

Alternatif Perancangan Struktur Atas Gedung Kuliah IAIN Kota Palu Sulawesi Tengah

Muh. Ramdhan Ainun Wicaksono, Arman Setiawan , Eka Yuniarto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : muhramdhan02016@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 02-09-2023

Direvisi: 05-01-2024

Disetujui: 30-01-2024

Abstract. *The use of steel structure material as a building structure has not been as widespread as in other countries, generally steel material is used to build bridges. But if you use the strength of the steel structure as a working load bearer, it will result in a stronger profile design, and easy to implement. In this research uses a steel structure as the construction of the IAIN Palu Lecture Building has a four floors with a building length of 83.25 m, a building width of 70 m and a building height of 16.8 m. This research re-plans with a steel frame in its structure. This building planning refers to SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 1729-2020. Software used ETABS v.19 and Autocad 2019. Load analysis in the form of dead load, live load, and earthquake. The primary beam B1 WF 800.300.14.26; B2 WF 582.300.12.17; B3 WF 390.300.10.16 and L1 WF 340.250.9.14; column K1 WF 900.300.16.28; K2 WF 350.350.12.19.; and K3 WF 700.300.13.24.*

Abstrak. Penggunaan material struktur baja sebagai struktur bangunan belum meluas seperti di negara-negara lain, umumnya material baja digunakan untuk membangun jembatan. Tetapi apabila menggunakan kekuatan struktur baja sebagai pemikul beban yang bekerja maka akan menghasilkan desain profil yang lebih kuat, dan mudah pelaksanaannya. Dalam penelitian ini menggunakan struktur baja sebagai konstruksi Gedung Kuliah IAIN Palu memiliki empat lantai dengan panjang bangunan 83,25 m, lebar bangunan 70 m dan tinggi bangunan 16,8 m. Penelitian ini direncanakan ulang dengan rangka baja pada strukturnya. Perencanaan Gedung ini mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729-2020. Software yang digunakan ETABS v.19 dan Autocad 2019. Analisa bebaneberupa bebanemati, bebanwhidup, dan gempa. Hasil dari perencanaan memperoleh balok induk B1 WF 800.300.14.26, B2 WF 582.300.12.17, B3 WF 390.300.10.16, dan L1 WF 340.250.9.14; kolom K1 WF 900.300.16.28, K2 WF 350.350.12.19 dan K3 WF 700.300.13.24.

Keywords:

IAIN Palu; Steel Structure;

Load Analysis; SRPMK;

ETABS

Corresponden author:

Email: muhramdhan02016@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Kota Palu merupakan ibukota Provinsi Sulawesi Tengah yang letaknya secara geografis, berada pada Kawasan dataran lembah Palu dan teluk Palu, sehingga wilayah Kota Palu terdiri dari lima bentang alam yang berbeda yaitu pegunungan, lembah, sungai, teluk, dan lautannya. Wilayah Kota Palu berbatasan dengan Kabupaten Donggala di sebelah timur, utara, dan barat, Kabupaten Sigi di sebelah selatan, Kabupaten Sigi di sebelah barat, dan Kabupaten Parigi Moutong di sebelah timur. Pada tanggal 28 september 2018 pukul 18.02 WITA, gempa berkekuatan 7,4 Skala Richter mengguncang daerah Donggala, Palu, Sigi dan sekitarnya. Selain korban jiwa, gempa dan tsunami menyebabkan sarana dan prasarana rusak. Salah satunya adalah Gedung kuliah Institut Agama Islam Negeri Palu. Palu merupakan daerah gempa zona 4 berkualifikasi SF yang berarti setiap profil lapisan tanah yang memiliki karakteristik rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa. Palu juga merupakan daerah sesar atau patahan Palu-Koro.

Struktur bangunan adalah bagian-bagian dari sebuah bangunan yang membentuk bangunan tersebut. Bagian struktur bangunan tersebut mulai dari pondasi, balok, kerangka, pelengkung, dinding dan lain-lainnya. Struktur-struktur ini berfungsi untuk mendukung elemen-elemen konstruksi lain seperti interior dan arsitektur bangunan. Elemen-elemen struktur rangka bangunan memang memiliki fungsi berbeda, tetapi tujuannya tetap sama. Struktur rangka bangunan memiliki peran yang penting dalam dunia konstruksi. Keselamatan orang sangat tergantung oleh kekuatannya. Kelemahan atau kerusakan bisa menyebabkan cedera atau pun kematian. Karena itu, struktur itu tidak boleh sembarangan dibangun.

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur utama dan karbon sebagai unsur penguat. Penggunaan material struktur baja sebagai struktur bangunan belum meluas seperti di negara-negara lain, umumnya material baja digunakan untuk membangun jembatan. Tetapi apabila menggunakan kekuatan struktur baja sebagai pemikul beban yang bekerja maka akan menghasilkan desain profil yang lebih kuat, dan mudah

pelaksanaanya(Budi, 2012). Menurut Nabilatus (2020), penggunaan material struktur baja sebagai struktur bangunan belum meluas seperti di negara-negara lain, umumnya material baja digunakan untuk membangun jembatan. Tetapi apabila menggunakan kekuatan struktur baja sebagai pemikul beban yang bekerja dan memanfaatkan sifat beton yang tahan terhadap api, maka akan menghasilkan desain profil yang lebih kuat, dan mudah pelaksanaanya. Kolom adalah batang tekan vertical dari rangka structural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Keuntungan yang di dapat dengan mendesain kolom sebagai kolom baja adalah kapasitas menahan beban yang besar meskipun dengan penampang yang kecil(Budiono, 2017).

Gedung ini kembali direncanakan dengan menggunakan konstruksi beton dari bawah sampai atas namun, dalam studi kasus ini direncanakan dengan struktur baja menggunakan metode LRFD (Load Resisten Factor Design). LRFD adalah suatu metode dalam perencanaan bangunan gedung yang memperhitungkan faktor beban dan faktor ketahanan material. Dalam hal ini, diperlukan dimensi baja serta jenis sambungan yang sesuai agar gedung tersebut dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Perhitungan Analisa struktur yang dipakai ialah Analisa struktur dengan menggunakan program bantu ETABS v.2019 untuk menganalisa perhitungan strukturnya secara 3 dimensi dan aplikasi ini dapat membantu perhitungan sebuah struktur dari segi bentuk geometri, pembebanan, material, perletakan, dan sebagainya(Aditya Endra, 2019).

Tujuan penelitian adalah untuk menentukan dimensi profil baja yang dibutuhkan untuk balok dan kolom pada gedung kuliah Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Palu.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di kota palu Palu. Gedung terdiri dari empat lantai dengan ukuran panjang 83.25 meter, lebar 70,00 meter dan tinggi bangunan sekitar 16.80 meter. Zona Gempa berkualifikasi SE (Tanah lunak).

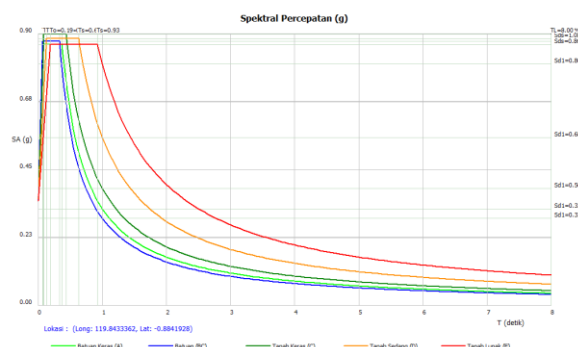
Prosedur penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian kali ini mencakup persiapan data dari perencanaan struktur gedung.

- Pengumpulan data, mengumpulkan data perencanaan gedung.
- Preliminary design, menentukan design awal berupa mutu, ukuran tebal pelat lantai, dan tipe profil baja pada struktur balok dan kolom.
- Pembebanan Struktur, melakukan Perhitungan pembebanan struktur yang meliputi beban gravitasi, dan beban seismic yang bekerja pada bangunan.
- Analisis struktur sekunder, melakukan permodelan struktur gedung meliputi perhitungan pelat dengan menggunakan software.
- Analisis struktur primer, melakukan permodelan struktur gedung meliputi perhitungan balok induk dan kolom dengan menggunakan software.
- Perhitungan sambungan, perencanaan sambungan mencakup geser pada sambungan balok kolom.
- Penggambaran hasil, melakukan penggambaran design tahap akhir dari perencanaan gedung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban Mati (*Dead Load/ DL*). Dalam desain struktur bangunan ini, seluruh material yang digunakan berupa beton bertulang dan profil baja. Dalam permodelan struktur bangunan, berat jenis dikalkulasikan secara otomatis oleh software ETABS, sesuai dengan dimensi dan penampang yang dimodelkan dalam software ETABS. Beban mati yang diaplikasikan dalam struktur bangunan ini disesuaikan sebagai berikut (PPIUG 1983): Berat sendiri baja 7850 kg/m^3 , Berat sendiri beton bertulang 2400 kg/m^3 , Berat spesi per cm tebal 21 kg/m^3 , Berat keramik 24 kg/m^3 , Berat pasangan bata merah $\frac{1}{2}$ batu 15 cm , 250 kg/m^3

Beban Hidup (*Live Load/ LL*). Beban hidup yang diaplikasikan dalam struktur bangunan ini disesuaikan dengan fungsi ruangan pada masing – masing lantai (SNI 1727–2020). Ruang Kelas dan Toliet 192 kg/m^2 , Shelter 479 kg/m^2 , Koridor 383 kg/m^2 , Atap 96 kg/m^2



Gambar 1 Grafik Respon Spektrum

Dari Gambar 1. diatas didapatkan nilai respon spektrum seperti pada Ggambar 2. dibawah ini:

Results at Bedrock:	
PGA	0.629574
PGAm	0.692531
Ss	1.621519
S1	0.600000
TL	8.000000
Kelas	SE - Tanah Lunak

Gambar 2. Nilai Respon Spektrum

Analisis Pelat

Dalam perhitungan digunakan Mutu beton (fc) 25 MPa dan Mutu baja (fy) 420 MPa. Dalam Tabel 1 diperlihatkan rencana tebal pelat di setiap bagian bangunan

Tabel 1. Tebal Rencana Pelat

Tipe Pelat	Lx (mm)	Ly (mm)	β	Jenis Pelat	Tebal Rencana (mm)
Pelat R. Kelas	4000	4000	1,00	Two ways slab	140
Pelat Koridor	3000	4000	1,33	Two ways slab	140
Pelat Shelter	4000	4000	1,00	Two ways slab	140
Pelat Atap	4000	5000	1,25	Two ways slab	140

Tebal Minimum Pelat dihitung dengan persamaan

$$Hf_{min} = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36+9\beta}$$

$$Hf_{min} = \frac{4000(0,8 + \frac{240}{1400})}{36+9(1)}$$

$$Hf_{min} = 86,22 \text{ mm}$$

$$Hf_{min} < H_{rencana} \text{ (140 mm)}$$

Dalam Tabel 2 diperlihatkan tebal pelat lantai minimum di setiap bagian bangunan yang direncanakan

Tabel 2. Tebal Minimum Pelat Lantai dan Atap

No.	Lx*Ly (mm)	Tipe	β	H _{min} (mm)	Hf _{rencana} (mm)	Kontrol
1	Kelas 4000 x 4000	Two Ways Slab	1,00	86,22	140	OKE
2	Koridor 3000 x 3000	Two Ways Slab	1,00	60	140	OKE
3	Koridor 3000 x 4000	Two Ways Slab	1,33	80,88	140	OKE
4	Shelter 3000 x 3000	Two Ways Slab	1,33	80,88	140	OKE
5	Ruang Kelas 4000 x 4000	Two Ways Slab	1,00	85,33	140	OKE
6	Atap 3000 x 3000	Two Ways Slab	1,00	60	140	OKE
7	Atap 4000 x 4000	Two Ways Slab	1,33	85,33	140	OKE
8	Atap 4000 x 5000	Two Ways Slab	1,33	101,59	140	OKE

Kontrol Lendutan Pelat

Modulus elastis beton

$$Ec = 4700 \times \sqrt{fc} = 4700 \times \sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$

Modulus elastis baja tulangan

$$Es = 200000 \text{ Mpa}$$

Beban merata (tak terfaktor) pada plat

$$Q = Q_D + Q_L = 3,564 + 1,92 = 5,484 \text{ N/mm}$$

Panjang bentang plat

$$Lx = 4000 \text{ mm}$$

Batas lendutan maksimum yang diijinkan

$$Lx / 240 = 4000/240 = 16,67 \text{ mm}$$

Momen inersia bruto penampang plat

$$I_g = \frac{1}{12} . b . h^3 = \frac{1}{12} . 1000 . 120^3 = 144000000 \text{ mm}^3$$

Nilai perbandingan modulus elastis

$$n = \frac{Es}{Ec} = \frac{23500}{21000} = 8,94$$

Jarak garis netral terhadap sisi atas beton

$$C = n \cdot \frac{A_s}{b} = 8,94 \cdot \frac{2618}{1000} = 23,39 \text{ mm}$$

Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sebagai berikut:

$$I_{cr} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot c^3 + n \cdot A_s \cdot (d - c)^2 = \frac{1}{3} \cdot 1000 \cdot 23,39^3 + 8,94 \cdot 2618 \cdot (75 - 23,39)^2$$

$$= 66570766 \text{ mm}^4$$

$$Y_t = \frac{h}{2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ mm}$$

Momen retak:

$$M_{cr} = f_r \cdot \frac{I_g}{Y_t} = 3,5 \cdot \frac{66570766}{60} = 8400000 \text{ Nmm}$$

Momen maksimum akibat beban (tanpa factor beban):

$$M_a = \frac{1}{8} \cdot Q \cdot Lx^2 = \frac{1}{8} \cdot 5,48 \cdot 4000^2 = 10968400 \text{ Nmm}$$

Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \cdot I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] \cdot I_{cr}$$

$$= \left(\frac{8400000}{10968400} \right)^3 \cdot 144000000 + \left[1 - \left(\frac{8400000}{10968400} \right)^3 \right] \cdot 66570766 = 103400255 \text{ mm}^4$$

Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup:

$$\delta e = \frac{5}{384} \cdot Q \cdot \frac{Lx^4}{(Ec \cdot I_e)} = \frac{5}{384} \cdot 5,48 \cdot \frac{4000^4}{(23500 \cdot 101349437)} = 7,523 \text{ mm}$$

Rasio tulangan slab lantai

$$p = \frac{A_s}{(b \cdot d)} = \frac{2618}{(1000 \cdot 75)} = 0,052$$

Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati (jangka waktu > 5 tahun), nilai:

$$\zeta = 2,0$$

$$\lambda = \frac{\zeta}{(1 + 50 \cdot p)} = 0,5528$$

Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut:

$$\delta g = \frac{5}{384} \cdot \lambda \cdot \frac{Lx^4}{(Ec \cdot I_e)} = \frac{5}{384} \cdot 0,5528 \cdot \frac{4000^4}{(23500 \cdot 101349437)} = 4,159 \text{ mm}$$

Lendutan total

$$\delta_{tot} = \delta e + \delta g = 7,523 + 4,159 = 11,682 \text{ mm}$$

Syarat lendutan

$$\delta_{tot} \leq \frac{Lx}{240}$$

$$11,68 < 16,67 \rightarrow (\text{AMAN})$$

Tabel 3. Tabel Kontrol Lendutan Pelat

No.	Lx*Ly (mm)	Tipe	L/240 (mm)	Δtotal (mm)	Kontrol δtotal < L/240
1	Koridor 3000 x 3000	Two Ways Slab	12.500	2.199	Aman
2	Koridor 3000 x 4000	Two Ways Slab	12.500	3.642	Aman
3	Shelter 3000 x 3000	Two Ways Slab	16.667	0.931	Aman
4	Ruang Kelas 4000 x 4000	Two Ways Slab	16.667	15.642	Aman
5	Atap 3000 x 3000	Two Ways Slab	16.667	10.706	Aman
6	Atap 4000 x 4000	Two Ways Slab	16.667	10.706	Aman
7	Atap 4000 x 5000	Two Ways Slab	12.500	0.677	Aman

Analisis Balok (B1 Lantai 3)

Rencana tipe dan ukuran profil baja yang digunakan dalam perencanaan ini di perlihatkan pada Tabel 3

Tabel 4. Tabel Rencana Profil Balok

No	Tipe	Profil Baja
1	B1	WF 800 x 300 x 14 x 26
2	B2	WF 582 x 300 x 12 x 17
3	B3	WF 390 x 300 x 10 x 16
3	L1	WF 340 x 250 x 9 x 14

Kuat lentur

Momen nominal

$$M_p = f_y \cdot Z_x$$

$$= 240 \cdot 7995464 = 1679047440 \text{ Nmm}$$

Tahanan momen lentur

$$\phi_b \cdot M_n$$

$$0,9 \cdot 1679047440 = 1511142696 \text{ Nmm}$$

Momen akibat beban terfaktor

$$M_u = 1244309500 \text{ Nmm (Data dari Etabs)}$$

Syarat yang harus dipenuhi

$\mu_u < \phi_b \cdot M_n$
 $1244309500 < 1511142696 \rightarrow (\text{AMAN})$
 $\frac{\mu_u}{\phi_b \cdot M_n} = 0,82 < 1,0 \rightarrow (\text{AMAN})$
 Kontrol lendutan balok
 $\delta < L/240$
 $30,16 < \frac{8000}{240}$
 $30,16 < 33,3 \rightarrow \text{AMAN}$

Tabel 5. Tabel Rekapitulasi Dimensi Balok

No	Beam	L (mm)	Profil Beam	Mu (Nmm)	Momen Lentur	Kontrol Lendutan
1	B1	8000	800 x 300 x 14 x 26	1244309500	0,82 < 1,0	30,16 < 33,3
2	B2	4000	582 x 300 x 12 x 17	291365400	0,408 < 1,0	7,00 < 16,7
3	B3	5000	390 x 300 x 10 x 16	326773300	0,817 < 1,0	13,1 < 20,8
4	L1	5000	340 x 250 x 9 x 14	42785500	0,166 < 1,0	17,1 < 20,8

Analisa Kolom (K1 Lantai 1)

Tahanan aksial tekan:
 $\phi_b \cdot N_n$
 $0,9 \cdot 3560640 = 5074356 \text{ Nmm}$
 Momen plastis terhadap sumbu x dan sumbu y
 $M_{px} = f_y \cdot Z_x$
 $= 210 \cdot 10174144 = 2136570240 \text{ Nmm}$
 $M_{py} = f_y \cdot Z_y$
 $= 210 \cdot 1314016 = 275943360 \text{ Nmm}$
 Momen batas tekuk terhadap sumbu x dan sumbu y
 $M_{rx} = S_x \cdot (f_y - f_r)$
 $= 9133000 \cdot (210 - 70) = 1278620000 \text{ Nmm}$
 $M_{ry} = S_y \cdot (f_y - f_r)$
 $= 840000 \cdot (210 - 70) = 117600000 \text{ Nmm}$
 Interaksi aksial tekan dan momen lentur:
 Gaya aksial akibat beban terfaktor
 $N_u = 3560640 \text{ N}$ (Data dari Etabs)
 Momen akibat beban terfaktor terhadap sumbu x dan sumbu y
 $M_{ux} = 40397900 \text{ Nmm}$
 $M_{uy} = 6121300 \text{ Nmm}$
 Tahanan aksial tekan
 $\phi_b \cdot N_n$
 $0,9 \cdot 3560640 = 5074356 \text{ Nmm}$
 Tahanan momen lentur terhadap sumbu x dan sumbu y
 $\phi_b \cdot M_{nx}$
 $0,9 \cdot 40397900 = 1922913216 \text{ Nmm}$
 $\phi_b \cdot M_{ny}$
 $0,9 \cdot 6121300 = 248349024 \text{ Nmm}$
 Untuk nilai $\frac{N_u}{\phi_n \cdot N_n} = 0,7821 > 0,20$
 Maka digunakan rumus:

$$\frac{N_u}{(\phi_n \cdot N_n)} + \frac{8}{9} \cdot \left[\frac{M_{ux}}{(\phi_b \cdot M_{nx})} + \frac{M_{uy}}{(\phi_b \cdot M_{ny})} \right]$$

$$\frac{3560640}{(5074356)} + \frac{8}{9} \cdot \left[\frac{40397900}{(1922913216)} + \frac{6121300}{(248349024)} \right] = 0,8226$$

 Maka nilai interaksi aksial tekan dan momen lentur = 0,8226
 $0,8226 < 1,0 \rightarrow (\text{AMAN})$

Tabel 6. Tabel Rekapitulasi Dimensi Kolom

No	L (mm)	Profil Beam	Nu (Nmm)	Gaya Aksial
1	4200	900 x 300 x 16 x 28	3560640	0,823 < 1,0 (AMAN)
2	4200	350 x 350 x 12 x 19	1676389	0,553 < 1,0 (AMAN)
3	4200	700 x 300 x 13 x 24	1768044	0,493 < 1,0 (AMAN)

Jenis pembebanan yang diperhitungkan dalam perencanaan gedung ini adalah beban vertikal dan beban horisontal. Pada analisa gaya-gaya dalam struktur utama dilakukan pembebanan dengan beberapa kombinasi pembebanan yang sesuai dengan ketentuan dalam SNI 1727-2020 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain.

- a. **Beban Mati;** Beban mati ialah berat sendiri komponen struktur yang berfungsi struktural menahan beban. Nilai-nilai yang sering dipakai, keterangan dan nilai lain selengkapnya dapat dilihat pada “SNI-1727-2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain”
- b. **Beban Hidup;** Semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.

Salah satu yang tergolong dalam pembebanan horisontal Beban Gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan pada suatu analisa dinamik, maka yang diartikan pada beban gempa disini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

Untuk struktur-struktur tersebut dimana komponen-komponen strukturalnya dipengaruhi oleh lendutan atau deformasi komponen-komponen tersebut dihubungkan dengan cara sedemikian rupa sehingga memberikan pengaruh merugikan kekuatan struktur tersebut, lendutan-lendutan dan gaya-gaya yang ditimbulkan tersebut harus dipertimbangkan secara eksplisit dalam analisis dan desain struktur seperti yang di syaratkan pada SNI 2847-2019.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan perencanaan struktur baja dengan sistem rangka pemikul momen khusus diatas maka diperoleh profil penampang balok induk baja yang efektif adalah B1 = WF 800.300.14.26, B2 = WF 582.300.12.17, B3 = WF 390.300.10.16. Untuk profil penampang kolom baja yang efektif adalah K1 = WF 900.300.16.28, K2 = WF 350.350.12.19, K3 = WF 700.300.13.24.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Endra, S. (2019). Studi Analisis Perbandingan Metode Allowable Stress Design (ASD) dan Load and Resistance Factor Design (LRFD) Pada Struktur Gable Frame di Pembangunan Pasar Baru Kabupaten Lumajang. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/2623>
- Budi, K. (2012). Struktur Baja. <https://www.ilmutekniksipil.com/struktur-baja/struktur-baja>
- Budiono, B. (2017). Contoh desain bangunan tahan gempa dengan sistem rangka pemikul momen khusus dan sistem dinding struktur khusus di Jakarta (Cetakan 1). Penerbit ITB.
- Fajar, F. (2018). Studi Alternatif Perencanaan Struktur Komposit Pada Gedung Mall Dinoyo Malang. <https://core.ac.uk/download/pdf/229606990.pdf>
- Haq, Muh. A. (2020). Studi Alternatif Gedung Transmart Mall Kota Malang Dengan Menggunakan Struktur Komposit Baja-Beton.
- Nabilatus, A. P. (2020). Studi Alternatif Perencanaan Struktur Baja Gedung RSUD Darmayu Ponorogo dengan Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen. <http://repository.unisma.ac.id/handle/123456789/2553>
- AISC, (2016), Specification for Structural Steel Buildings, ANSI/AISC 360-16, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.
- Anggry. (2010). Tabel Profil Konstruksi Baja. Surabaya. Institut Reknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. Beban Minimum untuk Perancangan, Bangunan Gedung dan Struktur lain SNI 1727:2020. Jakarta.
- BSN, (2019). Persyaratan beton structural untuk bangunan gedung dan penjelasan SNI 2847-2019.
- BSN, (2019). Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural Berdasarkan SNI 1729-2019
- BSN, (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung Berdasarkan SNI 1726-2019