



ANALISIS STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG SATPAS DENGAN METODE DESAIN FAKTOR BEBAN DAN KETAHANAN (DFBK)

A'immatul Aliyah

Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng

Titin Sundari

Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng

Alamat: Jl. Irian Jaya 55 TebuirengTromol Pos IX JombangJatim

Korespondensi penulis: aimally14@gmail.com¹, titinsundari1273@gmail.com²,

Abstrak. *Steel structures are an alternative in the construction of buildings and other structures both on a small and large scale. Sidoarjo Regency has soft soil with a relatively small soil bearing capacity so that steel material is chosen because it has a lightweight structure and is suitable for soil conditions. This study aims to analyze steel structures and obtain the optimum steel frame structure configuration. The urgency of this research is in the form of anticipation of the worst possibility of construction failure due to structures that do not meet applicable standards. In the analysis of the steel structure of the SIM Administration Unit building, the Load and Resistance Factor Design (DFBK) method is used based on SNI 1729:2020, SNI 1726:2019, and SNI 1727:2013. Analysis is carried out on dead loads, live loads, and earthquake loads to determine the capacity of structural elements such as beams, columns, and baseplates. The analysis results show that the IWF 200,100,5,5.8 beam profile is safe against flexure and flexural buckling, the IWF 500,200,10,16 column is safe against axial and flexural loads on the strong and weak axes, and the baseplate meets the bearing, shear, and tensile capacities. The $R_u < \phi R_n$ value for all elements indicates that the building's steel structure meets the strength and safety standards according to DFBK provisions.*

Keywords: *Steel Structure; DFBK; SNI 1729-2020; Structural Strength*

Abstrak. Struktur baja menjadi alternatif dalam pembangunan gedung dan struktur lainnya baik dalam skala kecil maupun besar. Kabupaten Sidoarjo memiliki tanah yang bersifat lunak dengan daya dukung tanah yang relatif kecil sehingga material baja dipilih karena memiliki struktur yang ringan serta sesuai dengan kondisi tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur baja serta mendapat konfigurasi struktur rangka baja yang optimum. Urgensi penelitian ini yaitu berupaantisipasi terhadap kemungkinan terburuk dari kegagalan konstruksi akibat struktur yang tidak memenuhi standar yang berlaku. Dalam analisis struktur baja gedung Satuan Penyelenggara Administrasi SIM ini digunakan metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK) berdasarkan SNI 1729:2020, SNI 1726:2019, dan SNI 1727:2013. Analisis dilakukan terhadap beban mati, beban hidup, dan beban gempa untuk mengetahui kapasitas elemen struktur seperti balok, kolom, dan baseplate. Hasil analisis menunjukkan bahwa profil balok IWF 200.100.5.5.8 aman terhadap lentur dan tekuk lentur, kolom IWF 500.200.10.16 aman terhadap beban aksial dan lentur pada sumbu kuat dan lemah, serta baseplate memenuhi kapasitas tumpu, geser, dan tarik. Nilai $R_u < \phi R_n$ pada seluruh elemen menunjukkan bahwa struktur baja gedung tersebut memenuhi standar kekuatan dan keamanan sesuai ketentuan DFBK.

Kata Kunci: *Struktur Baja; DFBK; SNI 1729-2020; Kekuatan Struktur*

PENDAHULUAN

Dalam pembangunan gedung, perlu diperhatikan pemilihan material sesuai dengan kondisi tanah. Kabupaten Sidoarjo memiliki tanah yang bersifat lunak dengan daya dukung tanah yang relatif kecil. Material yang sesuai dengan kondisi tanah lunak yaitu baja karena memiliki berat sendiri struktur yang lebih ringan. Selain itu, material baja juga memiliki beberapa keunggulan daripada menggunakan material konstruksi yang lain karena baja memiliki kekuatan yang tinggi, tahan lama, serta efisien terhadap biaya dan waktu.

Metode DFBK (Desain Faktor Beban dan Ketahanan) merupakan metode perhitungan struktur baja yang diatur pada SNI 1729-2020 dan dikembangkan dari metode sebelumnya yaitu

metode LRFD (*Load and Resistance Factor Design*), dimana beban bekerja dikalikan dengan faktor beban untuk menghasilkan beban terfaktor yang akan digunakan sebagai beban pada struktur sehingga didapatkan kombinasi beban yang paling kritis dan beban tersebut digunakan untuk perencanaan struktur baja. Penggunaan faktor reduksi sebagai faktor keamanan dalam proses desain merupakan ciri khas dari DFBK [9][10]. Dalam hal ini faktor resistensi diperlukan untuk menjaga kemungkinan kurangnya kekuatan struktur (*understrength*) sedangkan faktor beban digunakan untuk mengantisipasi kemungkinan adanya kelebihan beban (*overload*).

Penelitian dilakukan pada proyek gedung perkantoran Sidoarjo dengan tujuan untuk menganalisis struktur baja dengan metode DFBK serta mendapat konfigurasi struktur rangka baja yang optimum. Urgensi penelitian ini yaitu berupa antisipasi terhadap kemungkinan terburuk dari kegagalan konstruksi akibat struktur yang tidak memenuhi standard yang berlaku

KAJIAN TEORI

1. Material Baja

Baja merupakan logam yang merupakan perpaduan antara besi (Fe) sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lain, termasuk karbon (C) sebagai unsur paduan utama. Karbon dalam baja berkisar antara 0,2 % hingga 2,1 % berat sesuai tingkatan, berikut ini elemen yang selalu ada dalam baja: karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon dan sebagian kecil oksigen, nitrogen dan aluminium. Baja yang digunakan dalam suatu struktur bangunan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam antara lain baja karbon, baja paduan rendah mutu tinggi dan baja paduan. Sifat-sifat mekanik dari baja itu sendiri yaitu tegangan leleh dan tegangan putusnya diatur dalam ASTM A6/A6M

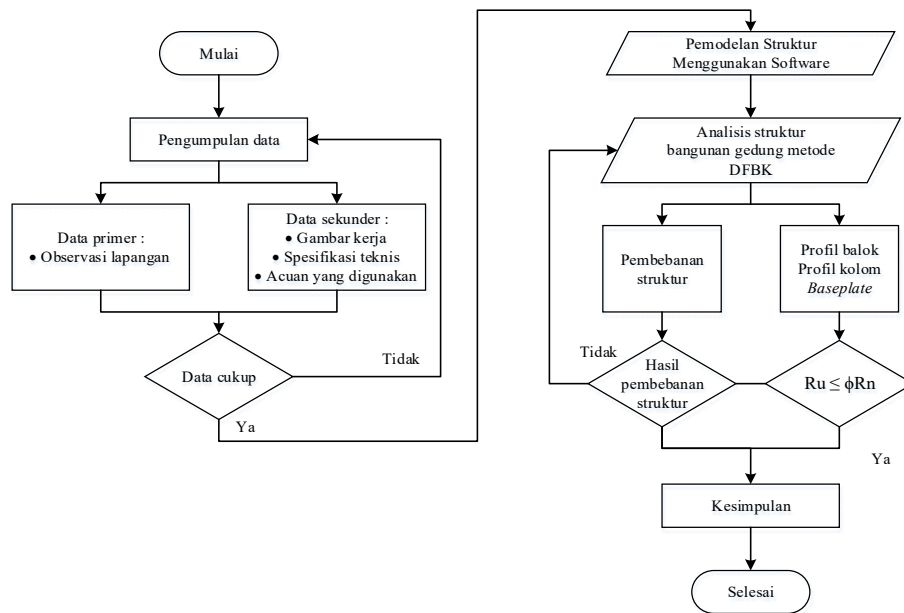
2. Metode DFBK

Metode DFBK (Desain Faktor Beban dan Ketahanan) merupakan metode perhitungan struktur baja yang diatur pada SNI 1729-2020 dan dikembangkan dari metode sebelumnya yaitu metode LRFD (*Load and Resistance Factor Design*). Metode ini didasari dengan konsep limit state (keadaan batas) yang merupakan kondisi dimana struktur atau komponen struktur yang ada menjadi tidak fit (kondisi yang menyebabkan ketidaknyamanan atau kerusakan atau bahkan keruntuhan. Perencana harus memberikan beban yang lebih besar pada perencanaan struktur baja. Kondisi tersebut dinamakan beban nominal, yaitu beban bekerja dikalikan dengan faktor beban untuk menghasilkan beban terfaktor yang akan digunakan sebagai beban pada struktur. didapatkan kombinasi beban yang paling kritis dan beban tersebut digunakan untuk perencanaan struktur baja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur baja dengan metode DFBK serta mendapat konfigurasi struktur rangka baja yang optimum. Teknik pengumpulan data yang dipakai dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang berasal dari peneliti untuk pertama kalinya dan data sekunder merupakan data yang sudah ada atau data yang telah dikumpulkan oleh organisasi dan penyidik instansi sebelumnya. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan dari software untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Teknik analisis data ini menggunakan metode desain faktor beban dan ketahanan (DFBK) berdasarkan SNI 1729-2020 dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh. Faktor-faktor yang berpengaruh pada penelitian ini adalah pembebanan dan ketahanan struktur. Lokasi penelitian ini ialah pada proyek pembangunan gedung perkantoran di Sidoarjo.

ANALISIS STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG SATPAS DENGAN METODE DESAIN FAKTOR BEBAN DAN KETAHANAN (DFBK)



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Metode DFBK (Desain Faktor Beban dan Ketahanan) merupakan metode perhitungan struktur baja yang diatur pada SNI 1729-2020 dan dikembangkan dari metode sebelumnya yaitu metode LRFD (*Load and Resistance Factor Design*). Dalam hal ini faktor resistensi diperlukan untuk menjaga kemungkinan kurangnya kekuatan struktur (*understrength*) sedangkan faktor beban digunakan untuk mengantisipasi kemungkinan adanya kelebihan beban (*overload*). Desain yang sesuai dengan ketentuan untuk metode DFBK (Desain Faktor Beban dan Ketahanan) memenuhi persyaratan spesifikasi ini bila kekuatan desain setiap komponen struktural sama atau melebihi kekuatan yang perlu ditentukan berdasarkan kombinasi beban DFBK[12] [13]. Berdasarkan pasal B3.1 SNI 1729-2020, konsep DFBK ditentukan dengan persamaan berikut.

$$R_u \leq \phi R_n$$

Keterangan :

R_u = kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK

R_n = kekuatan nominal

ϕ = faktor ketahanan

ϕR_n = kekuatan desain

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Analisis pembebanan

Dalam permodelan struktur bangunan, berat jenis dikalkulasikan secara otomatis oleh *software*, sesuai dengan dimensi dan penampang yang dimodelkan dalam *software*.

Tabel 1. Beban mati dan beban mati tambahan

Jenis beban mati	Berat (kN/m ³)
Baja	78,50

Tabel 2. Beban mati tambahan

Jenis beban mati tambahan	Berat (kN/m ²)
Spesi per cm tebal	0,21

**ANALISIS STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG SATPAS DENGAN METODE
DESAIN FAKTOR BEBAN DAN KETAHANAN (DFBK)**

Keramik	0,24
Plafon dan penggantung	0,18
MEP	0,25
Total	0,88

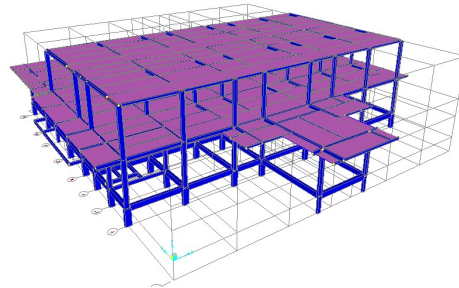
Tabel 3. Beban dinding

Jenis beban mati tambahan	Berat (kN/m ²)
pas bata ringan hebel 10 cm	1,10

Tabel 4. Beban hidup

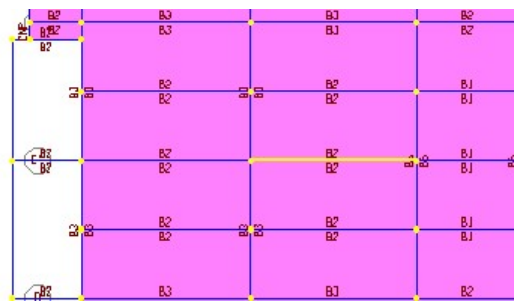
Jenis beban hidup	Berat (kN/m ²)
kantor	2,40
Koridor	3,38

2. Pemodelan struktur



Gambar 2. gambar 3D struktur bangunan

3. Analisis profil balok



Gambar 3. lokasi balok yang dianalisis

Balok yang dianalisis terletak pada B2 lantai 2 (koordinat C'2-C'3) berdasarkan rasio terbesar dengan spesifikasi profil IWF 200.100.5,5.8.

$$M_n = M_p = f_y \cdot Z_x$$

Z_x = modulus penampang plastis

$$Z_x = b \cdot t_f \left(d - 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot t_f \right) + \left(\frac{d}{2} - t_f \right) t_w \cdot \left(\frac{d - 2t_f}{2} \right)$$

d = tinggi profil

$$Z_x = 200152 \text{ mm}^3$$

$$M_n = M_p = 48036480 \text{ Nmm} = 48036,48 \text{ kNm}$$

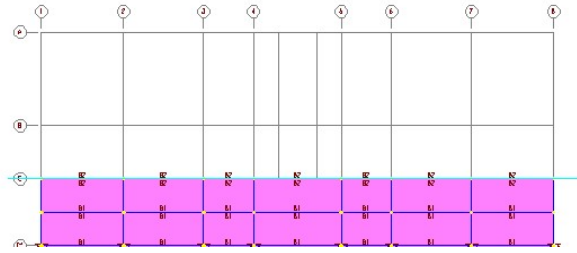
Syarat yang harus dipenuhi yaitu ;

$$\phi M_n = 0.9 \times 48036.48 = 43232.83 \text{ kNm}$$

$$M_u = 40430.99 \text{ kNm}$$

$M_u \leq \phi M_n$, sehingga balok kuat terhadap tekuk lentur (*flexeural buckling*)

4. Analisis profil kolom



Gambar 4. Lokasi kolom yang dianalisis

Kolom yang dianalisis terletak pada K4 lantai 2 (koordinat C7) berdasarkan rasio terbesar dengan spesifikasi profil IWF 500.200.10.16.

a) Faktor tekuk elastis

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{r_x} = \frac{3280}{182,165} = 18,006$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{r_y} = \frac{3280}{33,99} = 96,488$$

Maka diambil nilai maksimum yaitu $\lambda_y = 96.488 \text{ mm}$

$$\frac{L_c}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$96.488 < 136$$

$$F_{cr} = \left[0,658^{\frac{f_y}{f_e}} \right], f_y$$

$$F_{cr} = \left[0,658^{\frac{240}{211,81}} \right], 240 = 156,33 \text{ Mpa}$$

$$P_n = F_{cr} \times A_g = 156,33 \times 11680 = 1825889,404 \text{ N} = 1825,889 \text{ kN}$$

b) Faktor tekuk torsi

Tegangan kritis (f_{cr}), ditentukan sebagai berikut sesuai dengan persamaan

$$\begin{aligned} f_e &= \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y} \\ &= \left[\frac{\pi^2, 2,10^5, 8,034, 10^{11}}{10758400} + 32481642667 \right] \frac{1}{401086506} \\ &= (1,473.10^{11} + 32481642667).2,4932.10^{-9} = 448,12 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$F_{cr} = \left[0,658^{\frac{240}{448,12}} \right], 240 = 191,804 \text{ MPa}$$

$$P_n = F_{cr} \times A_g = 191,804 \times 11680 = 2240272,55 \text{ N} = 2240,27 \text{ kN}$$

c) Kekuatan tekan nominal

Dari kedua nilai P_n , diambil P_n minimum.

$$P_n = 1825,889 \text{ kN}$$

$$\phi P_n = 0,9 \times 1825,889 = 1643,30 \text{ kN}$$

$$P_u = 108,60 \text{ kN}$$

$P_u \leq \phi P_n$, sehingga kolom dinyatakan aman dan kuat terhadap beban tekan (tidak mengalami tekuk).

d) Kekuatan lentur nominal

$$M_n = f_y \cdot S$$

Sumbu kuat (x)

$$M_{nx} = f_y \cdot S_x = 240 \times 1550357 = 372085.7 \text{ Nmm} = 372.08568 \text{ kNm}$$

$$\phi M_{nx} = 0.9 \times 372.08568 = 334.877 \text{ kNm}$$

Sumbu lemah (y)

$$M_{ny} = f_y \cdot S_y = 240 \times 134972 = 3239328 \text{ Nmm} = 32.39328 \text{ kNm}$$

$$\phi M_{ny} = 0.9 \times 32.39328 = 29.154 \text{ kNm}$$

$M_{ux} < \phi M_{nx}$, $M_{uy} < \phi M_{ny}$, sehingga kolom dinyatakan **aman terhadap beban lentur baik pada sumbu kuat maupun sumbu lemah.**

e) Interaksi aksial – lentur

Persamaan interaksi yang digunakan $\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{M_u}{\phi M_n} \leq 1$ sehingga momen maksimum yang diizinkan (pada sumbu tertentu) ketika memikul beban P_u .

$$M_u = \phi M_n \left(1 - \frac{P_u}{\phi P_n}\right)$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{108.60}{1643.30} = 0.06609 < 1$$

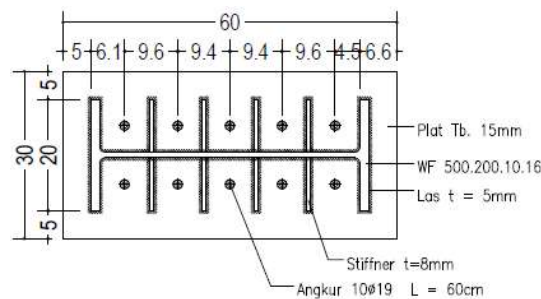
$$M_{ux} = 334.877(1 - 0.06609) = 312.75 \text{ kNm}$$

$$M_{uy} = 29.154(1 - 0.06609) = 27.22 \text{ kNm}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} = \frac{108.60}{1643.30} + \frac{312.75}{334.877} = 1.0$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} = \frac{108.60}{1643.30} + \frac{27.22}{29.154} = 0.999$$

5. Analisis Baseplate



a) Analisis tekanan beton di bawah Baseplate

Luas bidang kontak

$$A_1 = B \times L = 300 \times 600 = 180000 \text{ mm}^2$$

Tekanan rata-rata pada beton

$$q = \frac{P_u}{A_1} = \frac{305636}{180000} = 1.698 \text{ MPa}$$

Eksentrisitas beban

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{14420100}{305636} = 47.5 \text{ mm}$$

$e = 47.5 < L/6 = 100 \text{ mm}$, distribusi tekanan masih merata

b) Kapasitas tekan beton (*bearing strength*)

$$\phi R_n = \phi \times 0.85 f'_c A_1$$

$$\phi R_n = 0.65 \times 0.85 \times 18.1 \times 180000$$

$$\phi R_n = 1.80 \times 10^6 \text{ N} = 1800 \text{ kN}$$

$P_u = 305.6 \text{ kN} < \phi R_n = 1800 \text{ kN}$, aman terhadap kapasitas tumpu beton.

c) Kapasitas angkur

- Kapasitas tarik baut

Luas penampang

$$A_b = \frac{\pi d^2}{4} = 283.5 \text{ mm}^2$$

Kapasitas nominal tarik

$$\phi T_n = \phi A_b f_u = 0.75 \times 283.5 \times 825 = 175416 \text{ N} = 175.5 \text{ kN}$$

Kapasitas total sisi tarik (5 baut)

$$5 \times 175.4 = 877 \text{ kN}$$

Gaya tarik akibat momen

$$T_{req} = \frac{M_u}{n_t \times f} = \frac{14520100}{5 \times 189.2} = 15.35 \text{ N / baut}$$

$$\text{Rasio kapasitas } \frac{T_{req}}{\phi T_n} = \frac{15.35}{175416} = 0.000087$$

- Kapasitas geser baut

$$\phi V_n = \phi 0.6 A_b f_u$$

$$\phi V_n = 0.75 \times 0.6 \times 283.5 \times 825 = 105300 \text{ N / baut}$$

Total 10 baut

$$10 \times 105.3 = 1053 \text{ kN}$$

$$V_u = 4.487 \text{ kN} < \phi V_n = 1053 \text{ kN}$$

$$\text{Rasio kapasitas } \frac{V_u}{\phi V_n} = \frac{4.487}{1053} = 0.0043$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisis yang mengacu SNI 1727-2013 dan SNI 1729-2020 telah memenuhi persyaratan yang sudah ada. Pada perhitungan dan program bantu software analisis struktur dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Profil balok IWF 200.100.5,5.8 memenuhi kriteria kekuatan lentur dan aman terhadap tekuk lentur (flexural buckling) sesuai SNI 1729:2020.
2. Profil kolom IWF 500.200.10.16 menunjukkan kolom aman terhadap beban aksial, lentur, dan tekuk baik pada sumbu kuat maupun lemah.
3. Analisis baseplate menunjukkan bahwa kapasitas tumpu beton, gaya tarik, dan gaya geser masih berada dalam batas aman ($R_u < \phi R_n$) sehingga baseplate dapat menahan gaya-gaya yang bekerja.

Secara keseluruhan, elemen struktur baja pada perkantoran SATPAS Sidoarjo dinyatakan memenuhi persyaratan kekuatan dan keamanan berdasarkan metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK) sesuai SNI 1729-2020. Perlu dilakukan studi lebih lanjut menggunakan metode lain untuk mengintegrasikan analisis lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- badan Geologi Kementerian Esdm, *Atlas Sebaran Batu Lempung Bermasalah Indonesia*. 2019.
- A. Suganda, E. Samsurizal, And E. Sutandar, “Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Kantor Sewa Tujuh Lantai Di Pontianak,” *Jelast J. Pwk, Laut, Sipil, Tambang*, Vol. 5, No. 1, Pp. 1–9, 2018, Doi: [Http://Dx.Doi.Org/10.26418/Jelast.V5i1.25296](http://dx.doi.org/10.26418/jelast.v5i1.25296).
- M. F. W. Pratama And E. F. N. Hidayatullah, “Perancangan Ulang Struktur Atas Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta Menggunakan Baja Konvensional,” *Inersia Lnformasi Dan Ekspose Has. Ris. Tek. Sipil Dan Arsit.*, Vol. 17, No. 2, Pp. 141–152, 2021, Doi: [10.21831/Inersia.V17i2.34187](https://doi.org/10.21831/Inersia.V17i2.34187).
- I. O. F. Fambudi, B. Sutriyono, R. Trimurtiningrum, And N. Rochmah, “Modifikasi Perencanaan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik Dengan Struktur Baja Tahan Gempa,” *Extrapolasi*, Vol. 17, No. 1, Pp. 30–43, 2021, Doi: [10.30996/Exp.V17i1.3616](https://doi.org/10.30996/Exp.V17i1.3616).
- R. Wantania, B. D. Handono, And R. Pandaleke, “Perencanaan Bangunan Sekolah Konstruksi Baja 4 Lantai Di Kota Manado,” *J. Sipil Statik*, Vol. 7, No. 9, Pp. 1179–1190, 2019.
- B. Doloksaribu, J. Paresa, And E. Y. Hekopung, “Redesain Struktur Gedung 3 Lantai Wisma Atlet Dengan Menggunakan Struktur Baja,” *Musamus J. Civ. Eng.*, Vol. 3, No. 2, 2021.
- Azwan, Faisal, And G. Setya Budi, “Analisis Struktur Baja Gedung Perkuliahan 7 Lantai Dengan Ketentuan Desain Kekuatan Izin (Dki),” Pp. 1–8, 2020.
- A. A. Saputra, S. Winarto, And A. Ridwan, “Perencanaan Struktur Baja Pada Konstruksi Empat Lantai Pada Hotel Jaya Raya,” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, Vol. 1, No. 2, Pp. 248–258, 2018, Doi: [10.30737/Jurmateks.V1i2.382](https://doi.org/10.30737/Jurmateks.V1i2.382).
- S. R. Indah, Y. Chandra, And T. M. Hafli, “Studi Desain Elemen Struktur Baja Berdasarkan Sni 1729 : 2015 Dan Sni 1729 : 2020,” *Malikussaleh J. Mech. Sci. Technol.*, Vol. 6, No. 2, Pp. 6–13, 2022.
- S. Faozi, A. Amudi, T. Sundari, And M. W. Nugroho, “Perencanaan Struktur Baja Gedung Parkir Universitas Hasyim Asy’ari Tebuireng Jombang,” *Pros. Sentikuin (Seminar Nas. Teknol. Ind. Lingkung. Dan Infrastruktur)*, Vol. 3, Pp. D2-1, 2020.
- I. W. Giatmaja, I. G. O. Darmayasa, And N. K. S. A. Sukawati, “Perencanaan Struktur Komposit Baja-Beton Dengan Metode Lrfd (Load And Resistance Factor Design) Ruang Kelas Lantai Iii Smk Pariwisata Labuan Bajo – Flores – Ntt,” *J. Ilm. Vastuwidya*, Vol. 3, No. 2, Pp. 52–61, 2021.
- A. Yaqin, Warsito, And E. Noerhayati, “Studi Perbandingan Struktur Baja Pada Pembangunan Terminal Bandara Bima Dengan Metode Lrfd (Load And Resistance Factor Design) Dan Metode Asd (Allowable Stress Design),” *J. Rekayasa Sipil*, Vol. 10, No. 5, Pp. 36–44, 2021.
- B. Pramudya N, T. Sundari, M. W. Nugroho, And T. Yulianto, “Perencanaan Ulang Struktur Bangunan Atas Baja Pada Gedung 7 Lantai Menggunakan Metode Load Resistance,” *J. Ilm. Reaktip*, Vol. 04, No. 02, Pp. 10–16, 2024.