



## Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Hotel 6 Lantai Dengan Denah Berbentuk “L”

Muhammad Q. Minabari<sup>#a</sup>, Ronny E. Pandaleke<sup>#b</sup>, Steenie E. Wallah<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>muhqalbiminabari@gmail.com, <sup>b</sup>ronny.pandaleke@unsrat.co.id, <sup>c</sup>wsteeenie@yahoo.com

### Abstrak

Dalam merencanakan struktur gedung bertingkat dengan bentuk tidak beraturan, misalnya denah bangunan berbentuk I, U, L, dan sebagainya, dimana bentuk bangunan yang tidak beraturan atau asimetris tersebut memiliki titik berat yang letaknya tidak berada tepat di tengah bangunan, terlebih bangunan berada di wilayah dengan resiko kegempaan yang tinggi, sangat penting untuk dilakukan perencanaan sebaik mungkin dengan memperhitungkan faktor ketahanan gempa. Struktur gedung yang direncanakan adalah struktur beton bertulang dengan denah bangunan berbentuk “L” yang merupakan gedung hotel, terdiri dari 6 lantai kerja, dengan panjang bangunan 34,00 m, lebar 39,00 m, dan tinggi 24,00 m yang terletak di kota Manado, Sulawesi Utara, dengan nilai SDS dan SD1 di kota Manado adalah sebesar 0,748 dan 0,563. Jenis tanah yang dikategorikan berdasarkan hasil sondir tanah adalah jenis tanah sedang, dimana termasuk di dalam kategori desain seismik “D”, sehingga direncanakan komponen struktur menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Pemodelan dan analisis struktur menggunakan *Software*. Berdasarkan hasil analisis, desain, dan kontrol terhadap struktur gedung beton bertulang yang mengalami ketidakberaturan struktur telah memenuhi persyaratan. 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 daktail. Sehingga untuk persyaratan perencanaan bangunan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus telah terpenuhi.

*Kata kunci: perencanaan struktur, beton bertulang, ketidakberaturan, SRPMK*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Tuntutan perputaran roda perekonomian dan industri di Indonesia, serta keterbatasan lahan mendorong pertumbuhan dan perkembangan pembangunan sarana dan prasarana untuk lebih ditingkatkan. Salah satu sektor yang turut berkontribusi dalam hal ini adalah pariwisata yang tidak lepas dari yang namanya akomodasi, salah satunya hotel. Hotel merupakan bangunan dengan banyak kamar dan fasilitas lainnya dengan tujuan utama sebagai tempat menginap saat sedang dalam perjalanan ataupun liburan. Dalam merencanakan pembangunan gedung hotel atau gedung berlantai banyak lainnya, struktur bangunan merupakan bagian vital yang harus diperhatikan.

Salah satu tantangan dalam merencanakan struktur gedung di Indonesia adalah letak geografis Indonesia yang merupakan pertemuan perbatasan tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia, dan lempeng Australia yang dimana mengakibatkan Indonesia menjadi daerah yang rawan terjadi gempa bumi. Oleh karena itu, struktur bangunan di Indonesia harus direncanakan sedemikian rupa sehingga mampu menahan beban yang ditimbulkan oleh pengaruh gempa.

Struktur bangunan gedung yang dirancang berdiri di wilayah rawan terjadi gempa bumi diharapkan memiliki perilaku daktail. Hal ini bertujuan agar jika terjadi gempa yang cukup intens,

gedung tidak langsung roboh. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dipilih karena dapat menghasilkan gedung dengan struktur bersifat daktail paling tinggi.

Pengaplikasian pengaruh gaya gempa akan berbeda terhadap bangunan dengan denah regular dan irregular. Dengan intensitas beban yang sama, kinerja struktur yang dihasilkan untuk gedung tidak beraturan akan berbeda dengan kinerja struktur gedung beraturan. SNI 1726:2019 menyatakan bahwa bangunan berbentuk L (L Shape) merupakan salah satu bentuk ketidakberaturan horizontal pada bangunan yaitu ketidakberaturan sudut dalam. Respon struktur yang dihasilkan untuk bangunan dengan ketidakberaturan sudut dalam (L Shape) akan cenderung menghasilkan konsentrasi tegangan yang besar pada sudut pertemuan bangunan. Selain itu, distribusi massa yang tidak seragam dan peletakan pengaku gaya lateral yang tidak simetris juga akan menimbulkan efek torsi karena adanya eksentrisitas antara pusat massa dan pusat kekakuan pada bangunan. Berdasarkan pernyataan tersebut, penulis tertarik untuk membuat perencanaan struktur gedung bertingkat dengan denah irregular "L".

### 1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas yaitu tentang:

1. Bagaimana merencanakan suatu struktur bangunan bertingkat dengan denah bangunan berbentuk "L" menggunakan konstruksi beton bertulang, sehingga mendapatkan dimensi struktur yang mampu menahan beban vertikal maupun horizontal.
2. Bagaimana merencanakan struktur yang dapat memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan sesuai standar yang berlaku di Indonesia (SNI).

### 1.3. Batasan Perencanaan

Agar penulisan tugas akhir ini dapat terarah dan terencana, maka penulis membuat batasan masalah sebagai berikut :

1. Struktur gedung hotel terdiri dari 6 lantai.
2. Perencanaan hanya meliputi elemen-elemen struktur atas.
3. Daya dukung tanah dan pondasi diasumsikan mampu memikul bangunan di atasnya.
4. Beban yang ditinjau, yaitu beban hidup, beban mati, dan beban gempa.
5. Atap gedung menggunakan plat beton
6. Analisa perhitungan gaya gempa akan menggunakan metode analisis Respon Spektrum berdasarkan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.
7. Perencanaan elemen struktur menggunakan analisis yang mengacu pada SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
8. Perencanaan Sistem Struktur menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berdasarkan pemilihan sistem struktur, dengan mematuhi persyaratan yang berlaku pada sistem struktur tersebut.
9. Peraturan Pembebanan yang bekerja pada struktur berdasarkan SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
10. Analisa Struktur dihitung dengan bantuan aplikasi ETABS V.18.

### 1.4. Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Merencanakan model struktur gedung beton bertulang sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia).
2. Merencanakan komponen struktur gedung tahan gempa dengan metode SRPMK.
3. Meninjau tipe ketidakberaturan struktur pada bangunan dengan denah berbentuk "L".
4. Memperoleh kesimpulan elemen struktur yang dapat membantu dalam perencanaan struktur gedung beton bertulang tahan gempa.

## 2. Metode Perencanaan

Metode perencanaan diawali dengan mengumpulkan data-data yang akan digunakan dalam analisis dan desain. Bangunan gedung dengan fungsi sebagai hotel direncanakan dibangun di kota Manado, Sulawesi Utara, Indonesia.

### A. Data Struktur Bangunan

Fungsi bangunan	= Hotel
Jumlah lantai	= 6 lantai
Tinggi struktur bangunan	= $\pm 24$ m
Tinggi antar lantai	= 4 m
Panjang bangunan (arah x)	= 34 m
Lebar bangunan (arah y)	= 39 m
Material konstruksi	= Beton bertulang

### B. Data Material

#### 1. Spesifikasi Material Beton

- Mutu beton ( $f'_c$ ) = 30 MPa
- Berat jenis beton ( $\gamma$ ) = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Modulus elastisitas beton ( $E_c$ ) = 4700  $\sqrt{f'_c}$  = 25742,9602 MPa

#### 2. Spesifikasi Material Baja

- Mutu baja tulangan utama ( $f'_y$ ) = 420 MPa (BjTS 420A)
- Mutu baja tulangan sengkang ( $f'_{ys}$ ) = 280 MPa (BjTP 280)
- Modulus elastisitas baja ( $E_s$ ) = 200000 MPa

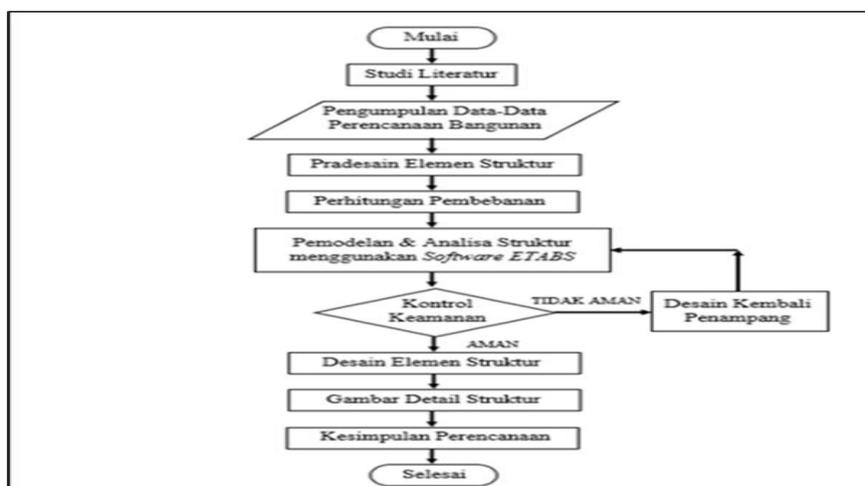
### C. Data Pembebanan

Beban-beban yang menjadi tinjauan dalam perencanaan terdiri dari beban mati (berat sendiri struktur dan beban tambahan), beban hidup yang diambil sebesar luasan per (m<sup>2</sup>) yang ditinjau berdasarkan fungsi bangunan yang akan direncanakan berdasarkan SNI 1727-2020, dan beban gempa yang mengacu pada SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Selanjutnya bangunan dirancang mampu menahan beban yang telah dikombinasikan sesuai SNI 1726-2019.

### D. Data Tanah

Data tanah hanya digunakan dalam penentuan Kelas Lokasi (Jenis Tanah) untuk perhitungan dan analisis gempa. Berdasarkan hasil uji sondir tanah, diperoleh jenis tanah sedang (Kelas Situs SD) dengan nilai N-SPT = 20,70 sesuai dengan syarat pedoman perencanaan untuk  $15 > N-SPT > 50$ .

### E. Bagan Alir Perencanaan

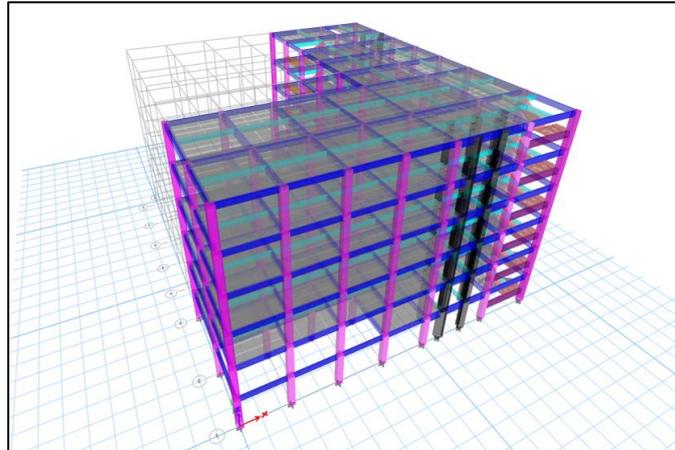


Gambar 1. Bagan Alir

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 *Pemodelan Struktur 3D*

Bentuk geometri struktur dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2.** Geometri Struktur 3D Bangunan

#### 3.2 *Pembebanan*

##### A. *Beban Mati*

- Berat sendiri elemen struktur beton bertulang (Dead Load) =  $24 \text{ kN/m}^3$
- Beban tambahan (SIDL) =  $1,2 \text{ kN/m}^3$

##### B. *Beban Hidup*

- Ruang Kamar =  $1.92 \text{ kN/m}^2$
- Lobby =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Administrasi =  $1.92 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Security =  $1.92 \text{ kN/m}^2$
- Gudang =  $6.00 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Fitness =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Spa =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Café =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Loundry =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Dapur =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Restoran =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Rapat =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Aula =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Panel =  $1.92 \text{ kN/m}^2$
- Ruang Genset =  $1.92 \text{ kN/m}^2$
- Toilet =  $1.92 \text{ kN/m}^2$
- Receptionis =  $1.92 \text{ kN/m}^2$
- Tangga =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Koridor Lantai Pertama =  $4.79 \text{ kN/m}^2$
- Koridor di atas lantai pertama =  $3.83 \text{ kN/m}^2$
- Beban hidup atap =  $0.96 \text{ kN/m}^2$

##### C. *Beban Gempa*

Beban gempa menggunakan analisis dinamik ragam respon spektrum berdasarkan parameter yang dihitung berdasarkan SNI 1726:2019. Parameter percepatan gempa:

$$S_s = 1.0329 \text{ g}$$

$$S_1 = 0.4592 \text{ g}$$

Kategori risiko II dan faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) adalah 1.0

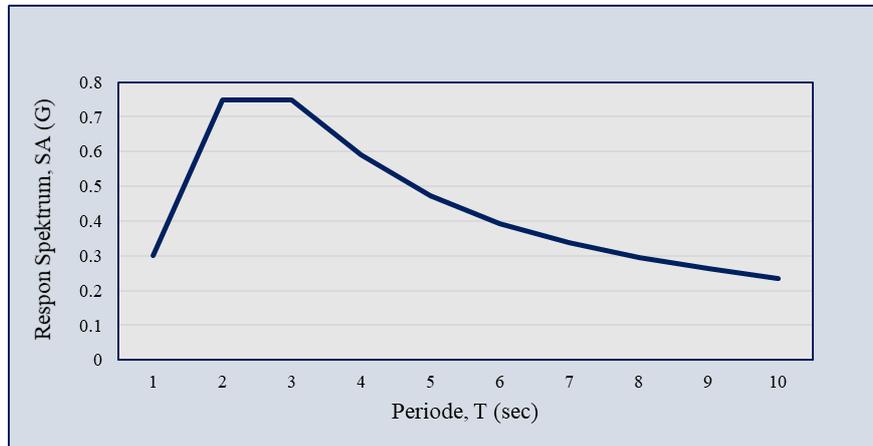
Kelas situs = SD (tanah sedang)

Parameter respon spektral

$$SDS = 0.7484 \text{ g} \geq 50$$

$$SD1 = 0.5635 \text{ g} \geq 20$$

berdasarkan nilai SDS dan SD1 maka struktur termasuk kategori desain seismik (KDS) "D" dan dipilih Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).



**Gambar 3.** Kurva Respon Spektrum Desain

#### D. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban dengan pengaruh beban seismik diperhitungkan bersama dengan kombinasi beban dasar. Kombinasi beban yang dipakai adalah kombinasi metode ultimate atau *LRFD (Load and Resistance Factor Design)* berdasarkan SNI 1727:2020 Pasal 4.2.2.

#### 3.3 Pradesain Elemen Struktur

##### A. Dimensi Awal Balok

- Balok Utama 1 (BU1) = 300 mm x 450 mm
- Balok Utama 2 (BU2) = 350 mm x 500 mm
- Balok Utama 3 (BU3) = 400 mm x 650 mm
- Balok Anak 1 (BA1) = 300 mm x 450 mm
- Balok Anak 2 (BA2) = 300 mm x 450 mm
- Balok Anak 3 (BA3) = 300 mm x 450 mm
- Balok Bordes 1 = 400 mm x 600 mm
- Balok Bordes 2 = 400 mm x 600 mm

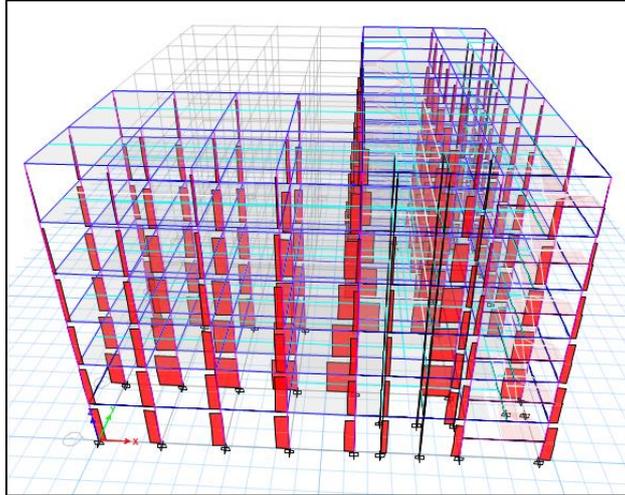
##### B. Dimensi Awal Kolom

- Kolom K1 = 600 mm x 600 mm
- Kolom "L" = (750 mm x 300 mm) + (450 mm x 300 mm)
- Kolom "T" = (750 mm x 300 mm) + (450 mm x 300 mm)

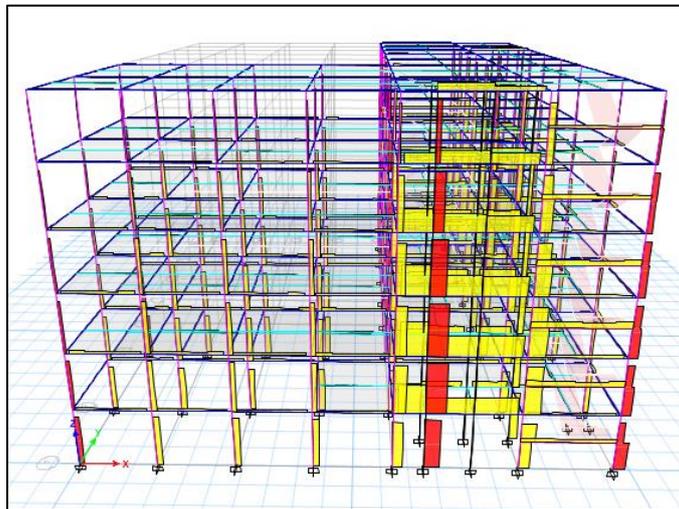
##### C. Dimensi Awal Pelat

- Pelat Lantai = 130 mm
- Pelat Atap = 130 mm
- Pelat Tangga = 120 mm
- Pelat Bordes = 120 mm

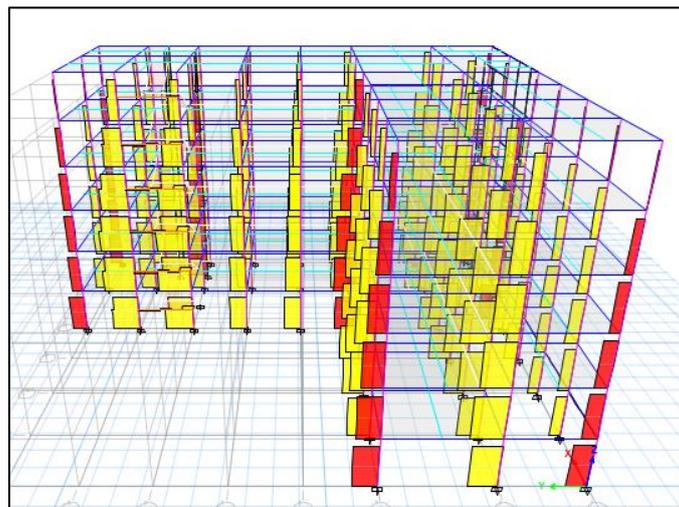
### 3.4 Hasil Analisis



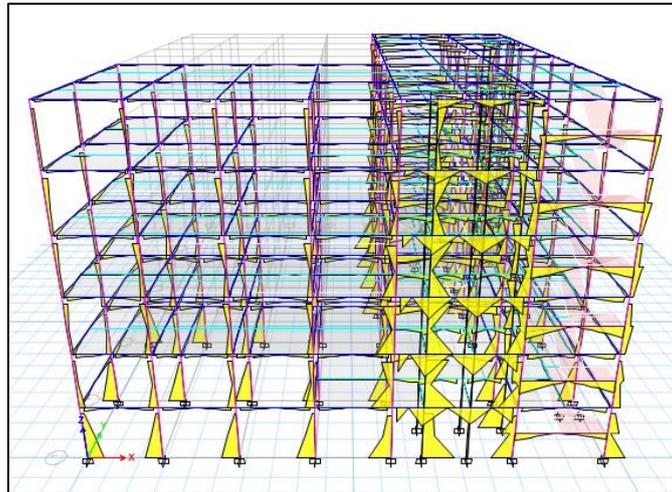
**Gambar 4.** Bidang Gaya Dalam Akibat Beban Axial Maksimum



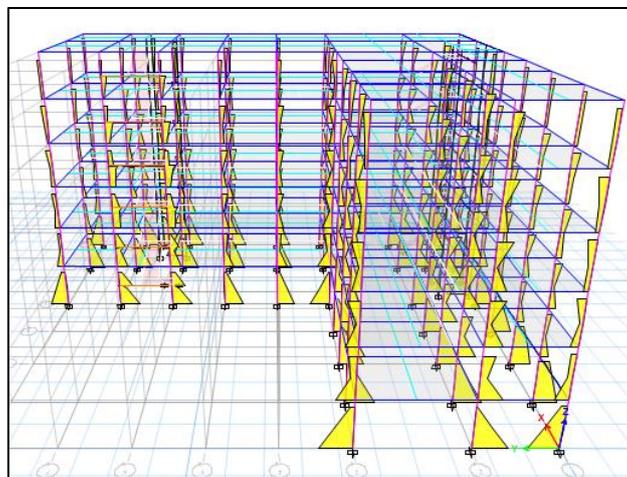
**Gambar 5.** Bidang Gaya Dalam Akibat Geser Maksimum Arah X



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



**Gambar 7.** Bidang Gaya Dalam Akibat Gaya Momen Maksimum Arah X



**Gambar 8.** Bidang Gaya Dalam Akibat Gaya Momen Maksimum Arah Y

### 3.5 Perencanaan Penulangan

Data gaya-gaya dalam yang didapat dari *software* Etabs digunakan untuk menghitung keperluan tulangan balok, kolom dan pelatnya

#### A. Perencanaan Tulangan Balok

Perencanaan tulangan balok meliputi penulangan lentur, penulangan geser, dan penulangan torsi/badan.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Penulangan Lentur dan Geser balok

Lantai	Tipe Balok	Daerah	Tulangan Lentur		Tulangan Geser
			Tul. Tarik	Tul. Tekan	
2,4,5,6,Atap	BU 1 (30/45)	Tump.	4S22	3S22	2P13-100
		lap.	4S22	3S22	2P13-200
	BU 2 (35/50)	Tump.	5S22	3S22	3P13-100
		lap.	5S22	3S22	3P13-200
	BU 3 (40/65)	Tump.	7S22	4S22	3P13-100
		lap.	7S22	4S22	3P13-200
BA 1 (30/45)	Tump.	5S19	2S19	2P10-100	

3	BA 2 (30/45)	lap.	5S19	2S19	2P10-200
		Tump.	5S19	2S19	2P10-100
	BA 3 (30/45)	lap.	5S19	2S19	2P10-200
		Tump.	5S19	2S19	2P10-100
	B.Bordes 1	lap.	5S19	2S19	2P10-200
		Tump.	6S19	3S19	3P13-100
	B.Bordes 2	lap.	6S19	3S19	3P13-200
		Tump.	6S19	3S19	3P13-100
	BU 1 (30/45)	lap.	6S19	3S19	3P13-200
		Tump.	4S22	3S22	2P13-100
	BU 2 (35/50)	lap.	4S22	3S22	2P13-200
		Tump.	5S22	3S22	3P13-100
	BU 3 (40/65)	lap.	5S22	3S22	3P13-200
		Tump.	8S22	4S22	3P13-100
	BA 1 (30/45)	lap.	8S22	4S22	3P13-200
		Tump.	5S19	2S19	2P10-100
	BA 2 (30/45)	lap.	5S19	2S19	2P10-200
		Tump.	5S19	2S19	2P10-100
	BA 3 (30/45)	lap.	5S19	2S19	2P10-200
		Tump.	5S19	2S19	2P10-100
	B.Bordes 1	lap.	5S19	2S19	2P10-200
		Tump.	6S19	3S19	3P13-100
	B.Bordes 2	lap.	6S19	3S19	3P13-200
		Tump.	6S19	3S19	3P13-100

**Tabel 2.** Rekapitulasi Penulangan Torsi Balok

Nama Balok	Dimensi	Tulangan Longitudinal Torsi	
BU 1 (30/45)	300 x 450	2	S-13
BU 2 (35/50)	350 x 500	3	S-16
BU 3 (40/65)	400 x 650	3	S-16
BA 1 (30/45)	300 x 450	2	S-13
BA 2 (30/45)	300 x 450	2	S-13
BA 3 (30/45)	300 x 450	2	S-13
B.Bordes 1	400 x 600	3	S-16
B.Bordes 2	400 x 600	3	S-16

## B. Perencanaan Tulangan Kolom

- Kolom Sudut, Kolom Tengah, Kolom Tepi Arah X, dan Kolom Tepi Arah Y (K1)  
 Tulangan Longitudinal = 16S22  
 Tulangan Geser
  - Daerah Sendi Plastis (Io) = 600 mm
  - Tumpuan/Daerah Sendi Platis = 6P13-100
  - Lapangan/Di Luar Sendi Plastis = 6P13-125
- Kolom T  
 Tulangan Longitudinal = 12S22  
 Tulangan Geser
  - Daerah Sendi Plastis (Io) = 600 mm
  - Tumpuan/Daerah Sendi Platis = 5P13-100
  - Lapangan/Di Luar Sendi Plastis = 5P13-125
- Kolom L  
 Tulangan Longitudinal = 12S22  
 Tulangan Geser
  - Daerah Sendi Plastis (Io) = 600 mm
  - Tumpuan/Daerah Sendi Platis = 5P13-100
  - Lapangan/Di Luar Sendi Plastis = 5P13-125

## C. Perencanaan Tulangan Pelat

**Tabel 3.** Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai dan Atap

Lantai	Lajur	Tebal Plat	Tulangan
2,3,4,5,6,Atap	Kolom (Tump.)	130	S13-100
	Tengah (Lap.)	130	S13-100
Base	Kolom (Tump.)	-	M8-150
	Tengah (Lap.)	-	M8-150

**Tabel 4.** Rekapitulasi Penulangan Pelat Bordes dan Tangga

Pelat	Lajur	Tebal Plat	Tulangan Utama	Tulangan Susut
Tangga	Kolom (Tump.)	130	S12-100	P12-200
	Tengah (Lap.)	130	S12-100	P12-200
Bordes	Kolom (Tump.)	130	S12-100	P12-200
	Tengah (Lap.)	130	S12-100	P12-200

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan struktur gedung tahan gempa Gedung Hotel 6 Lantai di Kota Manado menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) diperoleh kesimpulan, yaitu:

1. Elemen struktur seperti balok, kolom dan pelat telah direncanakan sesuai peraturan (SNI) yang berlaku sehingga aman dan dapat menahan gaya gempa yang terjadi.
2. Tulangan dan elemen struktur yang direncanakan mampu menahan gaya-gaya yang bekerja, dengan terpenuhinya syarat desain Kekuatan Rencana  $\geq$  Kekuatan Perlu, sesuai SNI 2847:2019 sebagai berikut:
  - a. Momen Rencana ( $\phi.Mn$ )  $\geq$  Momen Perlu ( $Mu$ )
  - b. Gaya Geser Rencana ( $\phi.Vn$ )  $\geq$  Gaya Geser Perlu ( $Vu$ )
  - c. Torsi Rencana ( $\phi.Tn$ )  $\geq$  Torsi Perlu ( $Tu$ )
  - d. Gaya Aksial Rencana ( $\phi.Pn$ )  $\geq$  Gaya Aksial Perlu ( $Pu$ )

3. Struktur gedung hanya mengalami ketidakberaturan horizontal torsi (1a) dan sudut dalam, namun telah dilakukan perbaikan berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI)

## 5. Saran

1. Pada Perencanaan selanjutnya untuk bangunan dengan denah berbentuk “L” dan asimetris lainnya bisa ditambahkan elemen pengaku gaya lateral berupa dinding geser. Penambahan dinding geser dapat mereduksi efek torsi yang terjadi pada bangunan dengan denah berbentuk “L” dimana terdapat ketidakberaturan sudut dalam. Namun, perlu diingat bahwa penempatan dinding geser sendiri pada bangunan perlu dianalisa dan diperhitungkan dengan baik untuk mendapatkan fungsi dari dinding geser itu sendiri secara maksimal.
2. Bentang balok antar kolom bisa direncanakan seragam, atau bentang balok dengan perbedaan yang tidak begitu signifikan bisa direncanakan bersampingan pada denah untuk menghasilkan rencana dimensi balok yang seragam. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam penyambungan tulangan antar balok di lapangan.
3. Penelitian selanjutnya bisa dilakukan analisis perbandingan antara bangunan asimetris dengan bangunan simetris seperti dalam hal respon dan perilaku struktur.

## Referensi

- American Concrete Institute. 2015. *Building Code Requirements For Structural Concrete (ACI 318M-14) and Commentary (ACI 318RM-14)*. Farmington Hills
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727:2020. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. *Baja Tulangan Beton*, SNI 2052:2017. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2019. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2019. Jakarta
- Koloy, B., Pandaleke, R. E., Kumaat, E.J., 2023. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Arsip 4 Lantai*, Jurnal Sipil Statik Vol.21 No.84 2023 (775-785) 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.
- Lesmana, Yudha., 2020. *Handbook Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2019*, Nas Media Pustaka, Makassar.
- Pontoring, O.A., Pandaleke, R.E., Handono, B.D., 2023. *Perencanaan Gedung Struktur Beton Bertulang Hotel 5 Lantai Dengan Denah Bangunan Berbentuk "U"*, Jurnal Sipil Statik Vol.21 No.83 Juli 2023 (235-246) ISSN: 0215-9617. Universitas Sam Ratulangi, Manado.