



## Perencanaan Struktur Stadion Di Kota Manado

Andika T. Mentaruk<sup>#a</sup>, Banu D. Handono<sup>##b</sup>, Ronny E. Pandaleke<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia  
<sup>a</sup>thwinari@gmail.com; <sup>b</sup>banu2h@unsrat.ac.id; <sup>c</sup>ronny\_pandaleke@yahoo.com

### Abstrak

Pengguna stadion sepakbola telah berkembang dari sekadar klub sepakbola dan manajemen stadion. Stadion dapat difungsikan untuk kebutuhan lainnya seperti acara kesenian, pertemuan klub penggemar, museum, toko dan bahkan fasilitas olah raga umum bagi warga sekitar stadion. Perancangan stadion perlu memperhatikan standar yang berlaku di tempat di mana stadion akan dibangun, termasuk standar untuk desain struktur. Struktur yang akan direncanakan adalah struktur dengan sistem konstruksi rangka ruang atap baja dan rangka beton pemikul momen khusus. Dimensi struktur di arah  $x = 28$  m, dan arah  $y = 100$  m. Beban-beban yang bekerja pada struktur dianalisis berdasarkan SNI 1726:2019 (beban gempa) dan SNI 1727:2020 (beban mati, beban angin dan beban hidup). Struktur dirancang dengan bantuan *software* STAAD.Pro 2023 dan RCDC 2023. Penulangan pelat lantai dan tribun cenderung seragam. Dimensi dan penulangan balok yang dihasilkan tidak seragam untuk tiap as dan tingkat. Tulangan kolom di bagian lantai atas dibutuhkan lebih banyak untuk mengakomodasi momen akibat atap. Detail sambungan dari atap ke kolom utama harus memperhitungkan gaya ekstrim yang bekerja. Dimensi elemen struktur yang direncanakan telah memenuhi persyaratan kekuatan yang disyaratkan pada SNI 1729:2019 dan SNI 2847:2019.

*Kata kunci: perencanaan struktur, rangka pemikul momen khusus, rangka ruang struktur tahan gempa*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Stadion adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat menonton suatu pertandingan sepakbola telah memiliki fungsi yang berkembang. Pengguna stadion sepakbola telah berkembang dari sekadar klub sepakbola dan manajemen stadion. Stadion dapat difungsikan untuk kebutuhan lainnya seperti acara kesenian, pertemuan klub penggemar, museum, toko dan bahkan fasilitas olah raga umum bagi warga sekitar stadion. Perancangan stadion perlu memperhatikan standar yang berlaku di tempat di mana stadion akan dibangun, termasuk standar untuk desain struktur. Stadion yang dirancang dengan baik akan membuat stadion aman digunakan meskipun pada kondisi ekstrim di mana terjadi beban-beban eksternal tertentu.

Struktur yang dibangun di Kota Manado secara khusus harus memperhatikan kondisi geografis Kota Manado yang berdampak terhadap adanya beban-beban eksternal yang akan dipikul oleh struktur. Beban berupa, namun tidak terbatas pada, beban angin dan beban gempa, yang harus dianalisis secara khusus. Desain yang struktur dilakukan harus mengakomodasi keberadaan beban-beban ini.

### 1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana merencanakan elemen struktur baja atap, dan elemen struktur beton stadion yang terletak di Manado dengan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus dan atap baja agar dapat mengakomodasi keberadaan beban-beban rencana, termasuk di dalamnya beban

angin dan beban gempa, sesuai dengan standar-standar yang berlaku di Indonesia.

### 1.3. Batasan Masalah

1. Struktur yang direncanakan adalah Stadion 4 lantai dengan konstruksi struktur beton bertulang dan atap baja.
2. Perletakan diasumsikan terjepit
3. Atap direncanakan menggunakan rangka ruang baja.
4. Analisis Struktur dan desain elemen baja menggunakan *software* STAAD.Pro 2023
5. Desain elemen beton dilakukan dengan bantuan *software* STAAD.Pro Advanced Concrete Design – RCDC
6. Beban yang akan ditinjau adalah beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin.
7. Struktur baja yang didesain tidak termasuk sambungan antar rangka ruang.
8. Tidak dilakukan Perencanaan struktur bawah (fondasi dan *tie beam*)
9. Perencanaan elemen struktur atap menggunakan analisis berdasarkan pada SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural.
10. Perencanaan elemen struktur bangunan menggunakan analisis berdasarkan pada SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung
11. Peraturan pembebanan yang bekerja pada struktur berdasarkan SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
12. Analisis 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.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari perencanaan ini adalah menghasilkan rancangan struktur stadion dan elemen-elemen struktur yang aman dan memenuhi standar/peraturan konstruksi untuk memikul beban-beban yang direncanakan.

## 2. Metodologi Pelaksanaan

### 2.1. Studi Literatur

Dalam penelitian ini, metodologi yang digunakan adalah berdasarkan konsep sistem struktur rangka ruang atap dan sistem rangka pemikul momen (untuk struktur tengah). Material struktur yang digunakan untuk struktur atap adalah material baja struktural dan untuk struktur tengah adalah beton bertulang. Analisis struktur dilakukan dengan bantuan *software* untuk mendapatkan gaya-gaya dalam. Berdasarkan hasil analisis, dilakukan desain untuk mendapatkan dimensi penampang yang mampu memenuhi persyaratan kekuatan, dan dilakukan pengecekan terhadap peraturan yang berlaku. Perencanaan struktur dilakukan secara iteratif untuk menemukan penampang yang optimal dan memenuhi persyaratan peraturan (misalnya untuk keamanan terhadap gempa dan defleksi).

### 2.2. Data Struktur

Fungsi bangunan	: Stadion
Jumlah lantai	: 4 Lantai
Tinggi struktur (hanya struktur tengah)	: 12.0 meter
Tinggi antar lantai	: Lantai 1 = 5.5 meter Lantai 2-4 tipikal = 4 meter
Panjang bentang	: 28 meter (Arah X), 100 meter (Arah Z)
Konstruksi/Material Struktur	: Rangka Ruang Atap Baja, Rangka Beton Bertulang

### 2.3. Data Material

- Spesifikasi Material Beton

Mutu Beton ( $f'_c$ )	= 30 MPa
Berat Jenis	= 2400 kg/m <sup>3</sup>
Modulus Elastisitas Beton	= $4700\sqrt{f'_c}$
	= 25742,9602 MPa
Angka poisson ( $\nu$ )	= 0,2
- Spesifikasi Material Baja	
Mutu Baja Tulangan Utama ( $f_y$ )	= 420 MPa (BjTS 420A)
Mutu Baja Tulangan Sengkang ( $f_{ys}$ )	= 420 MPa (BjTS 420A)
Mutu Baja Struktural	= ASTM A252 (baja struktural),
Modulus Elastisitas Baja	= 200000 MPa

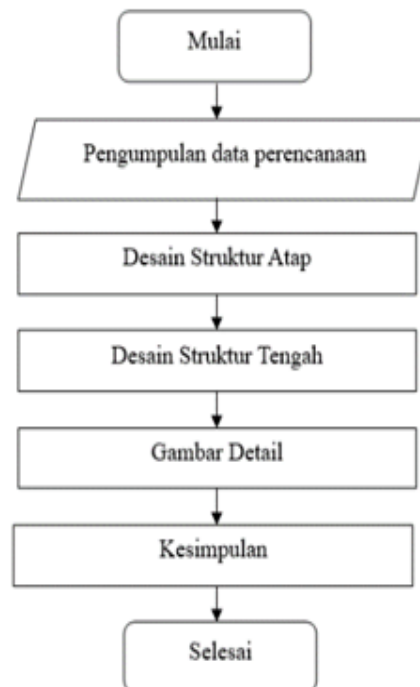
#### 2.4. Data Pembebanan

Beban yang ditinjau terdiri dari beban mati, beban hidup, beban angin (hanya untuk atap), dan beban gempa. Penentuan pembebanan dilakukan berdasarkan berat jenis material, penggunaan ruangan, dan letak geografis struktur. Analisis pembebanan dilakukan berdasarkan SNI 1726:2019 (beban gempa), SNI 1727:2020 (beban mati, beban hidup, dan beban angin).

#### 2.5. Data Tanah

Hasil analisis geoteknik menunjukkan bahwa pada pengujian CPT di titik 3, terdapat lapisan tanah dengan kuat geser niralir,  $S_u \leq 25$  kPa setebal 3,80 m. Berdasarkan ketentuan pada Pasal 5.3 SNI 1726:2019, maka kelas situs ditetapkan sebagai SE (Tanah Lunak)

#### 2.6. Bagan Alir Perencanaan



**Gambar 1.** Bagan Alir Perencanaan

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Pemodelan Struktur 3D

Struktur atap dan struktur tengah dimodelkan dan dianalisis secara terpisah, dimana reaksi dari hasil analisis atap dimasukkan sebagai beban titik pada model struktur tengah.

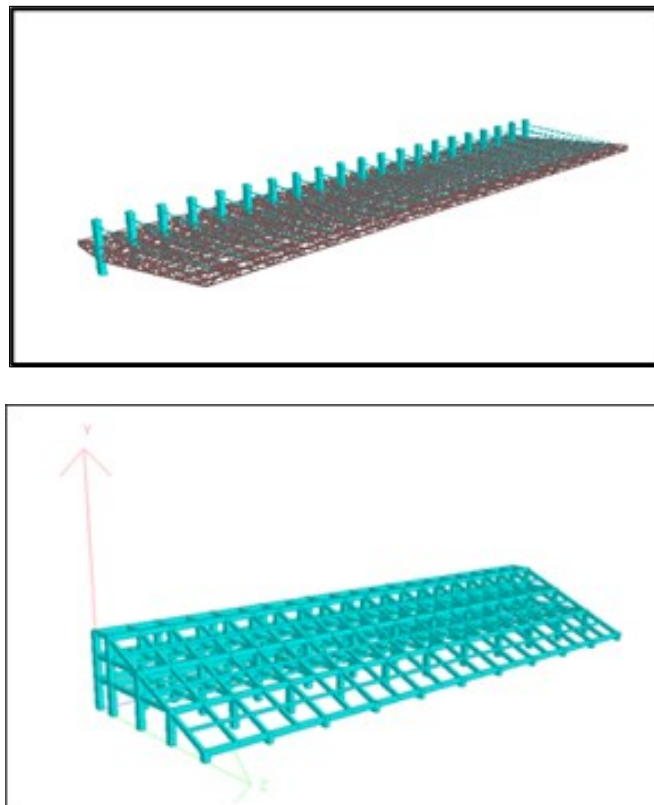
### 3.2 Pembebanan Struktur

#### A. Beban pada Atap

Beban mati pada atap dimasukkan sebagai beban garis yang bekerja pada rangka atap bagian atas. Selain beban garis yang terangkum di tabel di bawah, berat sendiri struktur juga diikutsertakan secara otomatis oleh *software*. Beban yang dimasukkan dihitung dengan bantuan *software spreadsheet*.

#### B. Beban pada Struktur Tengah

Beban mati pada struktur tengah terdiri dari beban mati sendiri, beban pada lantai, pada dinding, dan pada tribun yang terangkum pada Tabel 1 sd. Tabel 4.



**Gambar 2.** Model Struktur Atap (atas); Model Struktur Tengah (bawah)

**Tabel 1.** Rangkuman Beban Mati

Beban Mati	
Penutup Atap	0.05 kN/m <sup>2</sup>
Berat gording	0.053 kN/m
Berat MEP	0.05 kN/m <sup>2</sup>
DL	0.25 kN/m

**Tabel 2.** Rangkuman Beban Hidup

Beban Hidup	0.58 kN/m <sup>2</sup>
LL	1.16 kN/m

**Tabel 3.** Rangkuman Beban Angin

Beban Angin	0.77 kN/m <sup>2</sup>
WL	1.54 kN/m

**Tabel 4.** Rangkuman Beban Mati pada Struktur Tengah

Lantai		
No	Nama	Beban (kN/m <sup>2</sup> )
1	<i>Mechanical duct allowance</i>	0.19
2	<i>Suspended steel channel system</i>	0.10
3	<i>12 mm Gypsum board</i>	0.10
4	<i>20 mm concrete fill finish</i>	0.46
<b>Total</b>		<b>0.85</b>
Tribun		
No	Nama	Beban (kN/m <sup>2</sup> )
1	<i>20 mm concrete fill finish</i>	0.46
2	<i>Grandstand steps</i>	4.10
<b>Total</b>		<b>4.56</b>
Dinding		
No	Nama	Beban (kN/m)
1	Dinding Bata Ringan (h=2.8 m)	3.50
<b>Total</b>		<b>3.50</b>

Beban hidup pada struktur tengah diambil berdasarkan SNI 1727:2020 yang dirangkum pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Rangkuman Beban Hidup pada Struktur Tengah

No.	Nama	Beban (kN/m <sup>2</sup> )
1	Koridor	<b>4.79</b>
2	<i>Food Court</i>	<b>4.79</b>
3	Toilet	<b>2.87</b>
4	Shaft	
4	Gudang	<b>6.00</b>
5	Toko	<b>3.59</b>
6	Tribun	<b>2.87</b>

Beban gempa dihitung secara otomatis dengan *software* dengan memasukkan parameter beban gempa sesuai dengan SNI 1726:2019 sebagai berikut:

S<sub>s</sub> = 1.0401 g

S<sub>1</sub> = 0.4637 g

Kategori risiko = III

Faktor keutamaan gempa (I<sub>e</sub>) = 1.25

Kelas Situs = tanah lunak (SE)

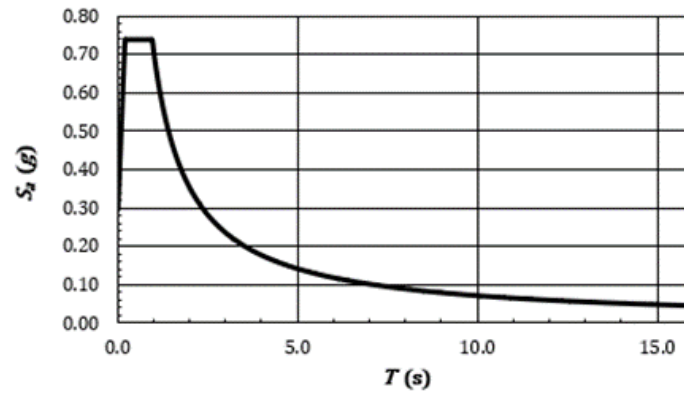
Parameter respon spektral:

S<sub>DS</sub> = 0.740

S<sub>D1</sub> = 0.703

Kategori desain seismik = D

Sistem struktur = Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)



**Gambar 3.** Grafik Respons Spektrum Gempa

### C. Kombinasi Pembebanan

Pada analisis ini digunakan kombinasi pembebanan metode LRFD berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 1727:2020.

#### 3.3 Kontrol Persyaratan Desain Seismik

Struktur telah memenuhi persyaratan desain seismik dibawah ini:

- Kontrol Perioda Fundamental Struktur
- Kontrol Partisipasi Massa
- Kontrol Gaya Geser Dasar (Base Shear)
- Kontrol Simpangan Antar Tingkat
- Kontrol Displacement
- Kontrol Pengaruh P-delta

Berikut ini rangkuman pengecekan ketidakberaturan yang terdapat pada struktur,

**Tabel 6.** Rangkuman Ketidakberaturan pada Struktur

Sumbu	Kode	Jenis	Kontrol	Konsekuensi yang diterapkan
Vertikal	V.1A	Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak	Ada	Tidak ada untuk KDS D, harus menggunakan MRSA
	V.1B	Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan	Ada	Tidak ada untuk KDS D, harus menggunakan MRSA

#### 3.4 Desain Elemen Struktur

Gaya dalam dari analisis dijadikan acuan dalam mendesain elemen struktur. Berikut ini rangkuman desain elemen struktur

##### A. Desain Rangka Ruang

Elemen rangka batang yang memenuhi persyaratan kekuatan adalah sebagai berikut:

- HSS4.5x0.188
- HSS8.625x0.25
- HSS8.625x0.375
- HSS12.75x0.5

##### B. Desain Pelat Beton Bertulang

Hasil desain pelat cenderung menghasilkan desain yang seragam. Elemen pelat yang

memenuhi persyaratan kekuatan adalah sebagai berikut:

- Pelat Tribun :
  - Tebal pelat, tp = 150 mm
  - Tulangan = S10-150 (tumpuan dan lapangan)
- Pelat Lantai:
  - Tebal pelat, tp = 120 mm
  - Tulangan = S10-200 (tumpuan dan lapangan)

### C. Desain Balok Beton Bertulang

Tulangan balok yang dihasilkan cenderung tidak seragam karena dimensi geometrik dari struktur cenderung tidak simetris. Hasil desain tulangan balok ditampilkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Rangkuman Penulangan Balok arah X

As	Story	Kode Balok pada Analisis	Letak Tulangan	Ukuran	Tulangan Tarik	Tulangan Tekan	Tulangan Samping
A	2	<b>B1-2</b>	Tumpuan	500mm x 850 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13
			Lapangan	500mm x 850 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13
	3	<b>B1-3</b>	Tumpuan	500mm x 850 mm	4 - S19	2 - S19	4 - S13*
			Lapangan	500mm x 850 mm	4 - S19	2 - S19	4 - S13*
	4	<b>B1-4</b>	Tumpuan	500mm x 850 mm	4 - S19	3 - S19	2 - S13*
			Lapangan	500mm x 850 mm	4 - S19	3 - S19	2 - S13*
B	2	<b>B3-2</b>	Tumpuan	350mm x 600 mm	4 - S13	2 - S13	2 - S13*
			Lapangan	350mm x 600 mm	4 - S13	2 - S13	2 - S13*
	3	<b>B3-3</b>	Tumpuan	350mm x 600 mm	4 - S13	2 - S13	2 - S13*
			Lapangan	350mm x 600 mm	4 - S13	2 - S13	2 - S13*
	4	<b>B4-4</b>	Tumpuan	350mm x 600 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
			Lapangan	350mm x 600 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
C	2	<b>B6-2</b>	Tumpuan	250mm x 450 mm	4 - S19	2 - S19	2 - S13*
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S19	2 - S13*
	3	<b>B6-3</b>	Tumpuan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
	Tribun	<b>B3-T</b>	Tumpuan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
D	2	<b>B1-2</b>	Tumpuan	500mm x 850 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13
			Lapangan	500mm x 850 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13
	3	<b>BT-1</b>	Tumpuan	500mm x 850 mm	5 - S22	3 - S22	4 - S13
			Lapangan	500mm x 850 mm	5 - S22	3 - S22	4 - S13
E	2	<b>B6-2</b>	Tumpuan	250mm x 450 mm	4 - S19	2 - S19	2 - S13*
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S19	2 - S13*
	Tribun	<b>B3-T</b>	Tumpuan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
F	2	<b>B1-4</b>	Tumpuan	500mm x 850 mm	4 - S19	3 - S19	2 - S13*
			Lapangan	500mm x 850 mm	4 - S19	3 - S19	2 - S13*
G	Tribun	<b>B3-T</b>	Tumpuan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
H	2	<b>BT-1</b>	Tumpuan	500mm x 850 mm	5 - S22	3 - S22	4 - S13
			Lapangan	500mm x 850 mm	5 - S22	3 - S22	4 - S13

**Tabel 8.** Rangkuman Penulangan Balok Arah Z

As	Story	Kode Balok pada Analisis	Tipe	Ukuran	Tulangan Tarik	Tulangan Tekan	Tulangan Samping	
1, 21	2	B2-2	Tumpuan	400mm x 750 mm	5 - S22	3 - S22	4 - S13	
			Lapangan	400mm x 750 mm	5 - S22	3 - S22	4 - S13	
	2	B6-2	Tumpuan	250mm x 450 mm	4 - S19	2 - S19	2 - S13*	
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S19	2 - S13*	
	3	B2-3	Tumpuan	400mm x 750 mm	4 - S19	3 - S19	4 - S13	
			Lapangan	400mm x 750 mm	4 - S19	3 - S19	4 - S13	
	3	B4-3	Tumpuan	250mm x 450 mm	2 - S13	2 - S13	2 - S13*	
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S13	2 - S13	2 - S13*	
	4	B2-4	Tumpuan	350mm x 600 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*	
			Lapangan	350mm x 600 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*	
	Tribun	B2-T	Tumpuan	400mm x 750 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13	
			Lapangan	400mm x 750 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13	
	2, 8, 14, 20	2	B5-2	Tumpuan	350mm x 600 mm	4 - S22	2 - S22	0 - S13*
				Lapangan	350mm x 600 mm	4 - S22	2 - S22	2 - S13*
2		B7-2	Tumpuan	350mm x 600 mm	9 - S22	2 - S22	2 - S13	
			Lapangan	350mm x 600 mm	5 - S22	2 - S22	2 - S13	
3		B5a-3	Tumpuan	350mm x 600 mm	2 - S22	2 - S22	2 - S13*	
			Lapangan	350mm x 600 mm	2 - S22	2 - S22	2 - S13*	
3		B7-3	Tumpuan	350mm x 600 mm	5 - S19	2 - S19	2 - S13*	
			Lapangan	350mm x 600 mm	3 - S19	2 - S19	2 - S13*	
4		B3b-4	Tumpuan	350mm x 600 mm	3 - S22	3 - S22	2 - S13*	
			Lapangan	350mm x 600 mm	3 - S22	3 - S22	2 - S13*	
Tribun		B2-4	Tumpuan	350mm x 600 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*	
			Lapangan	350mm x 600 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*	
4, 10, 16		2	B5-2	Tumpuan	350mm x 600 mm	4 - S22	2 - S22	0 - S13*
				Lapangan	350mm x 600 mm	4 - S22	2 - S22	2 - S13*
	2	B8a-2	Tumpuan	400mm x 750 mm	10 - S22	2 - S22	4 - S13	
			Lapangan	400mm x 750 mm	8 - S22	2 - S22	4 - S13	
	2	B7-2	Tumpuan	350mm x 600 mm	9 - S22	2 - S22	2 - S13	
			Lapangan	350mm x 600 mm	5 - S22	2 - S22	2 - S13	
	3	B5b-3	Tumpuan	250mm x 450 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*	
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*	
	3	B7-3	Tumpuan	350mm x 600 mm	5 - S19	2 - S19	2 - S13*	
			Lapangan	350mm x 600 mm	3 - S19	2 - S19	2 - S13*	
	4	B3a-4	Tumpuan	250mm x 450 mm	4 - S16	2 - S16	2 - S13*	
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*	
	Tribun	B2-T	Tumpuan	400mm x 750 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13	
			Lapangan	400mm x 750 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13	
3, 5, 9, 11, 15, 17	2	B4-2	Tumpuan	250mm x 450 mm	4 - S13	2 - S13	2 - S13	
			Lapangan	250mm x 450 mm	4 - S13	2 - S13	2 - S13*	
	2	B8a-2	Tumpuan	400mm x 750 mm	10 - S22	2 - S22	4 - S13	
			Lapangan	400mm x 750 mm	8 - S22	2 - S22	4 - S13	
	3	B4-3	Tumpuan	250mm x 450 mm	2 - S13	2 - S13	2 - S13*	
			Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S13	2 - S13	2 - S13*	
	3	B2-3	Tumpuan	400mm x 750 mm	4 - S19	3 - S19	4 - S13	



As	Story	Kode Balok pada Analisis	Tipe	Ukuran	Tulangan Tarik	Tulangan Tekan	Tulangan Samping
			Lapangan	400mm x 750 mm	4 - S19	3 - S19	4 - S13
			Tumpuan	350mm x 600 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*
	4	B2-4	Lapangan	350mm x 600 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*
			Tumpuan	400mm x 750 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13
	Tribun	B2-T	Lapangan	400mm x 750 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13
			Tumpuan	350mm x 600 mm	4 - S22	2 - S22	0 - S13*
6, 12, 18	2	B5-2	Lapangan	350mm x 600 mm	4 - S22	2 - S22	2 - S13*
			Tumpuan	350mm x 600 mm	4 - S22	2 - S22	2 - S13*
	2	B7-2	Lapangan	350mm x 600 mm	9 - S22	2 - S22	2 - S13
			Tumpuan	350mm x 600 mm	5 - S22	2 - S22	2 - S13
	3	B5b-3	Lapangan	250mm x 450 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*
			Tumpuan	250mm x 450 mm	2 - S19	2 - S19	2 - S13*
	3	B7-3	Lapangan	350mm x 600 mm	5 - S19	2 - S19	2 - S13*
			Tumpuan	350mm x 600 mm	3 - S19	2 - S19	2 - S13*
	4	B3a-4	Lapangan	250mm x 450 mm	4 - S16	2 - S16	2 - S13*
			Tumpuan	250mm x 450 mm	2 - S16	2 - S16	2 - S13*
	Tribun	B2-T	Lapangan	400mm x 750 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13
			Tumpuan	400mm x 750 mm	6 - S22	3 - S22	4 - S13

#### D. Desain Kolom Beton Bertulang

Penulangan kolom di bagian atas lebih banyak dari pada di bagian bawah karena dipengaruhi momen yang besar akibat atap. Hasil desain tulangan kolom ditampilkan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Rangkuman Penulangan Kolom

Kode Kolom	Elevasi	Ukuran	Tulangan
K1-A	+0,00 - +5,50	600 x 800	20-S19
K1-B	+5,50 - +12,00	600 x 800	20-S25
K2-A	+0,00 - +5,50	800 x 1200	34S-22
K2-B	+5,50 - +12,00	800 x 1200	34-S32

#### 4. Kesimpulan

1. Elemen struktur baja yang direncanakan memenuhi persyaratan kekuatan pada SNI 1729:2020 sehingga penampang mampu menahan gaya-gaya dalam yang bekerja yang diperoleh dari analisis pembebanan berdasarkan SNI 1727:2020.
2. Elemen struktur beton beserta tulangan dari struktur yang direncanakan (Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9) mampu menahan gaya-gaya yang bekerja dengan terpenuhinya syarat desain kekuatan rencana  $\geq$  kekuatan perlu.

#### 5. Saran

Perencanaan struktur serupa dapat menggunakan sistem struktur yang berbeda dengan kombinasi geometri dan material penampang yang berbeda. Model bangunan atap dan struktur tengah dapat dibuat sebagai suatu kesatuan. Setiap elemen (rangka atap baja, pelat tribun, kolom, dan balok) dapat dianalisis secara lokal dengan gaya dalam yang ada untuk mendapatkan konfigurasi penampang yang optimal.

## Referensi

- Aghayere, A. & Vigil, J. (2020) *Structural Steel Design 3rd Edition*. Mercury Learning and Information.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2019*. Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2019*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020*. Badan Standardisasi Nasional.
- Charney, F., Heausler, F., & Marshall, J. (2020). *Seismic Loads Guide to Seismic Load Provisions of ASCE 7-16*. ASCE Press.
- Darwin, D. (2021) *Design of Concrete Structures*. McGraw-Hill.
- Fanella, D. (2016) *Reinforced Concrete Structures Analysis and Design 2nd Edition*. McGraw-Hill
- Fanella, D. (2021) *Wind Loads: Time-Saving Methods Using the 2018 IBC and ASCE/SEI 7-16, 1st Edition*. McGraw-Hill.
- Koloy, B., Pandaleke, R. E., & Kumaat, E. J. (2023). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Arsip 4 Lantai. *TEKNO*, 21(84), 775-785.
- 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*, 8(4).
- Moehle, J. (2014) *Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings*. McGraw-Hill.
- McCormac, J. & Brown, R. 2016. *Design of Reinforced Concrete 10th Edition*. Wiley.
- Turangan, J. C., Handono, B. D., & Pandaleke, R. E. (2024). Perencanaan Struktur Gedung Hotel 8 Lantai Di Kota Bitung. *TEKNO*, 22(87), 653-663.