

REDESIGN STRUKTUR GEDUNG HOTEL 6 LANTAI MENGUNAKAN PORTAL BAJA

¹Safiq Kurnia Jati, ²Wisnu Aji Santo Purnomo, ³Antonius,

^{1, 2, 3}, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

*Corresponding Author:

wisnuajisantopurnomo20@gmail.com

Abstrak

Gempa bumi adalah salah satu faktor utama yang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan, sehingga penting untuk merancang bangunan yang tahan gempa. Pada SNI 1726:2019 telah menetapkan tata cara perencanaan ketahanan gempa bagi bangunan gedung dan non-gedung. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang ulang struktur gedung hotel 6 lantai dengan menggunakan material struktur baja sesuai dengan peraturan SNI 1729:2020 dan SNI 7860:2020, serta menganalisis ketahanan gempa berdasarkan SNI 1726:2019.

Dalam penelitian ini perancangan yang digunakan meliputi identifikasi sistem struktur dengan bantuan aplikasi ETABS v20.0.0 untuk mencari gaya lintang, momen, dan gaya normal, serta pemilihan profil baja yang sesuai.

Gedung hotel dirancang menggunakan Struktur Rangka Baja Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai dengan Kategori Desain Seismik (KDS) D yang ditentukan berdasarkan lokasi, fungsi dan ketinggian gedung untuk meningkatkan ketahanan terhadap gempa. Pemilihan profil baja untuk kolom dan balok telah memenuhi persyaratan teknis, termasuk daktilitas dan stabilitas struktural. Analisis menunjukkan bahwa rasio lebar terhadap tebal pada setiap elemen struktur berada di bawah 1,0, memastikan bahwa bangunan yang direncanakan aman dalam menghadapi gaya gempa sesuai dengan standar yang berlaku.

Kata Kunci: Ketahanan gempa, struktur baja, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Abstract

Earthquakes are one of the main factors that can cause damage to building structures, making it essential to design earthquake-resistant buildings. SNI 1726:2019 establishes guidelines for earthquake resistance planning for buildings and non-buildings. This final project aims to redesign the structural framework of a 6-story hotel using steel structural materials in accordance with SNI 1729:2020 and SNI 7860:2020 regulations, as well as to analyze earthquake resistance based on SNI 1726:2019.

In this study, the design process includes identifying the structural system using the ETABS v20.0.0 application to determine lateral forces, moments, and axial forces, as well as selecting appropriate steel profiles.

The hotel building is designed using a Special Moment Resisting Frame (SMRF) system in accordance with Seismic Design Category (SDC) D, which is determined based on the location, function, and height of the building to enhance its earthquake resistance. The selection of steel profiles for the columns and beams meets technical requirements, including ductility and structural stability. Analysis shows that the width-to-thickness ratio for each structural element is below 1.0, ensuring that the planned building is safe against earthquake forces in accordance with applicable standards.

Keywords: earthquake resistance, steel structure, Special Moment Resisting Frame (SMRF)

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur merupakan elemen krusial dalam kemajuan negara, termasuk di Indonesia, di mana sektor infrastruktur seperti jalan dan gedung telah mengalami perkembangan pesat. Pembangunan ini memfasilitasi mobilitas dan aktivitas masyarakat serta mendukung pertumbuhan ekonomi daerah dan negara. Namun, perancangan infrastruktur, terutama gedung bertingkat, harus dilakukan dengan teliti untuk memastikan keselamatan. Salah satu faktor penting yang harus diperhatikan adalah ketahanan terhadap gempa.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2019 menetapkan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non-gedung. SNI ini bertujuan untuk meminimalisir kerusakan akibat gempa dan memastikan keamanan serta kenyamanan bangunan. Selain itu, SNI 1729:2020 mengatur spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural. Struktur baja, dengan kekuatan tarik tinggi, menjadi pilihan utama untuk gedung bertingkat, terutama dalam menghadapi beban gempa.

Studi ini mengkaji desain struktur gedung hotel enam lantai dengan menggunakan struktur baja. Struktur baja, terutama dengan sistem portal baja, menawarkan keuntungan dalam hal kekuatan dan fleksibilitas, yang penting untuk menahan beban gempa. Perancangan ini berfokus pada komponen utama seperti balok, kolom, dan sambungan yang dirancang untuk mengalami deformasi lebih dari batas elastis tanpa kehilangan kekuatan signifikan.

Rumusan Masalah dan Batasan

Rumusan masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang struktur gedung bertingkat menggunakan material baja sesuai dengan SNI 1729:2020?
2. Bagaimana hasil analisis struktur terhadap ketahanan gempa sesuai dengan SNI 1726:2019?

Batasan masalah mencakup penggunaan standar yang relevan, fokus pada struktur baja, serta pembatasan pada perancangan struktur atas meliputi pelat lantai, kolom, balok, dan sambungan. Metode pelaksanaan, analisis biaya, dan manajemen konstruksi tidak termasuk dalam kajian ini.

Tujuan Kajian

Tujuan dari kajian ini adalah:

1. Mengidentifikasi sistem struktur yang akan digunakan dalam pembangunan gedung.
2. Merancang gedung enam lantai menggunakan material struktur baja sesuai dengan SNI 1729:2020 dan SNI 7860:2020.
3. Menganalisis ketahanan gempa pada gedung enam lantai berdasarkan SNI 1726:2019.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum

Baja banyak digunakan dalam konstruksi bangunan dan jembatan karena memiliki kekuatan, elastisitas, dan daktilitas yang tinggi. Untuk meningkatkan ketahanan struktur baja terhadap gempa, penambahan elemen penyangga (bracing) sering dilakukan. Bracing berfungsi sebagai penghubung antar struktur sekaligus mengendalikan gaya lateral, sehingga mencegah deformasi dan keruntuhan bangunan. Sistem rangka yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRMPK), yang dirancang untuk menghadapi beban gempa secara efisien.

Pembebanan pada Bangunan

Setiap bangunan memiliki beban yang bekerja di dalamnya, yang jika tidak diperhitungkan dengan benar dapat menyebabkan kerusakan. Beban ini dikategorikan menjadi dua, yaitu Beban Vertikal (Gravitasi) dan Beban Horizontal (Lateral). Beban Vertikal meliputi Beban Mati (D), Beban Hidup (L), dan Beban Air Hujan (R), sementara Beban Horizontal terdiri dari Beban Angin (W) dan Beban Gempa (EQ).

a. Beban Hidup

Beban Hidup adalah beban yang sifatnya dapat berubah-ubah, seperti beban dari orang, furnitur, kendaraan, dan beban angin. Beban ini dirancang menggunakan nilai maksimum yang sesuai dengan SNI 1727-2020, yang menetapkan standar untuk Beban Desain Minimum Bangunan dan Struktur Lainnya.

Tabel 2. 1 Beban hidup terdistribusi merata dan terpusat minimum

Hunian dan Penggunaan	Merata (kN/m ²)	Terpusat (kN/m ²)
Hotel (Rumah Tinggal)		
Hunian satu dan dua keluarga		
Loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang	0,48	-
Loteng yang tidak dapat dihuni dengan gudang	0,96	-
Loteng yang dapat dihuni dan ruang tidur	1,44	-
Semua ruang kecil kecuali tangga	1,92	-
Semua hunian rumah tinggal lainnya		
Ruang pribadi dan koridornya	1,92	-
Ruang publik	4,79	-
Koridor ruang publik	4,79	-
Balkon dan Dek	4,79	-
Jalur Penyelamatan Saat Kebakaran	4,79	-
Atap		
Atap datar, terhubung, dan lengkung	0,96	-
Atap untuk tempat berkumpul	4,70	
Semua komponen struktur atap utama lainnya	-	1,33

b. Beban Mati

Beban Mati mencakup seluruh berat elemen bangunan yang bersifat tetap, seperti dinding, lantai, plafon, dan atap. Beban ini bersifat konstan dan harus diperhitungkan dengan hati-hati dalam perancangan struktur.

Tabel 2. 2 Beban mati desain minimum

Jenis Beban Mati	Berat
Beton Bertulang	24,00 kN/m ²
Baja	78,50 kN/m ²
Pasir	18,00 kN/m ²
Tanah Urug	17,00 kN/m ²
Dinding Bata	2,50 kN/m ²
Dinding Bata Ringan	1,50 kN/m ²
Plafond	0,18 kN/m ²

c. Beban Gempa

Beban ini terjadi akibat pergerakan tanah selama gempa. Analisis beban gempa dilakukan dengan metode analisis statis ekuivalen dan dinamik, dimana keduanya membahas gaya dan pergerakan yang terjadi pada bangunan selama gempa.

d. Beban Angin

Beban Angin merupakan gaya yang disebabkan oleh tekanan angin pada bangunan. Besarnya beban ini tergantung pada faktor lokasi, kecepatan angin, densitas udara, dan ketinggian bangunan. Proses penentuan beban angin mengikuti pedoman yang terdapat dalam SNI 1727:2020.

e. Beban Kombinasi

Beban Kombinasi mengacu pada skenario di mana beberapa jenis beban bekerja secara bersamaan pada bangunan. Kombinasi ini diatur oleh SNI 1726:2019, yang memberikan pedoman untuk memastikan keamanan dan kestabilan struktur.

Analisis Beban Seismik

Analisis beban seismik bertujuan untuk menentukan kemampuan sebuah bangunan dalam mengantisipasi terjadinya gempa. Analisis ini mencakup penelitian tentang pengaruh gempa pada bangunan, tanah, dan batuan bumi lainnya. Tujuannya adalah menentukan gaya gempa yang akan bekerja pada struktur, memeriksa kekuatan struktur yang dirancang, dan mendesain sistem struktur sesuai dengan SNI 1726:2019.

a. Gempa Rencana

Gempa rencana berfungsi untuk mengantisipasi gempa di wilayah pembangunan dengan mengidentifikasi kategori risiko bangunan dan faktor keutamaan gempa sesuai SNI 1726:2019. hal ini menjadi standarisasi sebelum membangun suatu bangunan.

b. Klasifikasi Situs

Klasifikasi kelas situs memberikan kriteria desain seismik berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan berdasarkan jenis tanah, dikategorikan dalam enam kelas (SA, SB, SC, SD, SE, SF) menurut SNI 1726:2019.

- c. **Parameter Respons Spektrum Percepatan Gempa**
 Parameter ini digunakan untuk menentukan gaya gempa yang bekerja pada struktur melalui faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik (F_a) dan 1 detik (F_v). Formula untuk SMS dan SM1 menggunakan F_a dan F_v untuk mencari nilai spektrum respons.
- d. **Kategori Desain Seismik**
 Kategori desain seismik (KDS) menentukan tingkat risiko gempa. Besaran risiko ditentukan oleh nilai kategori yang didapatkan, di mana semakin tinggi nilainya, semakin tinggi risiko terjadinya gempa. Untuk menentukan kategori risiko dapat dilihat pada tabel di bawah ini sesuai dengan SNI 1726:2019.

Tabel 2. 3 Kategori risiko periode pendek

Nilai S_{Ds}	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{Ds} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{Ds} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{Ds} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{Ds}$	D	D

Tabel 2. 4 Kategori risiko periode 1 detik

Nilai S_{D1}	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

- e. **Periode Fundamental Pendekatan**
 Periode fundamental pendekatan (T_a) dihitung dengan rumus yang melibatkan ketinggian struktur dan koefisien tertentu (C_t dan x), yang nilainya tersedia dalam tabel SNI 1726:2019.

Tabel 2. 5 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

Tipe Struktur	C_t	X
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9

- f. **Kombinasi Sistem Struktur**
 Kombinasi ini digunakan untuk menentukan sistem struktur yang sesuai dengan nilai R , Ω_0 , dan C_d dalam merancang bangunan, memastikan struktur yang dirancang sesuai standarisasi yang telah ditetapkan. Data-data tersebut dapat didapatkan melalui SNI 1726:2019 berikut ini :

Tabel 2. 6 R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik

Sistem Pemikul Gaya Seismik	Koefisien Modifikasi respons, R	Faktor Kuat Lebih Sistem, Ω_0	Faktor Pembesaran Defleksi, C_d	Batasan Sistem Struktur dan Batasan Tinggi Struktur, h_n (m)				
				Kategori Desain Seismik				
				B	C	D	E	F
Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus								
Rangka Baja Pemikul Momen Khusus	8	3	$5 \frac{1}{2}$	TB	TB	TB	TB	TB

- g. **Koefisien Respons Seismik**
 Koefisien ini dihitung setelah mendapatkan parameter percepatan respons dan faktor keutamaan gempa. Ada batasan maksimal dan minimal yang berlaku, tergantung pada periode struktur dan parameter lain.
- h. **Gaya Geser Dasar Seismik**
 Gaya geser dasar seismik (V) dihitung dengan rumus yang melibatkan koefisien respons seismik (C_s) dan berat seismik efektif total (W).
- i. **Distribusi Vertikal Gaya Seismik**
 Gaya seismik lateral dihitung berdasarkan faktor distribusi vertikal (C_{vx}) yang melibatkan berat seismik total dan tinggi dari dasar sampai tingkat tertentu.

Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem ini terdiri dari tiga jenis utama:

- Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)**
 Memiliki daktilitas rendah dan digunakan pada struktur dengan risiko gempa rendah.
- Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)**
 Digunakan untuk struktur dengan risiko gempa sedang, umumnya pada bangunan dengan nilai KDS C.
- Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)**
 Digunakan pada struktur dengan risiko gempa tinggi, memerlukan material dan desain yang memenuhi persyaratan daktilitas tinggi.

III. METODE PERANCANGAN

Pendahuluan

Hotel Edsamara akan di rancang ulang pada bagian material struktur utamanya, di mana semula memakai material beton kemudian di rancang ulang menggunakan material struktur baja ASTM A36.

Pengumpulan data

Data primer yang digunakan berupa data DED (Detail Engineering Design) yang diperoleh dari pihak pengelola Hotel Edsamara. Data ini sangat berguna untuk merancang ulang bangunan gedung menggunakan struktur utama baja. Sedangkan untuk data sekunder pada laporan ini didapatkan melalui website Desain Spektrum Indonesia yang disediakan oleh pihak Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pada wilayah Semarang. Penggunaan Standarisasi ini mengacu pada yang terbaru, SNI 1726:2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Nongedung, SNI 1729:2020 mengenai Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, SNI 1727:2020 mengenai Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 2847:2019 mengenai Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

Tahapan Perencanaan

1. Permodelan Struktur

Permodelan pada gedung hotel 6 lantai ini menggunakan bantuan aplikasi ETABS v20.0.0 untuk menentukan Gaya Lintang, Momen, dan Gaya Normal.

2. Perhitungan Pembebanan Pada Struktur

Perhitungan pembebanan pada bangunan ini berpacu pada SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum Perancangan Gedung dan Struktur Lain.

3. Perancangan Elemen Struktur

Pada perancangan bangunan gedung ini, material yang digunakan untuk perancangan balok dan kolom menggunakan profil baja IWF berdasarkan SNI 1729:2020 mengenai Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, sedangkan untuk pelat lantai dan dak menggunakan beton $F'c$ 35 Mpa berdasarkan SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

Preliminary Design

Preliminary Design merupakan tahapan awal untuk menentukan dimensi penampang profil ataupun kebutuhan struktur yang diperlukan. Preliminary design mencakup struktur pelat, kolom, balok. Penampang pada balok dan kolom memakai profil baja IWF sesuai standarisasi, dan untuk pelat lantai memakai struktur beton.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Bangunan

Gedung yang akan di rancang ulang ini memakai struktur utama berupa portal baja dan lantai sebesar 5 tingkat. Gedung ini dirancang sebagai bangunan tahan gempa dengan memperhatikan jenis tanah yang berlokasi di daerah Semarang Tengah. Bangunan ini akan difungsikan sebagai Hotel dengan total ketinggian 20,5 meter, luas keseluruhan 40,8 x 13,95 meter dan luas bangunan yang direncanakan seluas 13,5 x 12 meter. Dalam perancangan ulang dan permodelan dibantu menggunakan aplikasi ETABS v20.0.0 sesuai dengan data struktur yang telah di dapatkan dan SNI yang digunakan.

Perancangan Struktur

Perancangan yang kami buat ialah sebuah gedung 6 lantai yang digunakan sebagai tempat penginapan atau hotel dengan menggunakan bantuan aplikasi ETABS 20.0.0.

a. Analisis Gempa

Beban Gempa didapatkan melalui Respons Spektra pada Website rsa.ciptakarya.co.id sesuai dengan Peraturan SNI 1726:2019. Data yang diambil disesuaikan dengan lokasi di Kota Semarang tepatnya di Jl. Mgr Sugiyopranoto No.96-98a atau dengan koordinat lintang -6.981819 dan bujur 110.403003. Berikut analisa perancangan gudang ini:

- Kategori Risiko

Tabel 4. 1 Kategori Risiko Bangunan

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Senua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk : - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mal - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II

- Faktor Keutamaan Gempa

Tabel 4. 2 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, L_e
I atau II	1,00
III	1,25
IV	1,50

- Parameter Dasar

SS MCEr	0.8614	(g) bedrock
S1 MCEr	0.3741	(g) bedrock

Gambar 4. 1 Parameter Dasar

- Parameter Spektra Percepatan S_{MS} dan S_{M1}

$$\begin{aligned}
 S_{MS} &= F_a \times S_s \\
 &= 1,155 \times 0,8614 \\
 &= 0,995 \\
 S_{M1} &= F_v \times S_1 \\
 &= 1,9259 \times 0,3741 \\
 &= 0,7204
 \end{aligned}$$

- Parameter Percepatan Spektrum Desain

$$\begin{aligned}
 S_{DS} &= 2/3 \times F_a \times S_s \\
 &= 2/3 \times 1,155 \times 0,8614 \\
 &= 0,67 \\
 S_{D1} &= 2/3 \times F_v \times S_1 \\
 &= 2/3 \times 1,9259 \times 0,3741 \\
 &= 0,48
 \end{aligned}$$

- Kategori Desain Seismik (KDS)

Sebelum perancangan struktur, harus mengetahui terlebih dahulu Kategori Desain Seismik pada suatu bangunan tersebut sesuai dengan SNI 1726:2019. Untuk bangunan yang akan dirancang termasuk ke dalam kategori risiko II dengan nilai $S_{DS} = 0,67$ dan $S_{D1} = 0,48$. Sehingga Kategori Desain Seismik yang diperoleh yaitu kategori D.

Sistem rangka yang dipakai dalam perancangan gedung ini memakai Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Khusus. Penggunaan sistem ini disebabkan karena kategori risiko yang didapatkan adalah kategori D di mana pada perancangan gedung ini memiliki ketinggian sebesar 20,08 m.

Tabel 4. 3 Sistem Rangka Pemikul Gaya Seismik

Sistem Pemikul Gaya Seismik	Koefisien Modifikasi respons, R	Faktor Kuat Lebih Sistem, Ω_0	Faktor Pembesaran Defleksi, C_d	Batasan Sistem Struktur dan Batasan Tinggi Struktur, h_n (m)				
				Kategori Desain Seismik				
				B	C	D	E	F
Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus								
Rangka Baja Pemikul Momen Khusus	8	3	$5 \frac{1}{2}$	TB	TB	TB	TB	TB

- Koefisien Resnpons Seismik

$$C_{smax} = \frac{S_{DS}}{I_e} = \frac{0,67}{1} = 0,083$$

$$\begin{aligned}
 C_{smin} &= 0,044 \text{ SDS } I_e \geq 0,01 \\
 &= 0,044 \times 0,67 \times 1 \geq 0,01
 \end{aligned}$$

$$= 0,029 \geq 0,01$$

- Berat Seismik

Tabel 4. 4 Berat Bangunan

Lantai	Berat Bangunan kN
6	135,687
5	742,054
4	820,954
3	820,954
2	820,954
1	820,954
Total	4161,557

- Gempa Statik Ekuivalen

$$V = C_s \times W = 0,083 \times 4161,557 = 345,409$$

Pengecekan Perilaku Struktur Bangunan

- Faktor Skala Gempa

Hasil perhitungan Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamis untuk arah X dan Y yang diperoleh dari aplikasi ETABS dapat dilihat pada tabel berikut dengan faktor skala awal.

Tabel 4. 5 Gaya Geser Statik dan Dinamis

Gaya	VX (kN)	VY (kN)
Statik	345,409	345,409
Dinamis	151,9261	155,2901

Tabel 4. 6 Gaya Geser Skala Baru

Gaya	VX (kN)	VY (kN)
Statik	315,5113	315,5113
Dinamis	315,5113	315,5113

Perancangan Elemen Struktur

- Kolom IWF 450 x 200 x 14 x 9

Profil Kolom			HWF 450 x 200 x 14 x 9		
f_u	=	400 Mpa	S_x	=	1495,2 cm ³
f_y	=	250 Mpa	S_y	=	187,2 cm ³
E	=	200.000 Mpa	Z_x	=	1688,4 cm ³
H	=	450 mm	Z_y	=	291,4 cm ³
B	=	200 mm	r_x	=	186 mm
tw	=	9 mm	r_y	=	43,9 mm
tf	=	14 mm	J	=	47,2 cm ⁴
I_x	=	33642,5 cm ⁴	A	=	97,2 cm ²
I_y	=	1872,3 cm ⁴	L	=	3500 mm

- Pengecekan Daktilitas

- Untuk Elemen Sayap

$$\lambda = 7,143 < \lambda_{hd} = 7,34$$

- Untuk Elemen Badan

$$\lambda = 46,89$$

Pengecekan nilai Ca

$$\lambda_{hd} = 59,34$$

Karena pada elemen badan dan sayap $\lambda < \lambda_{hd}$ Maka profil yang dipakai aman terhadap batasan rasio lebar terhadap tebal untuk elemen tekan komponen struktur daktil tinggi.

- Pengecekan Tekuk Lokal Elemen Tekan

- Untuk Elemen Sayap

$$\lambda = 7,1428 < \lambda_r = 15,839$$

- Untuk Elemen Badan

$$\lambda = 46,889 < \lambda_r = 42,144$$

- Pengecekan Tekuk Lokal Elemen Lentur

- Untuk Elemen Sayap

$$\lambda = 7,143 < \lambda_p = 10,748$$

- Untuk Elemen Badan

$$\lambda = 46,889 < \lambda_p = 106,35$$

Karena $\lambda < \lambda_r$ pada elemen sayap dan badan, maka profil tersebut digolongkan kompak.

- Perhitungan Tegangan Kritis Fcr

$$F_{cr} = \left(0,658^{\frac{250}{237,951}} \right) 250$$

$$= 161,05 \text{ Mpa}$$

- Kuat Tekan Nominal

$$P_n = F_{cr} \times A = 161,05 \times 9722 = 1565732,157 \text{ N}$$

$$\phi P_n = 0,9 \times 1735713,239 = 1409158,941 \text{ N}$$

$$\phi P_n = 1409,158941 \text{ kN}$$

- Pengecekan Momen

$$M_{nx} = 422107475$$

$$M_{ny} = 72856650$$

$$\phi M_{nx} = 422107475 \times 0,9 = 379,8967275$$

$$\phi M_{ny} = 72856650 \times 0,9 = 65,570985$$

Melalui Output dari ETABS didapatkan pada arah X nilai

$$M_{ux} = 23,1456 \text{ kN.m}$$

Sehingga untuk $\phi M_{nx} \geq M_{ux}$ adalah:

$$\begin{array}{rcl} \phi M_{nx} & \geq & M_{ux} \\ 379,8967275 \text{ kN.m} & \geq & 23,1456 \text{ kN.m} \quad \textbf{(OK)} \end{array}$$

Melalui Output dari ETABS didapatkan pada arah Y nilai

$$M_{uy} = 35,8345 \text{ kN.m}$$

$$\begin{array}{rcl} \phi M_{ny} & \geq & M_{uy} \\ 65,570985 \text{ kN.m} & \geq & 35,8345 \text{ kN.m} \quad \textbf{(OK)} \end{array}$$

- Interaksi Aksial Lentur

$$\begin{array}{l} \frac{P_u}{P_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \right) \leq 1,0 \\ \frac{682,8112}{1565732,157} + \frac{8}{9} \left(\frac{125,09}{422,107475} + \frac{5,8461}{72,85665} \right) = 0,794 \leq 1,0 \quad \textbf{(OK)} \end{array}$$

- b. Balok IWF 250 x 125 x 9 x 6

Profil Kolom			IWF 250 x 125 x 9 x 6		
f_u	=	400 Mpa	Sx	=	326,2 mm ³
f_y	=	250 Mpa	Sy	=	47 mm ³
E	=	200.000 Mpa	Zx	=	368,1 mm ³
H	=	250 mm	Zy	=	73,3 mm ³
B	=	125 mm	rx	=	103,8 mm
tw	=	6 mm	ry	=	27,9 mm
tf	=	9 mm	J	=	7,8 mm ⁴
Ix	=	4077,1 mm ⁴	A	=	37,9 mm ²
Iy	=	294 mm ⁴	L	=	4000 mm

- Pengecekan Daktilitas

Untuk Elemen Sayap

$$\lambda = 6,9444 < \lambda_{hd} = 7,39$$

Untuk Elemen Badan

$$\lambda = 38,667$$

Pengecekan nilai Ca

$$\lambda_{hd} = 59,351$$

Karena pada elemen badan dan sayap $\lambda < \lambda_{hd}$ Maka profil yang dipakai aman terhadap batasan rasio lebar terhadap tebal untuk elemen tekan komponen struktur daktail tinggi.

- Pengecekan Tekuk Lokal Lentur

Untuk Elemen Sayap

$$\lambda = 6,944 < \lambda_p = 10,748$$

Untuk Elemen Badan

$$\lambda = 38,667 < \lambda_r = 106,349$$

Karena $\lambda < \lambda_r$ pada elemen sayap dan badan, maka profil tersebut digolongkan kompak.

- Tekuk Torsi Lateral

$$L_p = 1,76r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$= 1388,871$$

$$L_r = 1,95r_{ts} \times \frac{E}{0,7f_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x \times h_0} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x \times h_0}\right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7f_y}{E}\right)^2}}$$

$$= 4985,798 \text{ mm}$$

$$M_n = C_b \left[Mp - (Mp - Mr) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_b} \right) \right]$$

$$= 196582774,6$$

- Pengecekan Momen

$$M_{nx} = f_y \times Z_x = 250 \times 1621489 = 92035825 \text{ kN.mm}$$

Melalui analisis Program ETABS21 didapatkan

$$M_{ux} = 78,8854 \text{ kN.m}$$

Pengecekan perhitungan Momen pada Arah X

Sehingga untuk $\phi M_n \geq M_u$ adalah:

$$\begin{array}{rcl} \phi M_{nx} & \geq & M_{ux} \\ 0,9 \times 92035825 \text{ kN.mm} & \geq & 78,8854 \\ 82,8322 \text{ kN.m} & \geq & 78,8854 \text{ kN.m} \end{array} \quad \text{(OK)}$$

$$M_{ny} = f_y \times Z_y = 250 \times 73254,2 = 18313550 \text{ kN.mm}$$

Melalui Analisis Program ETABS21 didapatkan

$$M_{uy} = 0 \text{ kN.mm}$$

Sehingga untuk $\phi M_{ny} \geq M_{uy}$ adalah:

$$\begin{array}{rcl} \phi M_{ny} & \geq & M_{uy} \\ 0,9 \times 18313550 & \geq & 0 \\ 16,4822 \text{ kN.m} & \geq & 0 \text{ kN.m} \end{array} \quad \text{(OK)}$$

- Perhitungan Rasio

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} \leq 1,0$$

$$\frac{78,8854}{92035825} \leq 1,0$$

$$= 0,959 \leq 1,0 \text{ (OK)}$$

- Displacement

Sehingga Lendutan Beban Luar < Lendutan Ijin

$$0,000814 \text{ m} < 0,0037 \text{ m (OK)}.$$

V. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan perancangan yang telah dilakukan, terdapat beberapa perubahan dari data sekunder yang diterima. Perubahan yang paling mendasar ialah dari segi rangka struktur yang dipakai dalam perancangan gedung ini. Berikut kesimpulan yang dapat diambil dalam perancangan gedung ini.

- a. Gedung ini dirancang menggunakan Struktur Rangka Baja Pemikul Momen Khusus karena Kategori Desain Seismik (KDS) yang didapatkan berdasarkan lokasi dan fungsi bangunan. Nilai KDS pada bangunan ini termasuk ke dalam Kategori D. Pemilihan Sistem Struktur Rangka yang di gunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) karena bangunan yang di rancang memiliki ketinggian 20,5, maka dari itu pada Kategori Risiko D di haruskan memakai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.
- b. Pemilihan profil baja pada komponen struktur diambil berdasarkan persyaratan yang harus dipenuhi pada suatu bangunan. Penampang yang dipakai pada kolom dan balok telah memenuhi persyaratan terhadap tekuk lokal aksial dan lentur, karena itu profil baja yang digunakan pada Kolom yaitu IWF 450 x 200 x 14 x 9 dan IWF 250 x 125 x 9 x 6 karena tergolong profil kompak dan tidak langsing. Sedangkan untuk Balok memakai ukuran IWF 250 x 125 x 9 x 6 dan IWF 200 x 100 x 8 x 5,5 dan juga termasuk ke dalam profil yang kompak dan tidak langsing. Penampang pada perencanaan bangunan ini telah memenuhi persyaratan mengenai daktilitas pada suatu bangunan yang menahan gaya gempa. Karena struktur yang digunakan berupa Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, maka persyaratan mengenai daktilitas harus terpenuhi untuk struktur baja. Pada kolom dan balok telah di perhitungkan mengenai batasan rasio lebar terhadap tebal pada profil baja.
- c. Setelah perancangan bangunan dan analisis mengenai faktor gempa, bangunan yang telah dirancang dapat menahan gaya gempa dengan profil baja yang telah di pilih dan diperhitungkan mengacu pada standarisasi yang berlaku dengan 145 faktor rasio yang di dapatkan pada setiap elemen struktur sebesar kurang dari 1,0, sehingga bangunan yang direncanakan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, A., Mahendra, B., & Ridwan, M. (2023). Perencanaan Konstruksi Bangunan Gedung Enam Lantai.
- Arfiadi, Y., & Satyarno, I. (2013). Perbandingan Spektra Desain Beberapa Kota Besar Di Indonesia Dalam SNI Gempa 2012 dan SNI Gempa 2002 (233S).
- Cahyani, N., & Naibaho, A. (2022). PERENCANAAN ULANG GEDUNG TYPE B1 RSUD Dr. SOEWANDHI SURABAYA MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA.
- Candra, A. I. (2018). Analisis Daya Dukung Pondasi Strous Pile Pada Pembangunan Gedung Mini Hospital Universitas Kadir. *UKaRsT*, 1(1), 27.
- Darmawan, R. R., Susanti, E., & Fitriyah, D. K. (2021). Studi Komparasi Parameter Respons Spectrum Gempa SNI 1726-2012 Terhadap SNI 1726-2019 Dengan Studi Kasus Gedung C STIE PERBANAS.

- Dion Putra Agrica, M., Zuraidah, S., & Budi Hastono, K. (2023). Kajian Re Desain Gedung Baru Dr. Soetomo Surabaya Menggunakan Struktur Baja. *CONCRETE*:
- Edi, W. G., Septyani, P. M. D., Sri, T., & Hardi, W. (2017). Redesain Struktur Gedung Kuliah Umum Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Menggunakan Konstruksi Baja Berdasarkan Sni 1729-2015 Dan Sni 7972-2013.
- Edy, D. O. (2018). Tahapan Perencanaan Suksesi Pada Perusahaan Keluarga PT. XXX di Surabaya.
- Erianto, L., Nasution, N., Sani, A. P., Budi, S., & Kamal, M. M. (2023). Penggunaan Beton Bertulang Sebagai Pembentuk Konstruksi.
- Menerima, Y., Axial, B., & Momen, D. A. N. (2010). *Sambungan Kolom Baja Dengan Pondasi Beton*.
- Mikael Lumban Batu, Servie O. Dapas, & Steenie E. Wallah. (2016). Efisiensi Penggunaan Dinding Geser Untuk Mereduksi Efek Torsi Pada Bangunan Yang Tidak Beraturan.
- Nurul Hidayati, Hariyadi, & Mukhta Riqi Sab'it Tibaq. (2023). Analisa ketidakberaturan horizontal dan vertikal pada struktur gedung beton bertulang.
- Sains, U. (2022). *REDESAIN STRUKTUR GEDUNG KEUANGAN JAYAPURA MENGGUNAKAN 1729: 2015*. 11(2).
- Ship design. (2016). *Maritime Technology and Engineering III*, 595-595.
- Siregar, C. A., & Lubis, S. (2020). Perencanaan Instrumen Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan Menggunakan Teknik Kolom Osilasi.
- Situmorang, B. E., Arsjad, T. T., Tjakra, J., Sipil, T., Sam, U., Manado, R., Manado, J. K. B., & Ratulangi, S. (2018). Analisis Risiko Pelaksanaan Pembangunan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung.
- Wantalangie, R. O., Pangow, J. D., & Windah, R. S. (2016). Analisa Statik dan Dinamik Gedung Bertingkat Banyak Akibat Gempa Bedasarkan SNI 1726-2012 Dengan Variasi Jumlah Tingkat.
- Wantania, R., Handono, B. D., & Pandaleke, R. (2019). Perencanaan Bangunan Sekolah Konstruksi Baja 4 Lantai Di Kota Manado.