, metode pelaksanaan dan manajemen konstruksi.
4. Rangka atap tidak didesain, hanya memperhitungkan beban.
5. Pondasi bangunan diasumsikan mampu menahan bangunan diatasnya.
6. Pembebanan yang diberikan adalah beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin.
7. Perencanaan elemen struktur bangunan menggunakan analisis yang mengacu pada SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan.
8. Analisa perhitungan akibat gaya gempa menggunakan metode analisis respon spektrum berdasarkan SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.
9. Peraturan pembebanan yang bekerja pada struktur berdasarkan SNI 1727-2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
10. Pemodelan dan analisa struktur menggunakan software *ETABS V.18.1.1*.
11. Penggambaran gambar kerja menggunakan software *Autocad*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan elemen struktur beton bertulang yang dirancang mampu menahan beban-beban yang bekerja pada daerah rawan gempa, sesuai peraturan perencanaan yang berlaku di Indonesia yaitu SNI 2847-2019, SNI 1726-2019 dan SNI 1727-2020.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan mengenai perencanaan gedung dengan struktur beton bertulang.
2. Diharapkan perencanaan ini dapat menjadi referensi dalam merencanakan konstruksi gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang pada daerah rawan gempa.

2. Metode Penelitian

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

2.1 Data Struktur

Fungsi bangunan	: Gedung Kuliah	
Jumlah lantai	: 4 Lantai	
Tinggi bangunan	: 18.5 m	
Tinggi lantai	: Lantai 1	= (4 m)
	Lantai 2	= (4 m)
	Lantai 3	= (4 m)
	Lantai 4	= (3.5 m)
	Atap	= (3 m)
Panjang bentang	: Arah memanjang	= (40 m)
	Arah melintang	= (17 m)

2.2 Data Material

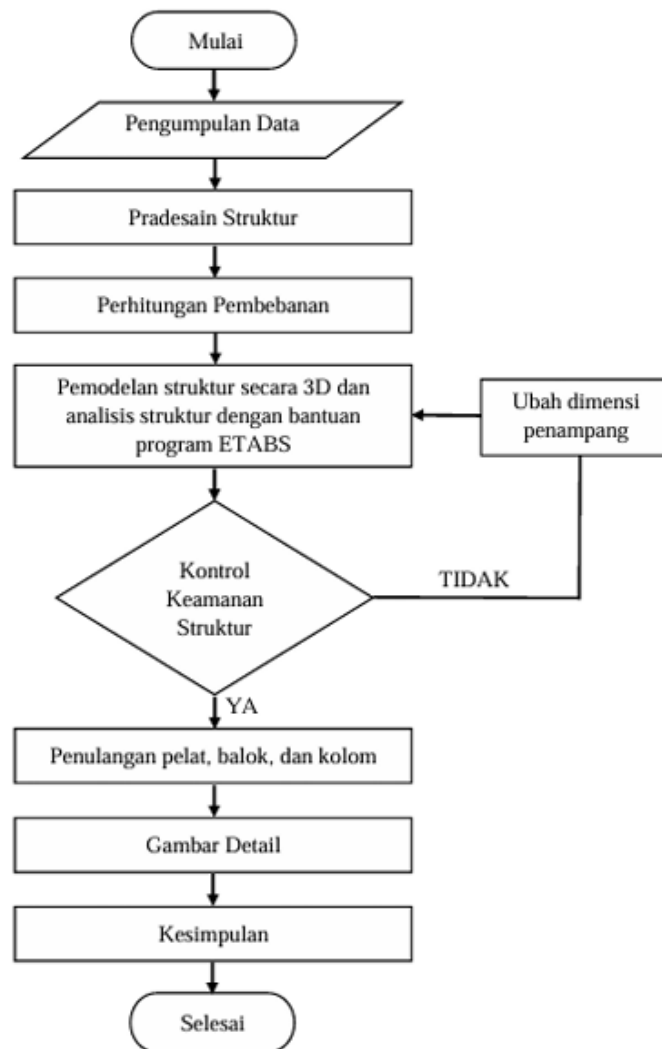
<u>Beton</u>	
Mutu beton (f_c')	= 30 MPa

Berat jenis	= 24 kN/m ³
Modulus elastisitas	= 25742.96 MPa
<u>Baja</u>	
Mutu tulangan	= 420 MPa (BjTS 420A)
Modulus elastisitas	= 200000 MPa
Mutu baja	= BJ-37
Tegangan putus minimum (f_u)	= 370 MPa
Tegangan leleh minimum (f_y)	= 240 MPa
Berat jenis	= 7850 kg/m ³

2.3 Data Beban

Beban yang bekerja pada struktur adalah beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban angin. Seluruh beban yang telah ditetapkan akan dihitung menggunakan kombinasi pembebanan sesuai ketentuan dalam SNI.

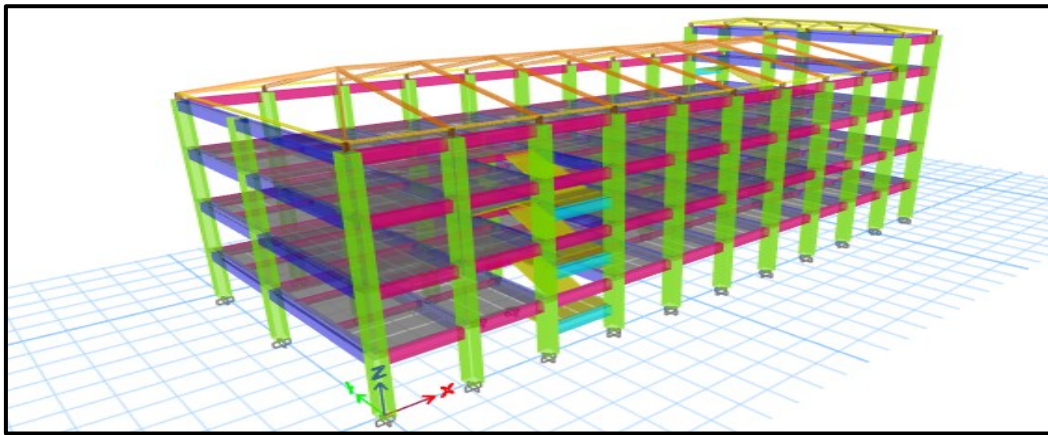
2.4 Bagan Alir Perencanaan



Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pemodelan Struktur 3D



Gambar 2. Geometri Struktur 3D

3.2 Pembebanan

3.2.1 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
- Berat jenis baja = 7850 kg/m^3
- Dinding $\frac{1}{2}$ bata = 2.35 kN/m^2
- Beban tambahan (*Superimposed Dead Load*) = 1.2 kN/m^2
- Beban mati tambahan rangka atap baja = 0.07 kN/m (dihitung)

3.2.2 Beban Hidup

- Ruang Kuliah = 1.92 kN/m^2
- Ruang Dosen = 1.92 kN/m^2
- Ruang Seminar = 1.92 kN/m^2
- Ruang Pertemuan / Rapat = 4.79 kN/m^2
- Laboratorium = 4.79 kN/m^2
- Koridor = 4.79 kN/m^2
- Toilet = 2.87 kN/m^2
- Tangga = 4.79 kN/m^2
- Tangki Air = 6.25 kN/m^2
- Beban Orang di Rangka Atap = 1.33 kN

3.2.3 Beban Gempa

Data beban gempa diambil berdasarkan lokasi rencana yaitu 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 = 1.061 g
- S_1 = 0.472 g
- Kategori risiko = IV
- Faktor keutamaan gempa (I_e) = 1.5
- Kelas situs = Tanah Sedang (SD)
- Parameter respon spektrum:
- S_{DS} = 0.761 g
- S_{D1} = 0.575 g
- Kategori desain seismik = D
- Sistem struktur = SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)

3.2.4 Beban Angin

- Kecepatan Angin (V) = 40 m/s
- Faktor Arah Angin (Kd) = 0.85
- Kekasaran Permukaan = B
- Kategori Eksposur = B
- Faktor Topografi (Kzt) = 1.00
- Faktor Efek Tiupan Angin (G) = 0.85
- Klasifikasi Ketertutupan = Daerah Tertutup

3.2.5 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan diambil dalam SNI 1726-2019 pasal 4.2.2.1 untuk kombinasi beban dasar dan SNI 1726-2019 pasal 4.2.2.3 untuk kombinasi beban gempa.

3.3 Pradesain Struktur

Dimensi awal yang digunakan pada struktur adalah sebagai berikut :

- Balok Utama Arah X (BUX) = 30 × 40 cm
- Balok Utama Arah Y (BUY) = 45 × 65 cm
- Balok Anak Arah X (BAX) = 25 × 35 cm
- Tebal Pelat Lantai = 12 cm
- Kolom = 35 × 35 cm

3.4 Kontrol Persyaratan Desain Seismik

- Kontrol Periode Fundamental Struktur
- Kontrol Partisipasi Massa / Jumlah Ragam
- Kontrol Gaya Geser Dasar Nominal (*Base Shear*)
- Kontrol Simpangan Antar Tingkat
- Kontrol Pengaruh P-Delta
- Kontrol Ketidakberaturan Struktur

3.5 Perencanaan Detail Elemen Struktur

Berikut merupakan hasil penulangan yang diperoleh dari analisis gaya dalam menggunakan aplikasi ETABS.

3.5.1 Penulangan Pelat Lantai

Tabel 1. Rekapitulasi Tulangan Pelat Lantai

Pelat	Strip	Lajur	Area	Tebal Pelat (mm)	Tulangan Pakai	
					Lentur	Susut
Lantai 4	Strip A (Arah X)	Lajur Kolom	Tumpuan	120	D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Lapangan		D10 - 350 mm	
		Lajur Tengah	Tumpuan		D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Lapangan		D10 - 350 mm	
	Strip B (Arah Y)	Lajur Kolom	Tumpuan	120	D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Lapangan		D10 - 350 mm	
		Lajur Tengah	Tumpuan		D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Lapangan		D10 - 350 mm	
Lantai 3	Strip A (Arah X)	Lajur Kolom	Tumpuan	120	D10 - 350 mm	D10 - 400 mm

Lantai 2	Strip B (Arah Y)	Lajur Tengah	Lapangan	120	D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Tumpuan		D10 - 350 mm	
			Lapangan		D10 - 350 mm	
		Lajur Kolom	Tumpuan		D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Lapangan		D10 - 350 mm	
			Tumpuan		D10 - 350 mm	
	Strip A (Arah X)	Lajur Tengah	Lapangan	120	D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Tumpuan		D10 - 350 mm	
			Lapangan		D10 - 350 mm	
		Lajur Kolom	Tumpuan		D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Lapangan		D10 - 350 mm	
			Tumpuan		D10 - 350 mm	
Lantai 1	Strip B (Arah Y)	Lajur Tengah	Lapangan	120	D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Tumpuan		D10 - 350 mm	
			Lapangan		D10 - 350 mm	
		Lajur Kolom	Tumpuan		D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Lapangan		D10 - 350 mm	
			Tumpuan		D10 - 350 mm	
	Strip A (Arah X)	Lajur Tengah	Lapangan	120	D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Tumpuan		D10 - 350 mm	
			Lapangan		D10 - 350 mm	
		Lajur Kolom	Tumpuan		D10 - 350 mm	D10 - 400 mm
			Lapangan		D10 - 350 mm	
			Tumpuan		D10 - 350 mm	

3.5.2 Penulangan Pelat Tangga dan Bordes

Tabel 2. Rekapitulasi Tulangan Pelat Tangga dan Bordes

Pelat Tangga & Bordes	Tebal Pelat (mm)	Tulangan Pakai	
		Lentur	Susut
		(mm)	(mm)
Tangga besar	150	D10-300	D10-400
Bordes tangga besar	150	D10-300	D10-400
Tangga kecil	150	D10-300	D10-400
Bordes tangga kecil	150	D10-300	D10-400

3.5.3 Penulangan Balok

Tabel 3. Rekapitulasi Tulangan Balok

Lantai	Balok	Nama	Tulangan Longitudinal				Tulangan Transversal		Tulangan Samping	
		Tipe Balok	Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
			Tarik	Tekan	Tarik	Tekan				
Atap	BUX	BUX-4	5 - D16	2 - D16	5 - D16	2 - D16	2D10-100	2D10-300	2 - D16	2 - D16

	BUY	BUY-7	6 - D16	2 - D16	6 - D16	2 - D16	2D10-100	2D10-300	2 - D16	2 - D16
		BUY-7	6 - D16	2 - D16	6 - D16	2 - D16	2D10-100	2D10-300	2 - D16	2 - D16
	BUX	BUX-3	5 - D16	3 - D16	5 - D16	3 - D16	2D13-100	2D13-150	2 - D16	2 - D16
		BUX-3	5 - D16	3 - D16	5 - D16	3 - D16	2D13-100	2D13-150	2 - D16	2 - D16
	BAX	BAX-1	2 - D16	2 - D16	3 - D16	2 - D16	2D10-100	2D10-150	-	-
		BAX-2	2 - D16	2 - D16	2 - D16	2 - D16	2D13-100	2D13-150	2 - D16	2 - D16
4	BUY	BUY-4	4 - D22	2 - D22	4 - D22	2 - D22	2D13-100	2D13-150	2 - D16	2 - D16
		BUY-5	4 - D22	2 - D22	4 - D22	2 - D22	2D10-100	2D10-200	2 - D16	2 - D16
	BUY	BUY-6	6 - D22	2 - D22	4 - D22	2 - D22	2D13-100	2D13-150	2 - D16	2 - D16
		BAY	BAY-2	2 - D16	2 - D16	2 - D16	2D13-100	2D13-150	2 - D16	2 - D16
	BUX	BUX-1	4 - D22	2 - D22	3 - D22	2 - D22	2D13-100	2D13-100	2 - D16	2 - D16
		BUX-2	3 - D22	2 - D22	3 - D22	2 - D22	2D13-100	2D13-100	2 - D16	2 - D16
	BAX	BAX-1	3 - D16	2 - D16	2 - D16	2 - D16	2D10-100	2D10-150	-	-
		BAX-2	2 - D16	2 - D16	2 - D16	2 - D16	2D13-100	2D13-150	2 - D16	2 - D16
1-3	BUY	BUY-1	9 - D22	3 - D22	5 - D22	3 - D22	3D10-100	3D10-150	2 - D16	2 - D16
		BUY-2	7 - D22	2 - D22	4 - D22	2 - D22	2D13-100	2D13-150	2 - D16	2 - D16
	BUY	BUY-2	7 - D22	2 - D22	4 - D22	2 - D22	2D13-100	2D13-150	2 - D16	2 - D16
		BUY-3	8 - D22	3 - D22	5 - D22	3 - D22	3D10-100	3D10-150	2 - D16	2 - D16
	BAY	BAY-1	3 - D16	2 - D16	2 - D16	2 - D16	2D13-100	2D13-100	2 - D16	2 - D16
Bordes		BB-1	6 - D19	3 - D19	5 - D19	3 - D19	3D13-100	3D13-100	2 - D16	2 - D16
		BB-2	6 - D22	3 - D22	5 - D22	3 - D22	3D13-100	3D13-100	2 - D16	2 - D16

3.5.4 Penulangan Kolom

Tabel 4. Rekapitulasi Tulangan Longitudinal Kolom

Kolom	Tinggi Kolom (mm)	Lantai	Tulangan Longitudinal
K1 Sudut	4000	1-3	20D25
K1 Tengah	4000	1-3	16D25
K1 Tepi	4000	1-3	18D25
K2 Sudut	3500	4	16D25
K2 Tepi	3500	4	16D25
K3 Sudut	3000	Atap	16D25
K3 Tepi	3000	Atap	16D25

Tabel 5. Rekapitulasi Tulangan Transversal Kolom

Lantai	Kolom	Tulangan Transversal			
		Tumpuan		Lapangan	
		Sumbu Lemah	Sumbu Kuat	Sumbu Lemah	Sumbu Kuat
1-3	K1 Sudut	4D13-100	6D13-100	3D13-130	4D13-130
	K1 Tengah	4D13-100	6D13-100	3D13-130	4D13-130
	K1 Tepi	4D13-100	6D13-100	3D13-130	4D13-130
4	K2 Sudut	4D13-100	6D13-100	3D13-130	4D13-130
	K2 Tepi	4D13-100	6D13-100	3D13-130	4D13-130
Atap	K3 Sudut	4D13-100	6D13-100	3D13-130	4D13-130
	K3 Tepi	4D13-100	6D13-100	3D13-130	4D13-130

4. Kesimpulan

Perencanaan struktur gedung kuliah dengan konstruksi beton bertulang 4 lantai di kota Manado mengikuti peraturan perencanaan terbaru di Indonesia yaitu SNI 2847-2019 (perencanaan beton bertulang), SNI 1726-2019 (ketahanan gempa) dan SNI 1727-2020 (pembebanan), menghasilkan :

1. Dimensi balok utama arah X (BUX) berukuran 400 mm × 700 mm, balok anak pada arah X (BAX) berukuran 300 mm × 400 mm, balok utama pada arah Y (BUY) berukuran 550 mm × 700 mm, balok anak pada arah Y (BAY) berukuran 300 mm × 400 mm, serta balok bordes masing-masing berukuran 400 mm × 700 mm dan 550 mm × 700 mm. Perencanaan tulangan balok mempertimbangkan variasi panjang bentang dan posisi masing-masing balok dalam struktur, sehingga menghasilkan detail tulangan yang bervariasi. Evaluasi kekuatan lentur menunjukkan bahwa rasio pemanfaatan kapasitas maksimum ($M_u/\phi M_n$) mencapai 0.94, yang berasal dari balok dengan jumlah tulangan tarik terbanyak. Jumlah tulangan tarik yang digunakan pada struktur ini berkisar antara 2 hingga 9 batang, tergantung kebutuhan kekuatan masing-masing penampang. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kapasitas nominal rencana masih lebih besar dari beban ultimit, sehingga struktur tetap aman. Perencanaan ini menggunakan pelat lantai setebal 120 mm, sedangkan pelat tangga dan bordes setebal 150 mm. Sementara itu, kolom bangunan menggunakan dimensi 600 mm × 800 mm, dengan penulangan longitudinal yang ditentukan berdasarkan posisi masing-masing kolom dalam struktur. Rasio tulangan kolom berada dalam rentang 1.70% hingga 2.13%, dan telah menunjukkan kapasitas yang memadai untuk mendukung kinerja struktur secara keseluruhan.
2. Perencanaan struktur telah memenuhi berbagai aspek kontrol analisis, meliputi periode fundamental struktur, partisipasi massa (jumlah ragam), base shear, simpangan antar tingkat, serta efek P-Delta. Namun, evaluasi terhadap bentuk ketidakberaturan struktur menunjukkan bahwa bangunan memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 1a dan tipe 3, serta ketidakberaturan vertikal tipe 2. Maka dari itu, penerapan sejumlah konsekuensi teknis dilakukan pada struktur ini untuk menanggapi kondisi ketidakberaturan yang teridentifikasi, yaitu memberikan eksentrisitas tak terduga sebesar 5% pada masing-masing arah ortogonal struktur, menghitung simpangan antar lantai sesuai ketentuan Kategori Desain Seismik D, menerapkan peningkatan gaya dalam elemen struktur, menerapkan analisis dinamik tiga dimensi dengan mempertimbangkan kekakuan diafragma dan efek P-Delta, menghitung faktor pembesaran momen torsi tak terduga, serta menggunakan metode analisis sesuai KDS D yaitu Analisis Spektrum Respons Ragam. Selain itu, perencanaan menghasilkan jumlah momen nominal kolom (ΣM_{nc}) pada setiap sambungan balok-kolom yang lebih besar atau sama dengan 1.2 kali jumlah momen nominal balok (ΣM_{nb}). Perbandingan ini mengarahkan mekanisme leleh struktur terjadi terlebih dahulu pada balok, sehingga kerusakan terkonsentrasi pada elemen yang lebih mudah diperbaiki dan struktur dapat berperilaku lebih duktail serta aman saat mengalami beban gempa.

5. Saran

1. Perencana dapat mengembangkan alternatif perencanaan struktur gedung kuliah yang memiliki kategori risiko IV dengan nilai keutamaan struktur (I_e) = 1.5 dengan mengkaji sistem struktur lain, seperti menambahkan elemen dinding geser (*shear wall*) atau *bracing* untuk meningkatkan kapasitas lateral bangunan. Selain itu, perencana juga dapat membandingkan performa struktur dengan menggunakan material lain seperti baja, guna mengevaluasi perbedaan karakteristik dan kinerja struktur secara menyeluruh.
2. Perencana dapat mengurangi jumlah bukaan pada denah bangunan untuk menghindari ketidakberaturan torsi tipe 1a akibat distribusi massa dan kekakuan yang tidak merata. Denah yang lebih simetris membantu meningkatkan kestabilan struktur terhadap beban lateral saat gempa terjadi.
3. Perencana dapat melanjutkan perencanaan ini dengan menghitung pondasi, agar beban dari struktur atas tersalurkan dengan aman ke tanah dasar dan struktur tetap stabil sesuai kondisi tanah di lokasi proyek.

Referensi

- 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 dan Penjelasan*, SNI 2847:2019. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727:2020, Jakarta : Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- HB 212-2002. (2002). *Design Wind Speed for the Asia-Pacific Region*. Australia : SAI.
- Lamia, Ni. W. M. T, Pandaleke, Ronny E., Handono, Banu D., 2020. *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Denah Bangunan Berbentuk "L"*. Universitas Sam Ratulangi Manado. Jurnal Sipil Statik, Vol.8.
- Liando, F. J., Dapas, S. O., Wallah, E. S. 2020. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 8.
- Sakul, V. E., Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., 2019. *Perencanaan Bangunan Bertingkat Banyak Menggunakan Sistem Flat Slab Dengan Drop Panel*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 7.
- Saputra, M. R., Handono, B. D., Mondoringin, M. R. A. J., 2020. *Evaluasi Kinerja Gedung Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi Akibat Beban Gempa*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 8.
- Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847 : 2013*. Erlangga. Jakarta.
- Wantania, L. M. G., Pandaleke, R. E., Handono, B. D., 2024. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Sekolah Empat Lantai Di Kota Manado*. Jurnal Sipil Tekno, Vol. 22.