

# PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG 6 LANTAI (KANTOR KESYAHBANDARAN DAN OTORITAS PONTIANAK)

Fayyadh Felageti Sofian. <sup>1)</sup>, Faisal. <sup>2)</sup>, Yusuf, M. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

<sup>2,3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

Email : [fayyadhfelagetisofian@student.untan.ac.id](mailto:fayyadhfelagetisofian@student.untan.ac.id)

## ABSTRAK

Gedung Kantor Kesyahbandaran Dan Otoritas Pontianak merupakan salah satu sarana untuk mendapatkan pelayanan berkualitas, yang merupakan lembaga pelayanan lalu lintas dan keselamatan pelayaran di perairan Pelabuhan. Gedung beralamat di Jalan Rahadi Usman, Tengah, Kecamatan Pontianak kota, Kota Pontianak, Kalimantan Barat. Gedung 6 lantai dengan struktur beton bertulang, dimana gedung pelabuhan wajib memiliki kekuatan terhadap beban luar yang memiliki potensi mengakibatkan kegagalan pada struktur. Adapun beban yang sering diabaikan dalam menghitung struktur gedung di Pontianak adalah beban gempa. Hal tersebut dapat terlihat diperaturan terbaru yang menunjukkan Kota Pontianak termasuk zona gempa ringan. Perhitungan ulang struktur pada gedung memperhitungkan beban gempa dimana struktur direncanakan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen dan dibatasi hanya untuk perencanaan struktur atas bangunan (pelat lantai, balok, kolom) serta struktur bawah bangunan (fondasi). Analisis struktur dilakukan dengan bantuan program analisis struktur dengan dimensi struktur yang digunakan pelat lantai dengan tebal 100 mm, balok induk 350/600 mm, dan 300/500 mm, serta kolom K1 500×500 mm dengan menggunakan fondasi tiang pancang dengan *spun pile* berdiameter 30 cm dan kedalaman 38 m. Kategori desain seismik untuk gedung ini termasuk dalam KDS C sehingga hasil penelitian ini, sistem struktur pemikul gaya seismik yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).

**Kata Kunci:** Analisis struktur, Gedung Kantor Kesyahbandaran Dan Otoritas Pontianak, Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

## ABSTRACT

*The Pontianak Harbor and Authority Office Building is one of the means to get quality service, which is a traffic service agency and shipping safety in Port waters. This building is located on Jalan Rahadi Usman, Tengah, Pontianak Kota District, Pontianak City, West Kalimantan. The 6-storey building with a reinforced concrete structure. One of the loads that is often overlooked in calculating building structures in Pontianak is the earthquake load. This can be seen in the latest regulations which indicate that Pontianak City is included in the light earthquake zone. The re-calculation of the structure in the building takes into account the earthquake load where the structure is planned with the Moment Resisting Frame System and is limited only to the planning of the superstructure of the building (floor plate), beams, columns) as well as the lower structure of the building (foundation). Structural analysis was carried out with the help of a structural analysis program with the structural dimensions used being floor slabs with a thickness of 100 mm, main beams 350/600 mm, and 300/500 mm, and K1 columns 500×500 mm using pile foundations with spun pile diameter 30 cm and 38 m deep. The seismic design category for this building is included in KDS C so that in this final project, the seismic force-bearing structural system used is the Intermediate Moment Resisting Frame System (SRPMM).*

**Key Words:** Intermediate Moment Resisting Frame System, Pontianak Harbor and Authority Office Building, Structural Analysis

## I. PENDAHULUAN

Perencanaan gedung kantor dengan menggunakan struktur beton bertulang direncanakan sebagai fasilitas gedung kantor kepelabuhan. Gedung Pelabuhan merupakan fasilitas umum yang memiliki peran vital serta dapat menampung banyak kegiatan didalamnya. Berdasarkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017, wilayah Kalimantan Barat termasuk ke dalam zona gempa ringan hingga sedang maka pengaruh gempa perlu diperhitungkan pada perencanaan struktur bangunan yang direncanakan. Perencanaan Gedung ini memakai SRPM karena beberapa kelebihan

antara lain pemasangan yang tidak rumit, biaya relatif lebih murah, dan hampir tidak mengurangi fungsi dari bangunan rencana sehingga dianggap cocok untuk gedung di Kota Pontianak.

Adapun spesifikasi dari gedung pada penelitian ini yang direncanakan yaitu sebagai berikut:

- a. Struktur : Beton Bertulang
- b. Jumlah Lantai : 6 lantai
- c. Panjang Bangunan : 26 meter
- d. Lebar Bangunan : 21,6 meter
- e. Tinggi antar Lantai : 3,25 meter dan 4,2 meter

- f. Tinggi Total Bangunan : 24,25 meter
- g. Spesifikasi Material:
  - Mutu Beton ( $f_c'$ ) = 30 MPa (Pasal 19.2.1.1 SNI 2847-2019)
  - Mutu Baja Ulir ( $f_y$ ) = 420 MPa (Pasal 20.2.2.4 SNI 2847-2019)

## II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Pada perencanaan gedung ini akan dilakukan pemodelannya pada program analisis struktur untuk memperoleh gaya dalam yang akan digunakan pada pengecekan perilaku struktur, dan perhitungan manual pada perencanaan tulangan serta fondasi. Pada penelitian ini juga menggunakan metode studi pustaka.

Adapun tahapan yang dilakukan dalam perencanaan struktur gedung ialah:

1. Pengumpulan data  
Data-data yang diperlukan yaitu berupa data gambar arsitektural Gedung, spesifikasi material, dan data tanah. Spesifikasi material harus mengacu pada SNI 2847-2019 pasal 19.2.1.1 mengenai mutu beton ( $f_c'$ ) dan SNI 2847-2019 pasal 20.2.2.4 untuk mutu baja tulangan ulir dan tulangan polos ( $f_y$ ).
2. *Preliminary Design*  
Menentukan dimensi awal pada struktur berupa pelat lantai, balok dan kolom yang dilakukan secara manual dan dirancang berdasarkan ketentuan SNI 2847-2019. Dimensi yang diperoleh dari *preliminary design* akan digunakan pada perhitungan selanjutnya. Selain menentukan dimensi awal struktur utama, juga dilakukan perencanaan utilitas bangunan berupa tangga dan lift.
3. Analisis Struktur  
Analisis struktur dilakukan menggunakan program analisis struktur dan dimodelkan dengan full 3D.
  - a. Pemodelan Struktur
    - Membuat *grid*  
Pada tahapan ini akan dilakukan pembuatan *grid* sesuai dengan ukuran dan bentuk denah bangunan pada setiap lantai.
    - Mengatur spesifikasi material
    - Pembuatan material mutu beton dan mutu tulangan baja akan dilakukan pada *define > material property data*.
    - Memodelkan kolom, balok, dan pelat.
    - Balok dan kolom direncanakan sebagai elemen frame pada frame section property data sedangkan pelat lantai dan pelat tangga dimodelkan sebagai *slab section* dengan tipe *shell-thin* pada *slab property data*. Berlandaskan pasal 6.6.3.1.1 SNI 2847-2019, momen inersia dibalok direduksi menjadi 0,35I<sub>g</sub>, momen inersia dikolom direduksi menjadi 0,70I<sub>g</sub>, dan

momen inersia dipelat direduksi menjadi 0,25I<sub>g</sub>.

- Menginput elemen ke denah *grid* yang telah dibuat
  - Elemen struktur balok, kolom dan pelat akan diaplikasikan pada *grid* denah. Setiap elemen struktur diinput dan disesuaikan pada posisinya sehingga menjadi suatu portal.
  - Lift diumpamakan menjadi beban terpusat pada balok.
- b. Pembebanan Struktur
  - c. Menentukan beban-beban yang bekerja pada struktur utama yaitu meliputi beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup serta beban horizontal berupa beban angin dan beban gempa. Kemudian beban-beban tersebut dikombinasikan agar dapat diperoleh gaya dalam yang terjadi pada struktur tersebut.
  - d. Pemeriksaan Perilaku Struktur
  - e. Tahapan ini merujuk pada pedoman SNI 1726-2019 yang mencakup rasio partisipasi modal massa, faktor skala gaya gempa, simpangan antar tingkat, pengaruh P-delta, ketidakteraturan horizontal pada struktur, dan ketidakteraturan vertikal pada struktur
4. Perencanaan Tulangan  
Gaya dalam yang didapatkan dari hasil yang dikeluarkan program analisis struktur akan dipakai dalam rencana tulangan secara manual. Perencanaan dan pendetailan tulangan disesuaikan dengan kriteria SRPM yang digunakan.
  5. Perencanaan Fondasi  
Perencanaan fondasi meliputi daya dukung fondasi, pemeriksaan geser pada *pile cap* dan perencanaan tulangan pada *pile cap*.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. *Preliminary design*

- Balok  
Balok memopong beban vertikal yaitu beban mati dan beban hidup dalam arah memanjang dan arah melintang, serta kolom yang menjadi tumpuan balok dianggap jepit. Perencanaan awal dimensi balok mempergunakan rumus tinggi minimum balok pada tabel 9.3.1.1 SNI 2847-2019 dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 1. Penentuan Dimensi Balok

BALOK		Bentang (mm)	Ukuran Balok (mm)
induk	B1	6000	350/600
	B2	3600	300/500
anak	B1	3600	350/600

- Pelat Lantai
 

Pelat lantai menopang beban vertikal yakni beban mati dan beban hidup dalam arah memanjang dan melintang, dengan balok yang menjadi tumpuan pelat lantai dianggap jepit. Perencanaan awal tebal pelat lantai menerapkan rumus ketebalan minimum pelat lantai pada 7.3.1.1 SNI 2847-2019 untuk pelat satu arah, Tabel 8.3.1.1 SNI 2847-2019 dan Tabel 8.3.1.2 SNI 2847-2019 untuk pelat dua arah. Berdasarkan pasal tersebut pada perencanaan gedung ini digunakan tebal pelat 100 mm dan direncanakan seragam disetiap lantai.
- Kolom
 

Perencanaan awal dimensi ditentukan dengan menghitung beban-beban yang bereaksi pada kolom tersebut. Perhitungan total beban yang bereaksi pada kolom menggunakan metode *Tributary Area*. Beban yang ditinjau dalam perencanaan awal dimensi ialah beban vertikal (beban mati dan beban hidup). Penentuan dimensi kolom harus mengacu pada pasal 22.4 SNI 2847-2019. Dalam perencanaan ini digunakan dimensi kolom yang seragam di setiap lantainya yaitu kolom persegi (K1) dengan dimensi 500x500 mm.
- Utilitas bangunan
 

Pada Gedung ini direncanakan utilitas bangunan berupa tiga tipe tangga dan lift. Tebal pelat tangga dan bordes direncanakan sesuai dengan tipe tangga dan diperoleh dimensi awal tebal pelat tangga dan bordes, untuk tangga tipe I yaitu 130 mm dan tangga tipe II dan tangga tipe III diperoleh yaitu 160 mm. tangga dirancang sebagai pelat satu arah. Untuk utilitas lift pada gedung ini digunakan satu buah lift dan dimodelkan sebagai beban terpusat pada balok dengan nilai beban disesuaikan dengan spesifikasi lift yang digunakan.

## 2. Analisis Struktur

Beban-beban yang bekerja pada struktur terdiri dari beban vertikal dan beban horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup sedangkan beban horizontal berupa beban angin dan beban gempa. Untuk beban mati, beban hidup dan beban angin diatur pada SNI 1727-2020 sedangkan beban gempa diatur pada SNI 1726-2019.

### a. Beban mati

Beban mati terdiri dari beban mati akibat berat sendiri (DL) dan beban mati Tambahan (SIDL). Berat sendiri berupa balok kolom, dan pelat yang dihitung secara otomatis pada program analisis struktur. Beban mati tambahan pada balok berupa beban dinding, beban tambahan pada

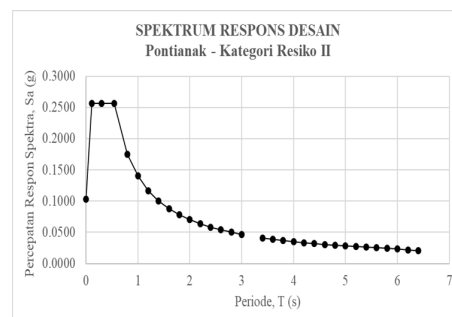
pelat lantai yakni beban hidup, beban mati serta beban mati tambahan pada tangga.

- Beban hidup
 

Beban hidup disesuaikan dengan mengacu pada SNI 1727-2020 mengenai Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- Beban Angin
 

Beban angin mengacu pada pasal 27 bagian 1 SNI 1727-2020 dimana hasil perhitungan diperoleh bahwa beban angin lebih kecil dari beban angin desain minimum, sehingga pada Gedung ini digunakan beban angin desain minimum sebesar 0,77 kN/m<sup>2</sup>.
- Beban Gempa
 

Beban gempa diatur secara khusus dalam SNI 1726-2019. Pada perencanaan Gedung ini digunakan metode analisis spektrum respons ragam.



Gambar 1. Kurva Spektrum Respons Desain Kota Pontianak

Kategori desain seismik dapat ditentukan berdasarkan nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$ , dimana gedung ini tergolong kedalam KDS C sehingga digunakan (SRPMM) dengan  $(R) = 5$ ,  $(\Omega_0) = 3$ , dan  $(C_d) = 5/2$ .

## 3. Pemeriksaan Perilaku Struktur

Adapun pemeriksaan perilaku struktur adalah sebagai berikut:

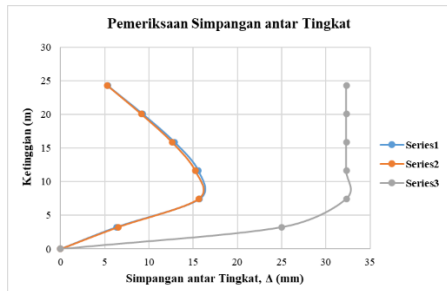
- Pemeriksaan Rasio Partisipasi Modal Massa
 

Berdasarkan hasil analisis struktur dengan jumlah ragam sebanyak 12 diperoleh nilai arah X sebesar 95,8%, arah Y sebesar 95,6% dan arah Z sebesar 93,1% yang mana nilai tersebut memenuhi persyaratan pasal 7.9.1.1 SNI 1726-2019.
- Faktor Skala Gaya Gempa
 

Gaya geser dasar hasil analisis ragam ( $V_t$ ) lebih dari 100% dari gaya geser ( $V$ ) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen sehingga sesuai dengan ketentuan pada Pasal 7.9.1.4.1 SNI 1726-2019.
- Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat
 

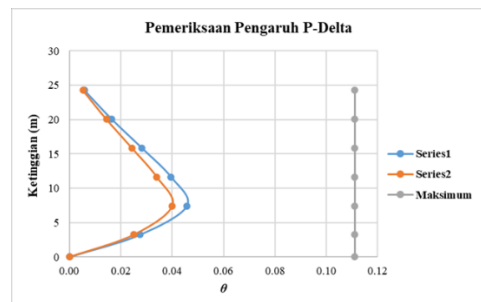
Untuk KDS C, simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi  $\Delta a/\rho$  untuk

semua tingkat dengan  $\rho$  adalah faktor redundansi.



Gambar 2. Pemeriksaan Simpangan antar Tingkat

- d. Pemeriksaan Pengaruh P-Delta  
Berdasarkan Pasal 7.8.7 SNI 1726-2019, apabila koefisien stabilitas ( $\theta$ ) sama dengan atau kurang dari 0,10 jadi pengaruh P-delta tidak perlu diperhitungkan. Koefisien stabilitas ( $\theta$ ) juga tidak boleh melebihi  $\theta$  maks.



Gambar 3. Pemeriksaan Pengaruh P Delta

- e. Pemeriksaan ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur  
Pemeriksaan ini mengacu pada SNI 1726-2019 Tabel 13 dan disesuaikan dengan penerapan KDS pada struktur yang dianalisis.

Tabel 2. Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur

Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Keterangan
1a Ketidakberaturan torsi	Tidak Ada
1b Ketidakberaturan torsi berlebihan	Tidak Ada
2 Ketidakberaturan sudut dalam	Tidak Ada
3 Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma	Tidak Ada
4 Ketidakberaturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang	Tidak Ada
5 Ketidakberaturan sistem non paralel	Tidak Ada

- f. Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur  
Pemeriksaan ini mengacu pada SNI 1726-2019 Tabel 14 dan disesuaikan dengan penerapan KDS pada struktur yang dianalisis.

Tabel 3. Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur

Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	keterangan	Pasal referensi
1a Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak	Tidak Ada	
1b Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan	Tidak Ada	
2 Ketidakberaturan berat (massa)	Tidak Ada	Tabel 16
3 Ketidakberaturan geometri vertikal	Tidak Ada	
4 Ketidakberaturan akibat diskontinuitas bidang pada elemen vertikal pemikul gaya lateral	Tidak Ada	
5a Ketidakberaturan tingkat lemah akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat	Tidak Ada	
5b Ketidakberaturan tingkat lemah berlebihan akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat	Tidak Ada	

#### 4. Perencanaan Tulangan

##### a. Tulangan Pelat Lantai

pada program analisis struktur pelat lantai dimodelkan sebagai *slab* dengan tipe *shell-thin*. *Output* analisis program perencanaan tulangan manual berupa nilai  $M_{11}$ ,  $M_{22}$  dan  $M_{12}$ . Nilai dari output program analisis struktur harus diolah terlebih dahulu sebelum dilakukan perencanaan tulangan pelat secara manual. Penulangan pelat lantai direncanakan seragam untuk mengurangi risiko kesalahan pengerjaan dilapangan. Berikut rekapitulasi perencanaan tulangan pelat.

Tabel 4. Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Pelat Lantai

Lantai	Daerah	Tulangan yang digunakan
Lantai Atap	Tumpuan	M6-100
	Lapangan	M6-100
Lantai 6	Tumpuan	M8-100
	Lapangan	M8-100
Lantai 5	Tumpuan	M8-100
	Lapangan	M8-100
Lantai 4	Tumpuan	M8-100
	Lapangan	M8-100

Lantai 3	Tumpuan	M8-100
	Lapangan	M8-100
Lantai 2	Tumpuan	M8-100
	Lapangan	M8-100
Lantai 1	Tumpuan	M8-100
	Lapangan	M8-100

b. Tulangan Pelat Tangga dan Bordes

Perencanaan tulangan pelat tangga dan bordes direncanakan sebagai pelat satu arah dengan menggunakan momen output dari program analisis struktur berupa nilai  $M_{22}$  dan  $M_{12}$ . Sama seperti penulangan pelat lantai, nilai output tersebut diolah dahulu sebelum menghitung perencanaan tulangan manual. Pelat tangga dan bordes direncanakan seragam. Berikut adalah rekapitulasi perencanaan tulangan pelat tangga dan bordes.

Tabel 5. Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Pelat Tangga dan Bordes

Tipe Tangga	Tulangan Lentur		Tulangan yang digunakan
	Tumpuan	Lapangan	
Tipe 1	D10-200	D10-200	M8-100
Tipe 2	D10-200	D10-200	M8-100
Tipe 3	D10-200	D10-200	M8-100

c. Tulangan Balok

Tulangan Balok direncanakan sesuai dengan nama balok dan panjang baloknya. Untuk balok yang memiliki panjang dan penamaan yang sama akan direncanakan penulangan yang sama baik tulangan lentur, tulangan geser dan tulangan torsi. penulangan lentur dan penulangan geser dilakukan pada dua daerah (daerah tumpuan dan daerah lapangan). Daerah tumpuan pada perencanaan balok (SRPMM) merupakan jarak 2 kali tinggi balok yang diukur dari muka kolom penumpu ke arah tengah bentang dikedua ujung balok. Output program analisis struktur yang dipakai untuk perencanaan tulangan balok berupa nilai  $M_3$ ,  $V_2$  dan  $T$ . Berikut rekapitulasi perencanaan tulangan lentur pada balok.

Tabel 6. Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Lentur pada Balok

Nama Balok	Dimensi Balok (mm)	Daerah	Tulangan Lentur	
			Atas	Bawah
B1	350/600	Tumpuan	4D22	3D22
		Lapangan	3D22	3D22
B2	300/500	Tumpuan	4D22	3D22
		Lapangan	3D22	3D22
B3	350/600	Tumpuan	4D22	3D22
		Lapangan	3D22	3D22

Tabel 7. Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Geser pada Balok

Nama Balok	Dimensi Balok (mm)	Daerah	Tulangan Geser
B1	350/600	Tumpuan	D10-100
		Lapangan	D10-125
B2	300/500	Tumpuan	D10-100
		Lapangan	D10-125
B3	350/600	Tumpuan	D10-100
		Lapangan	D10-125

Tabel 8. Rekapitulasi Perencanaan Tulangan Torsi pada Balok

Nama Balok	Dimensi Balok (mm)	Daerah	Tulangan Torsi	
			Kiri	Kanan
B1	350/600	Tumpuan	1D22	1D22
		Lapangan		
B2	300/500	Tumpuan	1D16	1D16
		Lapangan		
B3	350/600	Tumpuan	1D16	1D16
		Lapangan		

Perencanaan balok pada Gedung ini telah memenuhi semua persyaratan (SRPMM) yang terdapat pada pas 18.6 SNI 2847-2019.

d. Tulangan Kolom

Pada Gedung ini direncanakan satu tipe kolom yaitu persegi dengan ukuran 500x500 mm. Perencanaan tulangan kolom dilakukan dengan memeriksa kelangsingan kolom terlebih dahulu. Apabila pengaruh kelangsingan kolom tidak dapat diabaikan maka perlu dilakukan pembesaran momen rangka begoyang dengan mengacu pada pasal 6.6.4.6.1 SNI 2847-2019. Kemudian setelah itu, dilakukan perencanaan tulangan longitudinal pada kolom dengan memakai diagram interaksi kolom, serta dilakukan perencanaan tulangan transversal pada kolom. Hasil dari perencanaan tulangan kolom pada Gedung ini yaitu tulangan lentur digunakan 12 buah tulangan diameter 25 dan tulangan transversal digunakan tulangan D10-65 mm pada daerah sendi plastis, dan tulangan D10-150 pada daerah diluar sendi plastis.

e. Perencanaan Fondasi

Perencanaan fondasi pada Gedung ini menggunakan fondasi dalam atau fondasi tiang pancang dengan ukuran spun pile berdiameter 30 cm. Perencanaan fondasi menggunakan data SPT. Perencanaan fondasi meliputi estimasi daya dukung fondasi. Pemeriksaan geser pada *pile cap* dan perencanaan tulangan *pile cap*.

Untuk penyelidikan daya dukung fondasi digunakan beban tidak terfaktor atau beban layan dengan kombinasi  $D + L$  sedangkan untuk perhitungan

struktur fondasi digunakan beban terfaktor atau beban ultimit dengan mengambil nilai maksimum dari semua kombinasi yang digunakan. Berdasarkan analisis perhitungan didapat 1 tipe fondasi dimana F1 dengan  $n = 4$  buah.

#### IV. KESIMPULAN

Berikut kesimpulan yang didapat setelah menyelesaikan perhitungan struktur gedung ini:

1. Lokasi perencanaan gedung termasuk dalam kategori desain seismik C (KDS C) sehingga sistem struktur pemikul gaya seismik yang digunakan adalah SRPM..
2. Sarana pendukung yang terdapat pada gedung ini berupa tangga dan lift.
  - a. Tangga
  - b. Lift (Handok Elevator Co., Ltd.)  
Jumlah lift yang digunakan = 1 buah  
Tipe lift = *Passenger Elevator*  
Kecepatan lift = 1,5 m/detik  
Kapasitas lift = 15 orang (1600 kg)
3. Hasil pemeriksaan perilaku struktur diantaranya sebagai berikut.
  - a. Massa ragam terkombinasi dengan jumlah ragam sebanyak 12 memenuhi persyaratan Pasal 7.9.1.1 SNI 1726-2019 dengan arah X sebesar 95,5%; arah Y sebesar 95,6%; dan arah Z sebesar 95,4%. Gerak ragam pertama pada struktur tersebut adalah translasi arah X, kemudian diikuti dengan translasi arah Y, dan kemudian rotasi arah Z.
  - b. Gaya geser dasar hasil analisis ragam ( $V_I$ ) lebih dari 100% dari gaya geser ( $V$ ) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen sehingga sesuai dengan ketentuan pada Pasal 7.9.1.4.1 SNI 1726-2019.
  - c. Simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak melebihi  $\Delta_a/\rho$  untuk semua tingkat dengan  $\rho$  adalah faktor redundansi.
  - d. Nilai koefisien stabilitas ( $\theta$ ) kurang dari 0,10 dan juga tidak melebihi  $\theta_{maks}$ , sehingga pengaruh P-delta tidak perlu diperhitungkan.
  - e. Pada struktur tersebut terdapat ketidakberaturan horizontal tipe 5 atau ketidakberaturan sistem nonparalel. Persyaratan yang harus dipenuhi apabila struktur memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 5 atau ketidakberaturan sistem nonparalel dengan penerapan KDS C telah diterapkan dalam perhitungan penelitian ini.
  - f. Pada struktur tersebut tidak terdapat ketidakberaturan vertikal.
4. Dimensi komponen struktur atas bangunan yang digunakan diantaranya sebagai berikut.
  - a. Tebal pelat lantai = 100 mm
  - b. Dimensi balok  
Balok B1 = 350/600 mm

Balok B2 = 300/500 mm

c. Dimensi kolom

K1 = 500/500 mm

5. Struktur bawah bangunan menggunakan fondasi dalam atau fondasi tiang pancang dengan *spun pile* berdiameter 30 cm dan kedalaman tiang pancang sebesar 38 m. Perencanaan fondasi pada gedung ini terdiri dari 1 tipe fondasi dimana F1 dengan  $n = 4$  buah.

Adapun saran yang disampaikan berdasarkan hasil penelitian ini:

1. Dalam merencanakan struktur bangunan gedung sebaiknya menggunakan peraturan-peraturan terbaru yang berlaku di Indonesia sebagai pedoman.
2. Sebelum merencanakan struktur bangunan gedung sebaiknya dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam melakukan proses perhitungan seperti data gambar arsitektural gedung, spesifikasi material, dan data tanah. Selain itu juga perlu dikumpulkan dasar-dasar teori mengenai perencanaan struktur bangunan gedung seperti dari buku panduan, makalah, jurnal, bacaan lainnya serta ilmu yang diperoleh di bangku perkuliahan. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam penyusunan hasil penelitian.
3. Sebaiknya terlebih dahulu memahami langkah-langkah dalam menggunakan program analisis struktur agar dapat melakukan pemodelan struktur dengan baik. Selain itu, pemodelan struktur pada program analisis struktur harus dilakukan secara teliti agar bangunan gedung tersebut dapat dimodelkan dengan baik.

#### REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, (SNI 1727:2020)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, (SNI 2847:2019)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung (SNI 1726:2019)*. Jakarta: BSN.
- Budiono, B. (2017). *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Dan Sistem Dinding Struktur Khusus Di Jakarta*. Bandung: Insstiitut Teknologi Bandung.
- Purwono, R. (2005). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Bandung: Institut Teknologi Bandung