

Alternatif Perencanaan Struktur Gedung UNIMUDA Hospital Sorong 5 Lantai pada Wilayah Gempa 4

Angga Puji Triono¹, Andi Rahmat¹, Elfiyusriningsi Syara^{1*}

¹Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong, Sorong, Indonesia

Email: ¹Anggapuji22@gmail.com, ²Andi_rahmat@unimudasorong.ac.id,

^{3*}elfiyusriningsisyara@unimudasorong.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak– Dalam rangka mewujudkan perencanaan struktur bangunan bertingkat yang memiliki ketahanan memadai terhadap risiko bencana seismik, esensial bagi struktur tersebut untuk memiliki integritas kuat dan responsivitas yang optimal. Tujuan dari investigasi perencanaan struktur gedung Rumah Sakit UNIMUDA Sorong adalah untuk mendemonstrasikan kapabilitas penggunaan material baja dalam merealisasikan desain gedung yang resisten terhadap beban gempa, sejalan dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Lebih lanjut, upaya ini bertujuan untuk menetapkan dimensi balok dan kolom yang memadai dalam menahan beban gempa, berdasarkan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Analisis komprehensif terhadap pembebanan dan performa struktur diakomodasi melalui pemanfaatan perangkat lunak SAP 2000 v14. Bangunan didesain menggunakan sistem rangka baja penahan momen khusus yang mengacu pada koefisien seismik berdasarkan analisis spektrum respons dinamis. Periode fundamental struktur diidentifikasi sebesar 0,8228 detik, dengan nilai maksimum periode fundamental sebesar 1,1134 detik. Hasil analisis menunjukkan bahwa simpangan antar tingkat tidak ada yang melebihi batas maksimum simpangan yang diizinkan, yaitu 30,769 mm. Balok 1 dirancang menggunakan profil IWF 400 x 200 x 8 x 13, dilengkapi dengan penambahan pelat pengaku (stiffener plate), menghasilkan kapasitas geser rancangan sebesar V_u 212.367,77 N dengan kapasitas nominal terfaktor ϕV_n 590.400 N, serta kapasitas momen lentur rancangan M_u 359.578.346 Nmm dan kapasitas nominal terfaktor ϕM_n 463.198.437 Nmm. Sementara itu, Balok 2 dirancang dengan profil IWF 400 x 200 x 8 x 13 tanpa pengaku badan (web stiffener), yang menghasilkan kapasitas geser rancangan V_u 163.492 N dengan kapasitas nominal terfaktor ϕV_n 590.400 N, serta kapasitas momen lentur rancangan M_u 278.327.523 Nmm dan kapasitas nominal terfaktor ϕM_n 463.198.437 Nmm. Kolom baja yang digunakan dalam struktur ini adalah profil WF 400 x 400 x 21 x 13, dengan kapasitas aksial terfaktor P_u 2.162.478,73 N, kapasitas geser terfaktor ϕV_n 678.600 N, momen lentur terfaktor pada sumbu x M_{ux} 112.561.292,5 Nmm dan pada sumbu y M_{uy} 78.189.223,26 Nmm, serta kapasitas nominal terfaktor momen lentur ϕM_{nx} 769.813.060 Nmm dan ϕM_{ny} 188.770.276 Nmm. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa kolom tersebut memiliki tingkat keamanan yang memadai.

Kata Kunci: Perencanaan Gedung, Struktur Baja, Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Khusus, SAP 2000 V14

Abstract– In order to realize the planning of a multi-storey building structure that has adequate resistance to seismic disaster risks, it is essential for the structure to have strong integrity and optimal responsiveness. The purpose of the structural planning investigation of the UNIMUDA Sorong Hospital building is to demonstrate the capability of using steel materials in realizing a building design that is resistant to earthquake loads, in line with the provisions of the Indonesian National Standard (SNI). Furthermore, this effort aims to determine the dimensions of beams and columns that are adequate to withstand earthquake loads, based on the Indonesian National Standard (SNI) reference. A comprehensive analysis of the loading and structural performance is accommodated through the use of SAP 2000 v14 software. The building was designed using a special moment-resisting steel frame system that refers to seismic coefficients based on dynamic response spectrum analysis. The fundamental period of the structure was identified as 0.8228 seconds, with a maximum fundamental period value of 1.1134 seconds. The analysis results showed that no inter-story drifts exceeded the maximum permissible drift limit of 30.769 mm. Beam 1 was designed using IWF profile 400 x 200 x 8 x 13, equipped with additional stiffener plate, resulting in a design shear capacity of V_u 212,367.77 N with a nominal factored capacity ϕV_n 590,400 N, as well as a design bending moment capacity M_u 359,578,346 Nmm and a nominal factored capacity ϕM_n 463,198,437 Nmm. Meanwhile, Beam 2 was designed with IWF profile 400 x 200 x 8 x 13 without web stiffener, resulting in a design shear capacity V_u 163,492 N with a nominal factored capacity ϕV_n 590,400 N, as well as a design bending moment capacity M_u 278,327,523 Nmm and a nominal factored capacity ϕM_n 463,198,437 Nmm. The steel column used in this structure is a WF profile of 400 x 400 x 21 x 13, with a factored axial capacity of P_u 2,162,478.73 N, a factored shear capacity of ϕV_n 678,600 N, a factored bending moment on the x-axis M_{ux} 112,561,292.5 Nmm and on the y-axis M_{uy} 78,189,223.26 Nmm, and a factored nominal capacity of bending moments ϕM_{nx} 769,813,060 Nmm and ϕM_{ny} 188,770,276 Nmm. The results of this analysis indicate that the column has an adequate level of safety.

Keywords: Building Planning, Steel Structure, Special Moment Bearing Steel Frame System, SAP 2000 V14

1. PENDAHULUAN

Gedung rumah sakit selaku sarana yang membagikan pelayanan kesehatan pada masyarakat serta memegang kedudukan yang begitu strategis untuk mempercepat peningkatan derajat kesehatan masyarakat. Tugas rumah sakit sendiri ialah membagikan pelayanan kesehatan perorangan melalui menyeluruh mencakup pencegahan, promosi, penyembuhan dan rehabilitasi. Oleh sebab itu, bangunan rumah sakit perlu dirancang melalui aspek keamanan yang cukup meninggi. Hal utama dalam suatu struktur bangunan bertingkat ialah kestabilan serta kapasitasnya menahan gaya-gaya horizontal yang terjadi baik dipicu gempa bumi ataupun angin. Sebab meningkatnya kebutuhan konstruksi serta terbatasnya luas lahan, perencanaan pembangunan kini khususnya mengandalkan bangunan bertingkat. Oleh karena itu, diperlukan perancangan struktur yang spesifik yang didedikasikan untuk sistem pendukung lateral. Indonesia, sebagai negara yang berada pada sabuk tektonik yang sangat rentan terhadap bencana gempa, mencakup provinsi Papua Barat. Khususnya di Sorong, bencana gempa besar pernah tercatat terjadi pada 24 September 2015 dengan magnitudo 6,8 Skala Richter (SR). Dengan demikian, untuk mengeliminasi risiko bencana yang dipicu oleh gempa bumi, diperlukan konstruksi bangunan yang memiliki ketahanan terhadap gempa bumi.

Perencanaan ini memakai sistem SRPMK, melalui mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), dan memakai software SAP 2000 sebagai bantuan dalam perhitungan struktur.

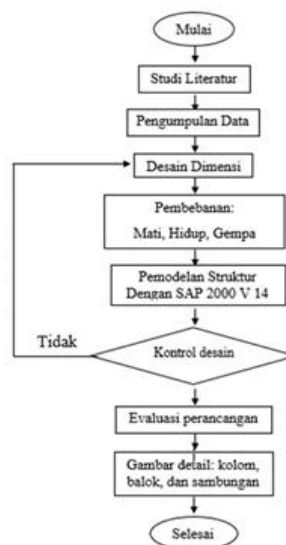
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Gedung Hospital Unimuda Sorong, yang terletak di Kelurahan Mariat Pantai, Jalan Mariat Pantai, Kabupaten Sorong, Provinsi Papua Barat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tahapan alternatif perencanaan struktur gedung *hospital* UNIMUDA Sorong mampu diamati melalui diagram alir melalui Gambar 2 yakni:



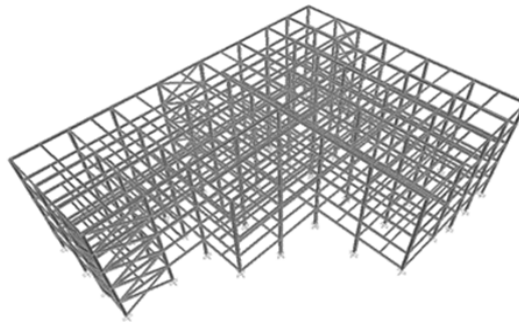
Gambar 2. Alur Penelitian

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Model dan Data Konfigurasi Gedung

Analisis terhadap struktur rangka baja ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pemodelan struktur tiga dimensi, yaitu SAP 2000v14. Elemen-elemen struktur, khususnya kolom dan balok bangunan, direpresentasikan sebagai elemen struktur. Deskripsi rinci mengenai gedung dapat dikaji lebih lanjut pada Tabel 1.

Untuk keperluan analisis respons terhadap beban gempa, model struktur bangunan diaplikasikan sebagai struktur tahanan geser (shear building), dengan asumsi bahwa pelat lantai bangunan berperilaku sebagai diafragma kaku. Apabila ditemukan bahwa struktur tidak memenuhi kriteria kapasitas beban yang dipersyaratkan, maka akan dilakukan pendesainan ulang struktur dengan menggunakan dimensi penampang yang lebih kokoh namun tetap ekonomis.



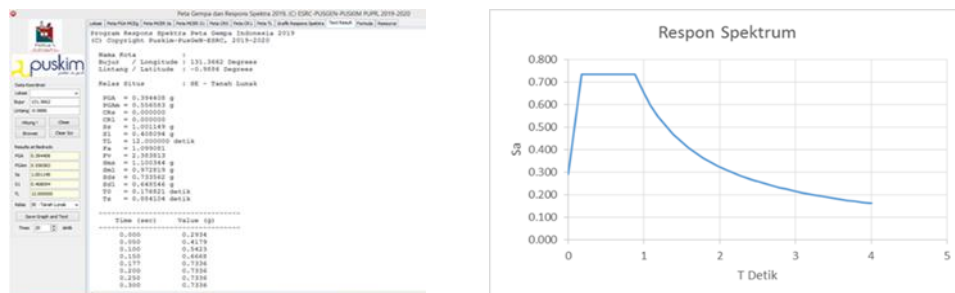
Gambar 3. Model 3D Struktur Gedung

Tabel 1. Deskripsi Gedung

Deskripsi	Keterangan
Type Bangunan	Gedung Rumah Sakit
Panjang Gedung	5,5 Meter
Lebar Gedung	42 Meter
Jumlah Lantai	5 Lantai
Jenis Atap	Roof Top
Tinggi Gedung	20 Meter
Mutu Baja	BJ 41
Dimensi Kolom	WF 400 x 400 x 21 x 13
Dimensi Balok	WF 400 x 200 x 13 x 8

3.2 Analisa Beban Gempa

Perhitungan beban gempa melalui perencanaan gedung Hospital UNIMUDA Sorong dirancang guna gaya horizontal, walaupun pemodelan dilaksanakan melalui memakai software SAP 2000, tetapi pengendalian desain kerap dilaksanakan berlandaskan SNI. Melalui memakai aplikasi Puskim, data area intervensi dihimpun serta diselaraskan melalui lokasi gedung Hospital UNIMUDA Sorong, teramati melalui Gambar 3 yakni.



Gambar 4. Grafik Respon Spektrum

Perencanaan gedung Hospital UNIMUDA Sorong yg dirancangkan menggunakan profil baja terletak melalui kawasan zona gempa 4 mencukupi kriteria melalui perimbangan periode mendasar yg dihasilkan sejumlah 0.8228 detik tidak melampaui batas maksimal periode fundamental sejumlah 1,1134 dtk.

3.3 Simpangan Antar Tingkat

Sebagaimana ditentukan oleh analisis struktur, defleksi dafragma dalam bidang tidak boleh melebihi defleksi yang diijinkan dari elemen yang disambung. Lendutan yang diijinkan ialah defleksi yang memungkinkan komponen struktur yang disambung untuk mempertahankan integritas strukturalnya di bawah beban individu dan terus menahan beban yang ditentukan.

$$\Delta a = 0,01 h \quad (1)$$

Faktor Redundansi

$$\rho = 1,3$$

Story Drift Inelastik Izin

$$\Delta_{max} = \Delta / \rho = 0,01 / 1,3 = 0,0077 h \quad (2)$$

Faktor Pembesaran Defleksi

$$Cd = 5,5$$

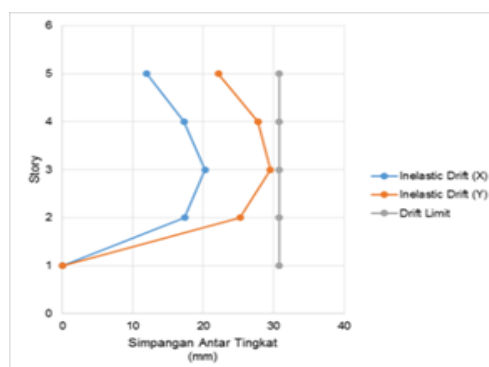
$$I_e = 1,5$$

$$\Delta = \delta \times C_d / I_e \quad (3)$$

Simpangan Antar Tingkat Izin ditampilkan melalui tabel 2.

Tabel 2. Simpangan Antar Tingkat

Lantai	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
	δe_x	δe_y	δe_x	δe_y		Δ_x	Δ_y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		
5	18.226	28.546	3.270	6.044	4000	11.989	22.161	30.769	OK
4	14.956	22.502	4.705	7.573	4000	17.252	27.768	30.769	OK
3	10.251	14.929	5.519	8.051	4000	20.238	29.520	30.769	OK
2	4.732	6.878	4.732	6.878	4000	17.350	25.221	30.769	OK
1	0.000	0.000	0.000	0.000	4000	0.000	0.000	30.769	OK



Gambar 5. Simpangan Antar Lantai

Dari Tabel 2. dan Gambar 5. diatas mampu dibagikan simpulan simpangan tingkat maksimum sejumlah 29,52 mm dan struktur lebih kecil atas simpangan tingkat yang diijinkan sejumlah 30,769 mm, sehingga mampu dilaksanakan struktur bangunan mampu menahan gempa rencana.

3.4 Perencanaan Balok

Direncanakan balok 1 memakai profil IWF. 400.200.8.13 (melalui tambahan pelat pengaku pada badan profil). Melalui kekuatan BJ 55, $f_y = 410$ MPa. Berlandaskan temuan analisa penilaian software didapat $M_u = 359\,578\,346$ Nmm, $V_u = 212\,736.77$ Nmm.

a. Klasifikasi Penampang

Elemen Sayap

$$\lambda = b/t$$

$$= 7,69$$

$$\lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 8,39$$

sebab $\lambda < \lambda_p$ sehingga profil sayap KOMPAK

Elemen Badan

$$\lambda = h/t_w$$

$$= 46,75$$

$$\lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 83,044$$

$$\lambda_r = 5,70 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 125,891$$

sebab $\lambda < \lambda_p \leq \lambda_r$ sehingga profil badan KOMPAK.

b. Tahana Momen Lentur

$$M_n = F_y \times Z_x$$

$$= 514\,664\,930 \text{ Nmm}$$

$$M_u \leq \phi_b \times M_n$$

$$359\,578\,346 < 0.9 \times 514\,664\,930$$

$$359\,578\,346 < 463\,198\,437 \text{ OK}$$

c. Tahanan Kuat Geser

Luas penampang badan

$$A_w = t_w \times h_t = 3200 \text{ mm}^2$$

$$K_n = \frac{5+5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} = 5.33$$

Perbandingan tinggi terhadap tebal badan

Asumsi :

$$\frac{h}{t_w} < 1.10 \times \sqrt{\frac{K_n \times E}{f_y}}$$

Maka

$$\frac{h}{t_w} = 48,37$$

$$1.10 \times \sqrt{\frac{K_n \times E}{f_y}} = 56.10$$

$48.37 < 56.10$ maka ini dapat dinyatakan pelat pengaku badan termasuk Plastis.

Tahanan geser nominal dihitung:

$$V_n = 0.60 \times f_y \times A_w$$

$$= 787\,200 \text{ N}$$

Tahanan gaya geser :

$$\begin{aligned} V_u &\leq \phi_f \times V_n \\ 212\,736.77 &\leq 0.9 \times 787\,200 \\ 212\,736.77 &\leq 590\,400 \text{ OK} \end{aligned}$$

d. Dimensi Pengaku Vertikal pada Badan

Luas penampang plat pengaku vertikal

$$h_s = h_t - 2 \times t_f = 374 \text{ mm}$$

$$A_s = h_s \times t_s = 2\,992 \text{ mm}^2$$

Bagi sepasang pengaku,

$$D = 1$$

$$1.5 \times k_n \times \frac{E}{f_y} \times \frac{1}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} = 1.6674$$

$$0.5 \times D \times A_w (1 + C_v) \times \frac{\frac{a}{h} - \left(\frac{a}{h}\right)^2}{\sqrt{1 + \left(\frac{a}{h}\right)^2}}$$

$$= 525 \text{ mm}^2$$

Syarat yang diperlu mencakup :

$$A_s \geq 0.5 \times D \times A_w (1 + C_v) \times \frac{\frac{a}{h} - \left(\frac{a}{h}\right)^2}{\sqrt{1 + \left(\frac{a}{h}\right)^2}}$$

berlandaskan perhitungan sehingga dimensi pengaku vertikal pada badan AMAN (OK)

Momen inersia plat pengaku,

$$I_s = \frac{2}{3} \times h_s \times t_w^3 = 127\,659 \text{ mm}^4$$

$$\text{Untuk } \frac{a}{h} = 3.88 > \sqrt{2} \text{ maka:}$$

Batasan momen inersia pengaku vertikal dihitung yakni :

$$\text{Momen inersia minimum} = 1.5 \times h^3 \times \frac{t_w^3}{a^2} = 19\,784 \text{ mm}^4$$

Sebab nilai $I_s >$ momen inersia minimum maka dinyatakan AMAN (OK)

e. Kontrol Lendutan

Menurut SNI 03-1729-2002 Batas lendutan untuk balok pemikul dinding atau finishing yang getas ialah $L/360$, dengan L ialah bentang balok.

$$\text{Lendutan ijin, } (\Delta_{ijin}) < \frac{L}{360}$$

Lendutan maksimum,

$$(\Delta_{max}) = 0,012646 \text{ m}$$

$$(\Delta_{ijin}) = \frac{8}{360} = 0,0222 \text{ m}$$

Disebabkan $0,012646 < 0,0222$ maka balok dinyatakan AMAN.

3.5 Perencanaan Balok 2

Direncanakan balok 2 memakai profil IWF. 400.200.8.13, Dengan kekuatan BJ 55, $f_y = 410$ MPa. Berlandaskan temuan analisa perhitungan software didapati $M_u = 278\,327\,523 \text{ Nmm}$, $V_u = 163\,492.42 \text{ Nmm}$.

a. Klasifikasi Penampang

Elemen Sayap

$$\begin{aligned} \lambda &= b/t \\ &= 7.69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_p &= 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \\ &= 8,39 \end{aligned}$$

sebab $\lambda < \lambda_p$ maka profil sayap KOMPAK

Elemen Badan

$$\lambda = h/t_w$$

$$= 46,75$$

$$\lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 83,044$$

$$\lambda_r = 5,70 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 125,891$$

sebab $\lambda < \lambda_p \leq \lambda_r$ sehingga profil badan KOMPAK.

b. Tahanan Momen Lentur

$$M_n = F_y \times Z_x$$

$$= 527\,240\,320 \text{ Nmm}$$

$$M_u \leq \phi_b \times M_n$$

$$278\,327\,523 < 0.9 \times 527\,240\,320$$

$$278\,327\,523 < 514\,664\,930 \text{ OK}$$

c. Tahanan Kuat Geser

kontrol tahanan kuat geser nominal plat badan tanpa pengaku:

ketebalan plat badan tanpa pengaku perlu mencukupi kriteria,

$$\frac{h_2}{t_w} \leq 6.36 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$42.75 < 140.47 \rightarrow (\text{OK})$$

$$V_u = 163\,492.4 \text{ N}$$

Luas penampang badan,

$$A_w = t_w \times h_t = 3200 \text{ mm}^2$$

$$V_n = 0.60 \times f_y \times A_w$$

$$V_u \leq \phi_f \times V_n$$

$$163\,492.4 \leq 0.9 \times 787\,200$$

$$163\,492.4 \leq 590\,400 \text{ OK}$$

d. Kontrol Lendutan

Menurut SNI 03-1729-2002 Batas lendutan buat balok pemikul dinding atau finishing yang getas merupakan $L/360$, dengan L ialah bentang balok.

$$\text{Lendutan ijin, } (\Delta_{ijin}) < \frac{L}{360}$$

Lendutan maksimum ,

$$(\Delta_{max}) = 0.016\,277 \text{ m}$$

$$(\Delta_{ijin}) = \frac{8}{360} = 0.0222 \text{ m}$$

Disebabkan $0.016\,277 < 0.0222$ maka balok dinyatakan AMAN.

4. IMPLEMENTASI

4.1 Metode Pengumpulan Data

Direncanakan kolom menggunakan profil WF. 400. 400.13. 21, melalui keunggulan BJ 50, $f_y = 290 \text{ MPa}$. Berlandaskan temuan analisa evaluasi software diamati 1 portal melalui berurutan melalui tingkat terendah sampai ke tertinggi melalui menjumlahkan keseluruhan nilai gaya aksial di satu portal. Didapati juga $M_{ux} = 78\,189\,223.26 \text{ Nmm}$, $M_{uy} = 112\,561\,292.5 \text{ Nmm}$, $V_u = 76\,932.09 \text{ Nmm}$. $N_u = 2\,162\,478.73 \text{ Nmm}$. Klasifikasi penampang

Elemen Sayap

$$\lambda = \frac{b}{2t_f}$$

$$= 9.52$$

$$\lambda_p = 0.56 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 14.71$$

sebab $\lambda < \lambda_p$ sehingga profil sayap KOMPAK

Elemen Badan

$$\lambda = h/t_w$$

$$= 27.53$$

$$\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 98.74$$

sebab $\lambda < \lambda_p \leq \lambda_r$ sehingga profil badan KOMPAK.

Faktor panjang tekuk kolom biaxial bending guna portal bergoyang di sumbu x:

Momen Inersia Kolom WF 400.400.13.21

$$I_x = 666\,000\,000 \text{ mm}^4$$

Momen Inersia Balok Induk WF 400.200.8.13

$$I_x = 237\,000\,000 \text{ mm}^4$$

Joint B :

$$\Sigma \frac{I_c}{L_c} = 333\,000$$

$$\Sigma \frac{I_b}{L_b} = 59\,250$$

$$G_{Bx} = \frac{\Sigma \frac{I_c}{L_c}}{\Sigma \frac{I_b}{L_b}} = 5.6$$

Joint A :

$$\Sigma \frac{I_c}{L_c} = 333\,000$$

$$\Sigma \frac{I_b}{L_b} = 59\,250$$

$$G_{Ax} = \frac{\Sigma \frac{I_c}{L_c}}{\Sigma \frac{I_b}{L_b}} = 5.6$$

Faktor panjang tekuk efektif pada sumbu x,

$$K_x = \frac{[3 \times G_{Ax} \times G_{Bx} + 1.4 \times (G_{Ax} + G_{Bx}) + 0.64]}{[3 \times G_{Ax} \times G_{Bx} + 2 \times (G_{Ax} + G_{Bx}) + 1.28]}$$

$$K_x = 0.94$$

Faktor panjang tekuk kolom biaxial bending guna portal bergoyang terhadap sumbu y:

Momen Inersia Kolom WF 400.400.13.21

$$I_y = 224\,000\,000 \text{ mm}^4$$

Momen Inersia Balok Induk WF 400.200.8.13

$$I_y = 237\,000\,000 \text{ mm}^4$$

Joint B :

$$\Sigma \frac{I_c}{L_c} = 112\,000$$

$$\Sigma \frac{I_b}{L_b} = 140\,091$$

$$G_{By} = \frac{\Sigma \frac{I_c}{L_c}}{\Sigma \frac{I_b}{L_b}} = 0.8$$

Joint A :

$$\Sigma \frac{I_c}{L_c} = 112\,000$$

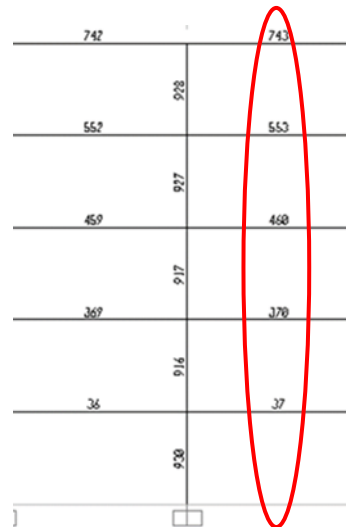
$$\Sigma \frac{I_b}{L_b} = 140\,091$$

$$G_{Ay} = \frac{\Sigma \frac{I_c}{L_c}}{\Sigma \frac{I_b}{L_b}} = 0.8$$

Faktor panjang tekuk efektif terhadap sumbu. y,

$$K_y = \frac{[3 \times G_{Ay} \times G_{By} + 1.4 \times (G_{Ay} + G_{By}) + 0.64]}{[3 \times G_{Ay} \times G_{By} + 2 \times (G_{Ay} + G_{By}) + 1.28]}$$

$$K_y = 0.75$$



Gambar 6. Struktur Portal Yang Ditinjau

a. Tahanan Aksial Tekan Pengaruh Kelangsingan Kolom
parameter kelangsingan:

$$\begin{aligned} L_{kx} &= k_x \times L_x \\ &= 0.94 \times 4000 \\ &= 3\,750 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{ky} &= k_y \times L_y \\ &= 0.75 \times 4000 \\ &= 3\,000 \text{ mm} \end{aligned}$$

Parameter kelangsingan terhadap sumbu x

$$\lambda_{cx} = \frac{1}{\pi} \times \frac{L_{kx}}{r_x} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.2605$$

Parameter kelangsingan terhadap sumbu y

$$\lambda_{cy} = \frac{1}{\pi} \times \frac{L_{ky}}{r_y} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.3593$$

Menentukan nilai faktor tekuk terhadap sumbu x :

Sebab $\lambda_{cx} < 0.25$ maka

$$\omega_x = \frac{1.43}{1.6 \times 0.67 \times \lambda_c} = 1.0032$$

menetapkan nilai faktor tekuk terhadap sumbu y :

Sebab $\lambda_{cy} > 0.25$ maka

$$\omega_y = \frac{1.43}{1.6 - 0.67 \times \lambda_c} = 1.0520$$

Tegangan tekuk:

Tegangan tekuk terhadap sumbu x,

$$f_{crx} = \frac{f_y}{\omega_x} = 289.07 \text{ Mpa}$$

$$f_{cry} = \frac{f_y}{\omega_y} = 275.66 \text{ Mpa}$$

Tahanan aksial tekan:

Tahanan aksial tekan nominal terhadap sumbu x,

$$N_{nx} = A \times f_{crx} = 6\,322\,070 \text{ N}$$

Tahanan aksial tekan nominal terhadap sumbu y,

$$N_{ny} = A \times f_{cry} = 6\,028\,794 \text{ N}$$

Tahanan aksial tekan nominal terkecil,

$$N_n = 6\,028\,794 \text{ N}$$

Tahanan aksial tekan,

$$\Phi_n \times N_n = 4\,389\,148 \text{ N}$$

Momen plastis terhadap sumbu x,

$$\begin{aligned} M_{px} &= f_y \times Z_x \\ &= 1\,044\,038\,570 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen batas tekuk terhadap sumbu x,

$$\begin{aligned} M_{rx} &= S_x \times (f_y - f_r) \\ &= 732\,600\,000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen plastis terhadap sumbu y,

$$\begin{aligned} M_{py} &= f_y \times Z_y \\ &= 491\,586\,395 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen batas tekuk terhadap sumbu y,

$$\begin{aligned} M_{ry} &= S_y \times (f_y - f_r) \\ &= 26\,400\,000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

b. Momen Nominal Pengaruh Local Buckling Pada Sayap

Momen nominal terhadap sumbu x

$$\begin{aligned} M_{nx} &= \frac{M_{px} - (M_{px} - M_{rx}) \times (\lambda - \lambda_p)}{(\lambda_r - \lambda_p)} \\ &= 855347844 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen nominal terhadap sumbu y

$$\begin{aligned} M_{ny} &= \frac{M_{py} - (M_{py} - M_{ry}) \times (\lambda - \lambda_p)}{(\lambda_r - \lambda_p)} \\ &= 209744751 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

c. Interaksi Aksial Tekan dan Momen Lentur

Tahanan aksial tekan,

$$\Phi_n \times N_n = 4389148 \text{ N}$$

Tahanan momen lentur terhadap sumbu x,

$$\Phi_b \times M_{nx} = 769813060 \text{ Nmm}$$

Tahanan momen lentur terhadap sumbu y,

$$\Phi_b \times M_{ny} = 188770276 \text{ Nmm}$$

Kolom yang menahan gaya aksial tekan dan momen lentur perlu mencukupi Nilai interaksi aksial tekan dan momen lentur ≤ 1 :

$$\frac{N_u}{\Phi_n \times N_n} = 0.4927$$

Guna nilai $\frac{N_u}{\Phi_n \times N_n} > 0.20$ dipakai persamaan berikut:

$$\begin{aligned} &= \frac{N_u}{\Phi_n \times N_n} + \frac{9}{9} \times \left[\frac{M_{ux}}{\Phi_b \times M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\Phi_b \times M_{ny}} \right] \\ &= 0.9908 \end{aligned}$$

Sebab Nilai interaksi aksial tekan dan momen lentur $0.9908 < 1$ mengartikan AMAN (OK)

d. Tahanan Geser

Ketebalan plat badan tanpa pengaku perlu mencukupi kriteria:

$$\frac{h_2}{t_w} \leq 6.36 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$24.15 < 167.02 \text{ (OK)}$$

Luas penampang badan,

$$\begin{aligned} A_w &= t_w \times h_t \\ &= 5200 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tahanan gaya geser nominal,

$$\begin{aligned} V_n &= 0.60 \times f_y \times A_w \\ &= 904\,800 \text{ N} \end{aligned}$$

Tahanan gaya geser,

$$\Phi_f \times V_n = 678\,600 \text{ N}$$

Syarat yg harus dipenuhi :

$$V_u \leq \Phi_f \times V_n$$

$$76\,932.09 < 678\,600 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

Untuk nilai $\frac{V_u}{\Phi_f \times V_n}$ harus ≤ 1.0

$$= \frac{V_u}{\Phi_f \times V_n} = 0.1134 < 1.0 \text{ (OK)}$$

e. Interaksi Geser dan Lentur

5. KESIMPULAN

Berlandaskan hasil analisis perhitungan perencanaan struktur baja bangunan *Hospital UNIMUDA Sorong* dapat didapati kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan gedung *Hospital UNIMUDA Sorong* yang dirancang memakai profil baja berada di wilayah gempa zona 4 mencukupi kriteria, melalui perimbangan periode fundamental yang dihasilkan sejumlah 0.8228 detik, yang mana tidak melampaui batas maksimal periode fundamental sejumlah 1, 1134 detik, dan simpangan antar lantai tidak ada yang melampaui batas maksimal simpangan sejumlah 30,769 mm.
2. Profil balok baja dalam struktur ini ialah:
 - a. Balok 1 = WF 400 x 200 x 8 x 13 melalui memakai tambahan pelat pengaku (pelat stiffener) didapat nilai V_u sejumlah 212 367.77 N , $\Phi V_n = 590\,400 \text{ N}$, $M_u = 359\,578\,346 \text{ Nmm}$ dan $\Phi M_n = 463\,198\,437 \text{ Nmm}$. Hal ini menampilkan balok aman.
 - b. Balok 2 = WF 400 x 200 x 8 x 13, memakai pengaku badan dengan V_u sejumlah 163 492 N , $\Phi V_n = 590\,400 \text{ N}$, $M_u = 278\,327\,523 \text{ Nmm}$ dan $\Phi M_n = 463\,198\,437 \text{ Nmm}$. Hal ini menampilkan balok aman.

Profil kolom baja efektif dalam struktur ini memakai WF 400 x 400 x 21 x 13 melalui skor P_u sejumlah 2162478.73 N , $\Phi V_n = 678\,600 \text{ N}$, $M_{ux} = 112561292.5$, $M_{uy} = 78189223.26 \text{ Nmm}$ dan $\Phi M_{nx} = 769\,813\,060 \text{ Nmm}$, $\Phi M_{ny} = 188770276 \text{ Nmm}$. Hal ini menampilkan kolom aman.

REFERENCES

- Alfian Wildan Mulifandi, M. Taufik Hidayat & Desy Setyowulan, T.Thn. *Perencanaan Alternatif Struktur Komposit Gedung Volendam Holland Park Condotel Di Kota Batu* , Malang: Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya .
- Anon., 2015 . *Perencanaan Alternatif Struktur Baja Gedung Mipa Center (Tahap I) Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang* , Malang: Universitas Brawijaya .

- Anon., 2017 . *Perencanaan Alternatif Masjid Raya An – Nur Politeknik Negeri Malang Dengan Memakai Profil Castellated Beam Non Komposit* , Malang : Universitas Brawijaya
- Arrosyid , A. R., 2023. *Desain Struktur Atas Gedung Baja Bertingkat Banyak Memakai Sni 1729:2020* , Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia .
- Ashfa Taqiya & Isnah Nur Aenin, 2021. *Perencanaan Bangunan Gudang Dengan Struktur Baja Pada Tanah Lunak*, Semarang : Universitas Islam Sultan Agung Semarang .
- BSN, 2019. *SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung..* Jakarta: badan standarisasi nasional.
- BSN, 2019. *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan gedung dan penjelasan.* Jakarta: Badan Strandarisasi Nasional.
- BSN, 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait.* Jakarta: Badan Strandarisasi Nasional.
- Debbie Sally Aprilia Kabuare, M Taufik Hidayat & Christin Remayanti N , T.Thn. *Studi Perencanaan Alternatif Struktur Non Komposit Pada Bangunan Gedung Kuliah Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang*, Malang: Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya .
- Dyah Ayu Pratsiwi, Ari Wibowo & Ming Narto , 2015. *Perencanaan Alternatif Bangunan Komposit Gedung B Program Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (Tahap 1) Universitas Brawijaya Berdasarkan Sni 1729-2015*, Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Farah Fathati Nuriyana, Warsito & Bambang Suprpto, 2019. *Studi Alternatif Perencanaan Dengan Metode Komposit Gedung Fisip Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.* Malang: Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang.
- Febri Renaldy, Warsito & Azizah Rachmawati, T.Thn. *Studi Alternatif Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Gedung Lab Terpadu* Universitas Islam Malang.
- Firsty Adinda Firdauzy, Wisnumurti & Christinremayanti N, 2015. *Perencanaan Alternatif Struktur Baja Gedung Ptiik Universitas Brawijaya Malang Mengacu Pada Sni 1729:2015*, Malang : Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Giffari Yon Maulana , 2023. *Studi Alternatif Perencanaan Struktur Gedung Laboratorium Tekno Entrepreneurship Universitas Brawijaya Memakai Sistem Ganda Berbasis Kinerja Dengan Metode Direct Displacement Based Design*, Malang : Universitas Islam Malang .
- Khosama , L. K., Pangouw, . J. D., Pandaleke, R. E. & Sampakang , J. J., 2013. *Perencanaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Pada Komponen Balok–Kolom Dan Sambungan Struktur Baja Gedung Bpjn Xi*, Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Muhammad Irvan Zidny, Whanda Aristia Widiyanto, Ilham Nurhuda & Himawan , 2015. *Perencanaan Struktur Gedung Politeknik Kesehatan. Jurnal Karya Teknik Sipil*, Volume 4, P. Halaman 362 – 370 .
- Shautaka Amiqi , 2021. *Studi Alternatif Perencanaan Gedung Rumah Sakit Islam Universitas Islam Malang Memakai Struktur Baja*, Malang: Universitas Islam Malang .
- Sni 1727:2020, 2020. *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sni 1729:2020 , 2020. *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Tistogondo, J., Bagio, T. H. & Amrullah, W., 2019. *Desain Perencanaan Struktur Gedung 38 Lantai Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk)*, Madura: Universitas Wiraraja Sumenep.
- Wicaksono, M. A., 2023. *Alternatif Perancangan Struktur Atas Gedung Kuliah Iain Palu* , Makasar: Program Studi Teknik Sipil Universitas Bosowa Makasar.