

Kajian Struktur Baja Sebagai Alternatif *Review Design* Struktur Beton Bertulang (Studi Kasus Bangunan 2 Lantai Puskesmas 9 Nopember Banjarmasin)

Steel Structure Study as an Alternative Review Design to Reinforced Concrete Structure (Case Study of 2-Storey Building of Puskesmas 9 Nopember Banjarmasin)

Ahmad Syaikhani¹

¹Prodi Teknik Sipil Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Selatan, Jl. A. Yani Km. 12,5 Kec. Kertak Hanyar, Kab. Banjar 70652 Indonesia

¹nafissyaikhani@yahoo.co.id

Format Kutipan: Syaikhani, A. (2025). Kajian Struktur Baja Sebagai Alternatif *Review Design* Struktur Beton Bertulang (Studi Kasus Bangunan 2 Lantai Puskesmas 9 Nopember Banjarmasin). *Nusantara Journal of Science and Technology*, 2(1), hal. 39-47. <https://doi.org/10.69959/nujst.v2i1.188>

RIWAYAT ARTIKEL

Dikirim: 17 Mei 2025
 Revisi Akhir: 20 Mei 2025
 Diterbitkan: 31 Mei 2025
 Tersedia Daring Sejak: 31 Mei 2025

KATA KUNCI

Riviu Desain
 SAP2000
 Beban Gempa

KEYWORDS

Design Review
 SAP2000
 Earthquake Load

ABSTRAK

Pembangunan gedung saat ini lebih banyak menggunakan struktur beton, tak banyak yang strukturnya menggunakan baja. Salah satu keuntungan menggunakan baja ialah pengerjaan baja lebih cepat dengan alat bantu penunjang pemasangan struktur baja lebih sederhana, sehingga dapat menghemat biaya pengadaan barang dan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan Bangunan 2 Lantai Puskesmas 9 Nopember Banjarmasin yang awalnya menggunakan struktur beton bertulang menjadi struktur baja. Metode penelitian yang digunakan ialah merencanakan kolom dan balok berupa baja dengan menggunakan aplikasi SAP2000 dan pembebanan gempa sesuai SNI 1726:2019. Melalui perhitungan pembebanan dan aplikasi beban struktur pada SAP2000 didapatkan besarnya nilai beban ultimite (Pu) yang bekerja pada kolom dan Momen ultimite (Mu) pada balok. Besarnya nilai beban ultimite (Pu) akan berpengaruh terhadap besarnya beban nominal terfaktor (ϕP_n), dikarenakan beban nominal terfaktor (ϕP_n) harus lebih besar dari pada beban ultimite (Pu) agar struktur bangunan tersebut aman. Akan tetapi bila beban nominal terfaktor (ϕP_n) terlalu besar dari pada beban ultimite (Pu), maka akan menyebabkan pemborosan pada struktur bangunan tersebut (kolom). Dari hasil perhitungan didapat Profil baja WF yang digunakan ialah profil baja WF 200.200.10.16 fy= 240 MPa untuk mengganti kolom ukuran 30x30 pada lantai 1 dan 100.100.6.8 fy= 240 MPa untuk mengganti kolom ukuran 15x30 pada lantai 2. Pada balok lantai 1 berukuran 20x30 menggunakan profil baja WF 200.150.6.9 fy= 240 MPa dan pada balok 20x30 lantai 2 menggunakan profil baja WF 200.150.6.9 fy= 240 MPa atau fy=450 MPa.

ABSTRACT

Current building construction uses more concrete structures, not many of which use steel structures. One of the advantages of using steel is that steel work is faster with simpler steel structure installation support tools, so that it can save procurement costs and time. This study aims to plan the 2-Storey Building of the Puskesmas 9 November Banjarmasin which initially used a reinforced concrete structure into a steel structure. The research method used is to plan columns and beams in the form of steel using the SAP2000 application and earthquake loading according to SNI 1726:2019. Through the calculation of loading and application of structural loads in SAP2000, the value of the ultimate load (Pu) acting on the column and the ultimate moment (Mu) on the beam are obtained. The value of the ultimate load (Pu) will affect the amount of the factored nominal load (ϕP_n), because the factored nominal load (ϕP_n) must be greater than the ultimate load (Pu) so that the building structure is safe. However, if the nominal factored load (ϕP_n) is too large than the ultimate load (Pu), it will cause waste in the building structure (column). From the calculation results, the WF steel profile used is 200.200.10.16 fy = 240 MPa for change a 30x30 column 1st floor and 100.100.6.8 fy = 240 MPa for change a 15x30 at column 2nd floor. On the 1st floor beam measuring 20x30 using the WF steel profile 200.150.6.9 fy = 240 MPa and on the 20x30 beams on floors 2 using the WF steel profile 200.150.6.9 fy = 240 MPa or fy=450 MPa.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka (open access) di bawah lisensi CC-BY-SA



PENDAHULUAN

*Penulis Korespondensi

Pembangunan gedung saat ini lebih banyak menggunakan struktur beton, tak banyak yang strukturnya menggunakan baja. Salah satu keuntungan menggunakan baja ialah pengerjaan baja lebih cepat dengan alat bantu penunjang pemasangan struktur baja lebih sederhana, sehingga dapat menghemat biaya pengadaan barang dan waktu.

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (collapse) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (total collapse) seluruh struktur. Perencanaan Balok adalah suatu elemen struktur bangunan yang bersifat kaku serta dirancang untuk menanggung dan menahan beban menuju ke kolom untuk diteruskan ke pondasi. Selain itu balok juga berfungsi untuk mengikat antar kolom supaya kuat dari gaya horizontal.

Salah satu aspek utama dalam desain struktur bangunan adalah menerapkan sistem “*Strong Column And Weak Beam*” yaitu kolom yang kuat dan balok yang lemah. Dengan diterapkannya sistem ini, maka skenario keruntuhan pada bangunan dapat didesain dalam skema gradual (berangsur) melalui balok-pelat selanjutnya bagian kolom yang dapat mengalami kegagalan. Jika sebuah struktur tidak didesain mengikuti skema ini, tentu saja efek buruknya adalah kegagalan secara tiba-tiba tanpa adanya peringatan awal sehingga terjadi keruntuhan yang dapat memakan korban jiwa. Sistem ini juga memenuhi kaidah dalam perencanaan bangunan tahan gempa.

Salah satu faktor dalam merencanakan bangunan bertingkat tinggi ialah kekuatan struktur bangunan. Hal ini berpengaruh pada bangunan bertingkat tinggi, karena berkaitan dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan gaya yang berkerja pada struktur tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan Bangunan 2 Lantai Puskesmas 9 Nopember Banjarmasin yang awalnya menggunakan struktur beton bertulang menjadi struktur baja dengan mempertimbangkan beban gempa lokasi bangunan tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan ialah merencanakan kolom dan balok berupa baja dengan menggunakan aplikasi SAP2000 dan pembebanan gempa sesuai SNI 1726:2019. Melalui perhitungan pembebanan dan aplikasi beban struktur pada SAP2000 didapatkan besarnya nilai beban ultimite (Pu) yang bekerja pada kolom dan Momen ultimate (Mu) pada balok. Besarnya nilai beban ultimite (Pu) akan berpengaruh terhadap besarnya beban nominal terfaktor (ϕP_n), dikarenakan beban nominal terfaktor (ϕP_n) harus lebih besar dari pada beban ultimite (Pu) agar struktur bangunan tersebut aman. Akan tetapi bila beban nominal terfaktor (ϕP_n) terlalu besar dari pada beban ultimite (Pu), maka akan menyebabkan pemborosan pada struktur bangunan tersebut (kolom)

Perhitungan struktur dimulai dengan menghitung pembebanan yaitu dengan metode pembebanan pelat konvensional (merubah pembebanan pelat menjadi bentuk segitiga dan trapesium), setelah beban didapatkan maka diaplikasikan pada aplikasi SAP2000 yang telah menyederhanakan bangunan menjadi balok dan kolom dalam 3 Dimensi, difinisikan material, profil beton/ baja, 14 kombinasi pembebanan gedung dengan beban gempa sesuai SNI 1726:2019, kemudian running aplikasi, dan mendapatkan nilai gaya-gaya dalam struktur. Hasil gaya-gaya dalam digunakan untuk mendesain profil baja.

Kombinasi pembebanan sesuai SNI 1726:2019:

Comb. 1 = 1,4 D + 1,4 SDL

Comb. 2 = 1,2 D + 1,2 SDL + 1,6 LL

Comb. 3 = (1,2+0,2S_{DS}) D + (1,2+0,2S_{DS}) SDL + 1 LL + 1 Edx + 0,3Edy

Comb. 4 = (1,2+0,2S_{DS}) D + (1,2+0,2S_{DS}) SDL + 1 LL + 1 Edx - 0,3Edy

Comb. 5 = (1,2+0,2S_{DS}) D + (1,2+0,2S_{DS}) SDL + 1 LL - 1 Edx + 0,3Edy

Comb. 6 = (1,2+0,2S_{DS}) D + (1,2+0,2S_{DS}) SDL + 1 LL - 1 Edx - 0,3Edy

Comb. 7 = (1,2+0,2S_{DS}) D + (1,2+0,2S_{DS}) SDL + 1 LL + 1 Edy + 0,3Edx

Comb. 8 = (1,2+0,2S_{DS}) D + (1,2+0,2S_{DS}) SDL + 1 LL + 1 Edy - 0,3Edx

Comb. 9 = (1,2+0,2S_{DS}) D + (1,2+0,2S_{DS}) SDL + 1 LL - 1 Edy + 0,3Edx

Comb. 10 = (1,2+0,2S_{DS}) D + (1,2+0,2S_{DS}) SDL + 1 LL - 1 Edy - 0,3Edx

Comb. 11 = (0,9-0,2S_{DS}) D + (0,9-0,2S_{DS}) SDL + 1 Edx + 0,3Edy

Comb. 12 = (0,9-0,2S_{DS}) D + (0,9-0,2S_{DS}) SDL + 1 Edx - 0,3Edy

Comb. 13 = (0,9-0,2S_{DS}) D + (0,9-0,2S_{DS}) SDL - 1 Edx + 0,3Edy

Comb. 14 = (0,9-0,2S_{DS}) D + (0,9-0,2S_{DS}) SDL - 1 Edx - 0,3Edy

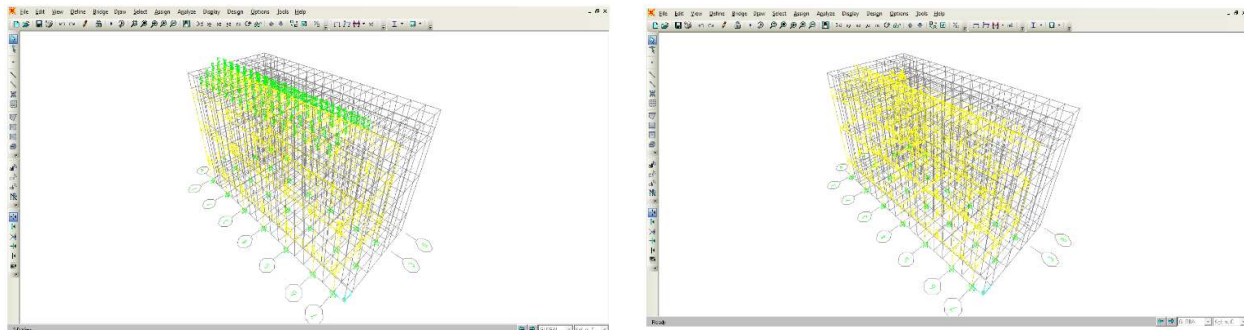
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

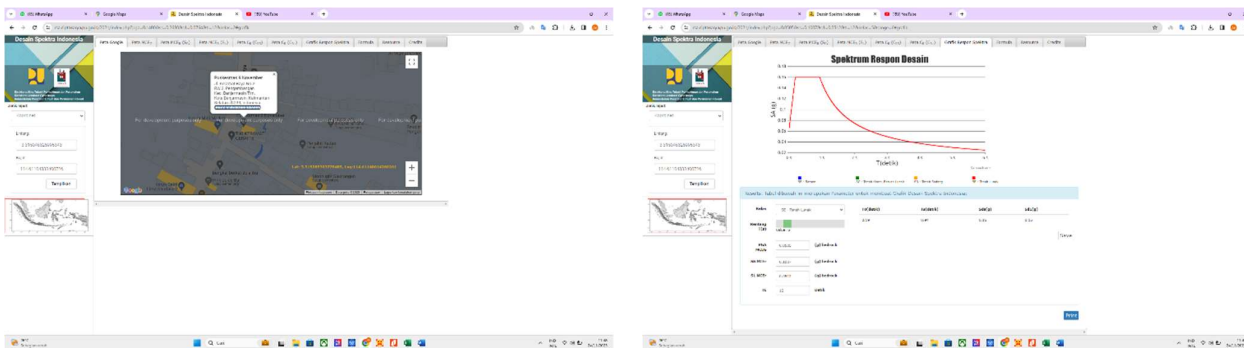
Perhitungan beban disesuaikan dengan jenis beban yang bekerja pada struktur berdasarkan peraturan pembebanan yang berlaku. Beban yang dihitung meliputi beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Bangunan yang direncanakan yaitu kantor Puskesmas, jadi dirincikan Lantai dasar/lantai 1 sebagai kantor, Lantai 2 sebagai kantor, dan Lantai 3 sebagai dak/ atap. Hasil Analisa Struktur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Gaya-gaya Dalam Hasil Analisa Struktur

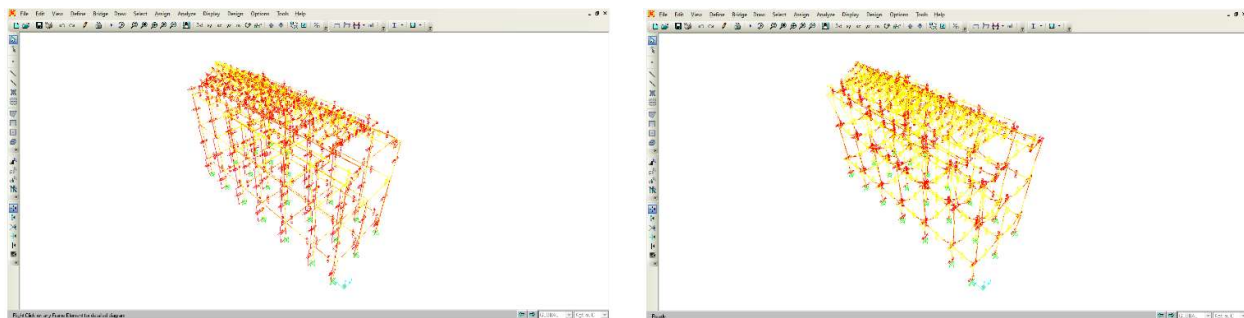
No.	Lantai	Panjang Bentang (m)	Momen Tumpuan (kg.m)	Momen Lapangan (kg.m)	Lintang Max (kg)	Normal Max (kg)
Portal IV	1	3	1443.32	843.07	2287.61	21047.94
(tengah)	2	3	1292.95	757.69	2130.38	4165.51
	Atap	1	1816.13	871.69	2758.88	4165.51



Gambar 1. Pembebanan



Gambar 2. Spektrum Gempa



Gambar 3. Hasil Analisa Struktur

1. Tekan Baja Lantai 1

$$\text{Batang tekan / Pu} = 21047.94 \text{ kg} = 21.04794 \text{ ton}$$

$$\text{Pu terfaktor / Pu}/\phi = 26.309925 \text{ ton}$$

Perletakkan Jepit-Sendi

$$\text{Mutu Baja 37} \quad f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f_u = 370 \text{ Mpa}$$

$$\text{Panjang batang} = 4500 \text{ mm}$$

$$\text{Coba Profil Rencana WF} = 200.200.10.16$$

$$d = 208 \text{ mm}$$

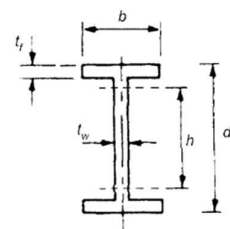
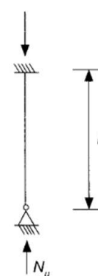
$$b = 202 \text{ mm}$$

$$t_w = 10 \text{ mm}$$

$$t_f = 16 \text{ mm}$$

$$r_0 = 13 \text{ mm}$$

$$h = d - 2(tr + r_0)$$



$$\begin{aligned} &= 150.00 \text{ mm} \\ r_x \text{ atau } i_x &= 88.3 \text{ mm} \\ r_y \text{ atau } i_y &= 51.3 \text{ mm} \\ A_g &= 8370 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Periksa Kelangsingan Penampang

Flens

$$\begin{aligned} \lambda_f &= \frac{b}{2t_f} \\ &= 6.313 < \lambda_r \\ &= \frac{250}{f_y^{0,5}} \\ &= 16.13743061 \end{aligned}$$

Web

$$\begin{aligned} \lambda_w &= \frac{h}{t_w} \\ &= 15.00 < \lambda_r \\ &= \frac{665}{f_y^{0,5}} \\ &= 42.92556542 \end{aligned}$$

Kondisi Tumpuan

Perletakkan Jepit-Sendi

$$k = 0.8$$

Arah Kuat (Sumbu x)

$$\begin{aligned} \lambda_x &= \frac{3600.00}{88.30} \\ &= 40.77 \end{aligned}$$

$$\lambda_{cx} = 0.4494$$

$$0.24 < \lambda_{cx} < 1.20$$

$$w = 1.100915002$$

$$\begin{aligned} N_n &= A_g \cdot f_{cr} \\ &= 1824664.03 \text{ N} \\ &= 182466.4025 \text{ kg} \\ &= 182.47 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$N_u = 26.309925$$

$$0.85 \cdot N_n = 155.0964422$$

$$= 0.169635903 < 1 \text{ ok}$$

Arah Lemah (Sumbu y)

$$\begin{aligned} \lambda_y &= \frac{3600}{51.3} \\ &= 70.1754386 \end{aligned}$$

$$\lambda_{cy} = 0.773483614$$

$$\begin{aligned}
 0.24 &< \lambda_{cy} < 1.20 \\
 w &= 1.321912529 \\
 N_n &= A_g \cdot f_{cr} \\
 &= 1519616.43 \text{ N} \\
 &= 151961.6432 \text{ kg} \\
 &= 151.96 \text{ ton} \\
 N_u &= 26.309925 \\
 0.85 \cdot N_n &= 129.1673967 \\
 &= 0.203688591 < 1 \text{ ok}
 \end{aligned}$$

Dengan besarnya ω ditentukan oleh λ_c , yaitu:

Untuk $\lambda_c < 0.25$ maka $\omega = 1$

Untuk $0.25 < \lambda_c < 1.2$ maka $\omega = \frac{1.43}{1.6 - 0.67\lambda_c}$

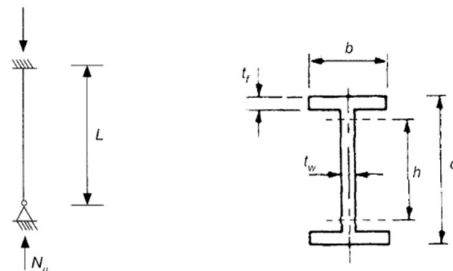
Untuk $\lambda_c > 1.2$ maka $\omega = 1.25\lambda_c^{-2}$

Jadi 200.200.10.16 cukup untuk memikul beban terfaktor 26.30993 ton

2. Tekan Baja Lantai 2

$$\begin{aligned}
 \text{Batang tekan / } P_u &= 4165.51 \text{ kg} = 4.16551 \text{ ton} \\
 P_u \text{ terfaktor / } P_u / \phi &= 5.2068875 \text{ ton} \\
 \text{Perletakkan Jepit-Sendi} \\
 \text{Mutu Baja 37} \quad f_y &= 240 \text{ Mpa} \\
 \quad f_u &= 370 \text{ Mpa} \\
 \text{Panjang batang} &= 4500 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Coba Profil Rencana WF} &= 100.100.6.8 \\
 d &= 100 \text{ mm} \\
 b &= 100 \text{ mm} \\
 t_w &= 6 \text{ mm} \\
 t_f &= 8 \text{ mm} \\
 r_0 &= 10 \text{ mm} \\
 h &= d - 2(tr + r_0) \\
 &= 64.00 \text{ mm} \\
 r_x \text{ atau } i_x &= 41.8 \text{ mm} \\
 r_y \text{ atau } i_y &= 24.7 \text{ mm} \\
 A_g &= 2190 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$



Periksa Kelangsingan Penampang

Flens

$$\begin{aligned}
 \lambda_f &= \frac{b}{2 \cdot t_f} \\
 &= 6.250 < \lambda_r \\
 &= \frac{250}{f_y^{0.5}} \\
 &= 16.13743061
 \end{aligned}$$

Web

$$\begin{aligned}
 \lambda_w &= \frac{h}{t_w} \\
 &= 10.67 < \lambda_r
 \end{aligned}$$

$$\frac{665}{f_y^{0,5}}$$

$$42.92556542$$

Kondisi Tumpuan	Perletakkan Jepit-Sendi		
k	=	0.8	
Arah Kuat (Sumbu x)			
λ_x	=	$\frac{3600.00}{41.80}$	
	=	86.12	
λ_{cx}	=	0.9493	
0.24 <	λ_{cx}	<	1.20
w	=	1.483424773	Dengan besarnya ω ditentukan oleh λ_c , yaitu:
Nn	=	Ag.fcr	Untuk $\lambda_c < 0,25$ maka $\omega = 1$
	=	354315.24 N	Untuk $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$
	=	35431.52369 kg	Untuk $\lambda_c > 1,2$ maka $\omega = 1,25\lambda_c^2$
	=	35.43 ton	
Nu	=	5.2068875	
0,85*Nn	=	30.11679514	
	=	0.172889827	< 1 ok
Arah Lemah (Sumbu y)			
λ_y	=	$\frac{3600}{24.7}$	
	=	145.7489879	
λ_{cy}	=	1.606465968	
	λ_{cy}	>	1.20
w	=	3.225916133	
Nn	=	Ag.fcr	
	=	162930.46 N	
	=	16293.04602 kg	
	=	16.29 ton	
Nu	=	5.2068875	
0,85*Nn	=	13.84908911	
	=	0.375973283	< 1 ok
Jadi 100.100.6.8	cukup untuk memikul beban terfaktor	5.206888	ton
3. Lentur Baja			
Mu	=	1443.32	kgm
Mn	=	1698.023529	kgm
Coba Profil Rencana	=	Profil WF 200.150.6/9	
H	=	194 mm	= 19.4 cm

B	=	150 mm	=	15 cm
t1/tw	=	6 mm	=	0.6 cm
t2/tf	=	9 mm	=	0.9 cm
r	=	13 mm		
Ix	=	2690 cm ⁴		
Zx	=	296214 mm ³		
Zy	=	102834 mm ³		

Untuk
fy = 240 Mpa

$$\lambda_f = \frac{b}{2 \cdot t_f} = 8.333$$

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w} = 25.00$$

λ_p	λ_r
10.9734528	28.38
108.443534	164.60

Dalam perhitungan tahanan momen nominal dibedakan antara penampang kompak, tak kompak, dan langsing:

1. Penampang kompak : $\lambda < \lambda_p$
2. Penampang tak kompak : $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$
3. Langsing : $\lambda > \lambda_r$

Cek Penampang

Penampang Kompak

$$M_p = Z_x \cdot f_y = 71,091,360 \text{ nmm} = 71 \text{ kNm} = 7.1 \text{ Tm} = 7,109 \text{ kgm}$$

$$M_p > M_n$$

7,109	kgm	1,698	kgm
-------	-----	-------	-----

Untuk
fy = 450 Mpa

$$\lambda_f = \frac{b}{2 \cdot t_f} = 8.333$$

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w}$$

$$\lambda_p = \frac{L_p}{r} = \frac{8.01387685}{\sqrt{79.1959595}} = \frac{18.98}{120.21}$$

Cek Penampang

Penampang Tak Kompak

$$\begin{aligned} M_p &= Z_x \cdot f_y \\ &= 133,296,300 \text{ nmm} \\ &= 133 \text{ kNm} \\ &= 13.33 \text{ Tm} \\ &= 13,330 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_r &= (f_y - f_r) \cdot S_x \\ &= 105381443.3 \text{ nmm} \\ &= 105.38 \text{ kNm} \\ &= 10.54 \text{ Tm} \\ &= 10538.14 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &\Rightarrow M_p = 141924.12 + 3366.478 \\ &= 10.97 + 10.97 \\ &= 12941.34 + 306.9721554 \\ &= 13248.32 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$M_p = 13,248 \text{ kgm} > M_n = 1,698 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} \text{Lendutan (beban hidup)} &= 1.97754 \times 10^{11} \\ &= 25,824,000,000.00 \\ &= 7.657756593 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat Lendutan} &= L/300 \\ &= 0.025 \text{ m} \\ &= 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

Pembahasan

Untuk mendesain kolom yaitu dengan Tekan Baja atau Tarik baja karena gaya yang berlaku pada batang kolom yaitu gaya Tarik dan tekan. Untuk Mendesain Balok menggunakan lentur baja yang didapat dari momen pada balok tersebut. Dari Hasil Analisa Struktur didapat Nilai beban yang terdapat pada kolom lantai 1 (P_u) sebesar 21047.94 kg pada rencana menggunakan kolom beton 30/30, untuk mendesain digunakan P_u terfaktor = $P_u/\phi = 26309.925$ kg perhitungan tekan baja didapat profil baja WF 300.200.10.16. Pada kolom Lantai 2 dengan beban $P_u = 4165.51$ kg menggunakan kolom 15/30 dilakukan perhitungan tekan baja maka bisa diganti dengan baja WF 100.100.6.8 Untuk Balok Lantai 1 menggunakan balok beton 20/30, untuk mendesain digunakan $M_{maks} = 1443.32$ kg, M_n terfaktor = 1698.02 kgm kemudian perhitungan lentur baja penampang kompak maka bisa diganti dengan baja profil baja WF 200.150.6.9 $f_y = 240$ MPa Dan untuk lantai 2 juga menggunakan kolom 20/30 bisa diganti dengan baja profil baja WF 200.150.6.9 $f_y = 240$ MPa atau $f_y = 450$ MPa.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Pada perencanaan awal menggunakan kolom beton 30/30 setelah review design bisa digantikan dengan menggunakan Profil Baja WF 300.200.10.16 kolom pada lantai 2 yang rencana awal beton 15/30 bisa diganti dengan WF 100.100.6.8/
2. Pada desain awal Lantai 1 menggunakan balok beton ukuran 20/30, setelah review design bisa digantikan dengan menggunakan Profil Baja WF 200.150.6.9 $f_y=240$ MPa
3. Pada desain awal Lantai 2 menggunakan balok beton ukuran 20/30, setelah review design bisa digantikan dengan menggunakan Profil Baja WF 200.150.6.9 $f_y=240$ MPa atau $f_y=450$ MPa
4. Untuk Atap menggunakan Baja Ringan Profil C75x35

Saran

Pada penelitian selanjutnya, untuk hasil analisa struktur gaya pada pondasi, dan ditambah data tanah hasil sondir pada lokasi bangunan dapat digunakan untuk mendesain pondasi bangunan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Asyari, Hasan. (2022). Tutorial penggunaan SAP 2000 : Analisis dan Desain Penulangan Struktur Ruko 2 Lantai Dengan Beban Gempa SNI 1726:2019. DOI: <https://id.scribd.com/document/635731221/Untitled>

Badan Standarisasi Nasional. (2019). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung SNI 1726:2019. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

Cahyo, F.D. (2018). Perencanaan Alternatif Struktur Komposit Hotel Neo Condotel. Universitas Brawijaya, Fakultas Teknik. Malang

Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1983). Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung. Bandung

Futariani, Y.S. (2013). Kajian Struktur Baja Sebagai Alternatif Review Design Struktur Beton Bertulang (Studi Kasus Pada Gedung LPTK FT UNY). DOI: <https://eprint.uny.ac.id>

Setiawan, A. (2002). Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002). Jakarta

Sunggono kh. (1984). Buku Teknik Sipil. Bandung