

Tinjauan Ulang Struktur Atap Profil Baja IWF 200.100.5,5.8

Rahmat Watsibuan¹ Muhamad Yunus S² Toto Mulyono³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhadi Setiabudi, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia^{1,2,3}

Email: rahmatwatsibuan@gmail.co.id¹ yunus.gb89@gmail.com² toto.dikmen@gmail.com³

Abstrak

Baja WF merupakan material konstruksi yang sering digunakan untuk konstruksi atap. Konstruksi atap rangka baja menjadi pilihan sebagian besar pengusaha yang membutuhkan ruangan besar baik gudang maupun pabrik. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari struktur baja profil WF dan Sambungan yang digunakan oleh salah satu bangunan gudang di kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes. Metode analisa yang digunakan yaitu LRFD dengan Bantuan SAP 2000 v20. Berdasarkan hasil yang diperoleh, rangka atap baja menggunakan profil WF 200.100.5,5.8 Pada struktur gording yang menggunakan baja CNP 150.50.20.3,2 didapatkan hasil bahwa profil ini tidak aman terhadap kekuatan lentur, namun aman terhadap tekuk. Dan Pada struktur kuda - kuda dengan profil baja IWF 200.100.5,5.8 didapatkan bahwa struktur ini memenuhi terhadap cek kelangsingan, geser nominal, dan juga momen tahanan.

Kata Kunci: Struktur Atap Profil Baja

Abstract

Steel is a construction material often used for roofs. Steel frame roof construction is the preferred choice of entrepreneurs who need large spaces for warehouses and factories. This analysis aims to determine the strength of the WF profile steel structure and connection used in one of the warehouse buildings in the Wanasari subdistrict of the Brebes Regency. The analysis method used is LRFD with the help of SAP 2000 v20. The analysis revealed that the steel roof truss uses a WF profile of 200.100.5.5.8. For the CNP 150.50.20.3.2 steel structure, the results showed that the profile is not safe against bending strength but is safe against bending. In the horse structure with an IWF 200.100.5.5.8 steel profile, the structure was found to meet the slenderness check, nominal shear, and moment of resistance requirements.

Keywords: Steel Profile Roof Structure



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Atap merupakan komponen utama dalam sebuah bangunan untuk melindungi dari berbagai macam cuaca dan halangan dari sisi atas. Atap juga merupakan komponen Arsitektur yang membuat estetik pada sebuah bangunan (Lydia Darmiyanti, Ahmad Pahrul Rodji, 2024). Oleh sebab itu tiap-tiap bangunan harus memiliki atap sesuai kebutuhan penghuninya. Memanfaatkan struktur atap dengan baja adalah mudah dalam pemasangan, kuat, mudah perawatan dan tahan lama. Profil Baja juga mampu tahan di cuaca ekstrem. Profil Baja juga dibuat dengan anti rayap, tahan air dan tidak mudah korosi (Evander, Supriyadi & Bang, 2023). Rangka Baja Profil WF tidak hanya digunakan untuk membuat atap yang tidak mudah keropos tetapi juga digunakan karena kekuatan lelehnya yang tinggi. Untuk kuda kuda atap ini, baja WF digunakan (Pongsinoran, 2022). Konstruksi atap baja WF dirancang untuk menahan beban penutup atap, beban berat sendiri, beban sekunder seperti angin, beban pekerja, dan beban lainnya yang mungkin terjadi di tempat kerja (Fariha et al., 2019). Penggunaan struktur rangka atap dengan profil WF yang semakin meningkat membuat analisis rangka kuda-kuda WF dan hubungannya menarik. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kekuatan dan sambungan kuda baja profil WF (Renaldy, 2020). Banyak kuda jenis ini ditemukan di gudang dan bangunan pabrik. Karena

bentangan bangunan yang besar dan pengerjaan yang lebih efisien, kuda-kuda ini biasanya digunakan (Pranowo et al., 2024). Atap kuda-kuda ini berbentuk pelana. Penggunaan kuda-kuda IWF di pabrik atau gudang dapat dilakukan hingga 40 meter. Ukuran baja profil IWF yang diperlukan terkait dengan lebar bangunan (Saputra et al., 2024).

Tinjauan Pustaka

Penggunaan baja BJ37 dengan mutu tertentu dalam konstruksi atap. Rangka atap dengan profil IWF dan CNP, serta referensi jurnal tentang metode analisis struktur atap baja, termasuk beban yang umum diperhitungkan (beban mati, hidup, angin, hujan) dan sambungan dengan baut M16 (Muhamamad Zainur Rozikin, Warsito, 2024).

Analisis Struktur

- Perhitungan beban total per satuan area dan transformasi menjadi gaya pada rangka atap
- Pemeriksaan beban tekan dan tarik pada profil IWF serta gording CNP
- Analisis tekuk dan lendutan dengan mempertimbangkan modulus elastisitas dan dimensi profil
- Evaluasi sambungan baut M16 untuk menahan gaya geser dan tarik
- Verifikasi kapasitas profil baja terhadap tegangan leleh dan ultimit
- Pengaruh kemiringan 22° pada distribusi beban dan gaya dalam rangka (Diredja et al., 2023)

Data dan Pembahasan perhitungan

Data Perencanaan Gording

Jarak kuda - kuda = 6 m
 Jarak Gording = 1,022 m
 Sudut kemiringan atap = 22
 Sambungan = Baut M16
 Profil gording = CNP 150.50.20.3,2
 Profil kuda - kuda = IWF 200.100.5,5.8
 Berat gording = 6,76 kg/m
 Berat kuda - kuda = 21,3 kg/m

Modulus Elastisitas (E) = 200000 Mpa
 Mutu Baja = BJ37
 Berat per Unit Volume Baja = 7850 kg/m³
 Tegangan leleh (fy) = 240 Mpa
 Tegangan ultimit (fu) = 370 Mpa
 Peregangan minimum = 20 %
 Penutup atap = Genteng Galvalum 50 kg/m²
 Beban Hidup Gording = 100 kg
 Beban Air Hujan = (40 - 22)
 = 22,4 Kg/m²
 Tekanan tiup angin = 25 Kg/m²

Tabel 1. Data Profil Baja Sesuai Dengan Tabel Profil Baja

Profil	Size				Section Area	Wight	Corner Radius	Momen of Inersia		Radius of Gyration		Section Modulus	
	A	B	C/tw	T/tf				Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy
	mm	Mm	mm	mm	cm ²	Kg/m	(r)	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³
CNP	150	50	20	3,2	8,607	6,76		280	28,3	5,71	0,713	37,4	8,19

150.50.20.3,2													
IWF	200	100	5,5	8	27,16	21,3	11	1,84	134	8,24	2,22	184	26,8
200.100.5,5.8													

PERHITUNGAN GORDING

Pembebanan

Beban Mati

Beban Penutup Atap = $50 \text{ kg/m}^2 \times 1,022 \text{ m} = 51,1 \text{ kg/m}$

Berat Gording = $6,76 \text{ kg/m}$

Trakstang berfungsi sebagai batang tarik yang berfungsi untuk memperkecil lendutan arah y. Perhitungan ini menggunakan Program bantu SAP 2000.

Berat trackstang = $0,676 \text{ kg/m}$

(10% x Berat Gording)

Jumlah total beban mati = $57,436 \text{ kg/m}$

Beban Hidup

Diasumsikan beban hidup merupakan beban terpusat yang diperoleh dari beban air hujan dan beban manusia yang bekerja pada atap.

Beban Hidup Pekerja = 100 kg

Beban Air Hujan = $22,4 \text{ kg/m}^2 \times 6 \times 1,022 = 137,357 \text{ kg}$

Diasumsikan tekanan tiup angin = 25 kg/m^2

Koefisien angin

Angin tekan = $0,02 \alpha - 0,4$

= $0,02 \times 22 - 0,4$

= $0,04$

Angin hisap = $-0,4$

Beban angin

Beban angin tekan (Wty)

= $0,4 \times 1,022 \times 25$

= $1,022 \text{ kg/m}$

Beban angin hisap (Why)

= $-0,4 \times 1,022 \times 25$

= $-1,022 \text{ kg/m}$

Momen Akibat Pembebanan Gording

Beban Mati (D)

$q = 57,436 \text{ kg/m}$

Jarak antar kuda – kuda = 6 m

$qx = q \sin \alpha = 57,436 \sin 22^\circ$

= $21,52 \text{ kg/m}$

$qy = q \cos \alpha$

= $57,436 \cos 22^\circ$

= $53,25 \text{ kg/m}$

$Mx = 1/8 \cdot qx \cdot L^2$

= $96,82 \text{ kgm}$

$My = 1/8 \cdot qy \cdot L^2$

= $239,64 \text{ kgm}$

Beban Hidup

Beban Hidup Pekerja (P) = 100 kg

Jarak Antar kuda-kuda = 6 m

$Px = P \sin \alpha = 100 \sin 22^\circ = 37,46 \text{ kg/m}$

$$P_y = P \cos \alpha = 100 \cos 22^\circ = 92,72 \text{ kg/m}$$

$$M_x = \frac{1}{4} \cdot P_x \cdot L$$

$$= 56,19 \text{ kgm}$$

$$M_y = \frac{1}{4} \cdot P_y \cdot L$$

$$= 139,08 \text{ kgm}$$

$$\text{Beban hidup Air Hujan} = 137,357 \text{ kg}$$

$$P_x = P \sin \alpha = 137,357 \text{ kg} \sin 2^\circ = 51,45 \text{ kg/m}$$

$$P_y = P \cos \alpha = 137,357 \cos 22^\circ = 127,36 \text{ kg/m}$$

$$M_x = \frac{1}{4} P_x \cdot L$$

$$= 77,18 \text{ kgm}$$

$$M_y = \frac{1}{4} P_y \cdot L$$

$$= 191,03 \text{ kgm}$$

Jadi, jumlah beban hidup pekerja dan beban hidup air hujan adalah

$$P_x \text{ total} = 37,46 + 51,45 = 88,92 \text{ kg/m}$$

$$P_y \text{ total} = 92,72 + 127,36 = 220,07 \text{ kg/m}$$

$$M_x \text{ total} = 56,19 + 77,18 = 133,37 \text{ kg.m}$$

$$M_y \text{ total} = 139,08 + 191,03 = 330,11 \text{ kg.m}$$

Beban Angin (W)

$$MW_{ty} = 1/8 W_{ty} \cdot L^2$$

$$= 1/8 \cdot 1,022 \cdot 6^2$$

$$= 5,60 \text{ kgm (Tekan)}$$

$$M_{w_{hy}} = 1/8 \cdot W_{ty} \cdot L^2$$

$$= 1/8 \times -10,22 \times 6^2$$

$$= -45,99 \text{ kgm (Hisap)}$$

Kombinasi Pembebanan Gording

Sumber Buku Perencanaan Struktur Baja Metode LRFD, Agus Setiawan

a. **U = 1,4D**

$$U_x = 1,4 \times 96,82 = 135,55 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,4 \times 239,64 = 335,50 \text{ kg.m}$$

b. **U = 1,2D + 0,5La**

$$U_x = 1,2 \times 96,82 + 0,5 \times 133,37 = 182,872 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2 \times 239,64 + 0,5 \times 330,11 = 452,625 \text{ kg.m}$$

c. **U = 1,2D + 1,6La + 0,8W**

$$U_x = 1,2 \times 96,82 + 1,6 \times 133,37 + 0,8 \times 4,60 = 333,262 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2 \times 239,64 + 1,6 \times 330,11 + 0,8 \times -45,99 = 778,954 \text{ kg.m}$$

d. **U = 1,2 D + 1,3 W + 0,5 La**

$$U_x = 1,2 \times 96,82 + 1,3 \times 4,60 + 0,5 \times 133,37 = 188,851 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2 \times 239,64 + 1,3 \times -45,99 + 0,5 \times 330,11 = 392,838 \text{ kg.m}$$

e. **U = 0,9D + 1,3W**

$$U_x = 0,9 \times 96,82 + 1,3 \times 4,60 = 93,12 \text{ kg.m}$$

$$= 0,9 \times 96,82 - 1,3 \times 4,60 = 81,16 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 0,9 \times 239,64 + 1,3 \times -45,99 = 155,89 \text{ kg.m}$$

$$= 0,9 \times 239,64 - 1,3 \times -45,99 = 275,46 \text{ kg.m}$$

Jadi, $M_{ux}, M_{ax} = 333,262 \text{ kg.m}$

$M_{uy}, M_{ay} = 778,954 \text{ kg.m}$

Klasifikasi Penampang Profil Kanal C

Sayap (*flange*)

$$\lambda_f = \frac{BF}{t} = \frac{50}{3,2} = 15,625$$

$$\lambda_{pf} = 0,38 = 10,970$$

$$\lambda_{rf} = 1,00 \sqrt{E/f_y} = 28,868$$

Karena $\lambda_{pf} < \lambda_f < \lambda_{rf}$, komponen sayap merupakan **penampang non kompak**

Badan (web)

$$\lambda_w = h/t = 150/3,2 = 46,875$$

$$\lambda_{pw} = 3,76 \sqrt{E/f_y} = 108,542$$

$$\lambda_{rw} = 5,7 \sqrt{E/f_y} = 164,545$$

Karena, $\lambda_w < \lambda_{pw}$ komponen badan merupakan **penampang kompak**.

Kontrol Perhitungan

$$W = 6,76 \text{ kg/m } I_x = 280 \text{ cm}^4 i_x = 5,71 \text{ cm}$$

$$Z_x = 37,4 \text{ cm}^3 I_y = 28,3 \text{ cm}^4 i_y = 0,713 \text{ cm}$$

$$Z_y = 8,19 \text{ cm}^3 A = 8,607 \text{ cm}^2$$

$$M_{nx} = F_y * Z_x = 2400 \text{ kg/cm}^2 \times 37,4 \text{ cm}^3 = 89760 \text{ kgcm}$$

$$M_{ny} = F_y * Z_y = 2400 \text{ kg/cm}^2 \times 8,19 \text{ cm}^3 = 19656 \text{ kgcm}$$

Kontrol terhadap lentur

SNI 03-1749-2002

Syarat

$$\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} < 1$$

$$\frac{33326,210}{0,9 \times 89760} + \frac{77895,429}{0,9 \times 19656} = 4,816 < 1 \text{ TIDAK AMAN}$$

Kontrol terhadap tekuk

Syarat

$$M_{ux} < \phi M_{nx}$$

$$33326,2 < 0,9 \times 89760$$

$$33326,2 < 80784 \text{ MEMENUHI SYARAT}$$

PERHITUNGAN BEBAN GEMPA

Kategori Resiko Gempa = I

Faktor Keutamaan Gempa = 1

Klasifikasi situs = SBC (Batuan)

Koefisien Spektrum Design

$$S_s = 0,702$$

$$S_1 = 0,3233$$

Koefisien Situs

SDs

$$= \frac{2}{3} S_{Ms} = \frac{2}{3} \times 0,9 = 0,6$$

SD1

$$= \frac{2}{3} S_{M1} = \frac{2}{3} \times 0,8 = 0,53333$$

Transisi

$$T_0 =$$

$$= 0,2 \times \frac{SD_1}{SD_s} = 0,2 \times \frac{0,53333}{0,6} = 0,17778$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDs} = \frac{0,53333}{0,6} = 0,88889$$

Kategori Desain Seismik

Karena

Nilai SDs sebesar dan berada antara rentang

Dengan kategori resiko I, maka Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons

Percepatan pada periode Pendek = Kategori D

Percepatan pada periode 1 detik = Kategori D

Periode Getar "T" Gedung Karena nilai SD1 sebesar

Koefesien $C_v = 1,4$

Tipe Struktur = Rangka Baja Pemikul Momen

$C_t = 0,0724$

$X = 0,8$

$H = 10$

Nilai $T_a = C_t \cdot h \cdot x$

$= 0,0724 \times 08 \times 10$

$= 0,45681$ detik

PERHITUNGAN KUDA - KUDA

Data data Kuda - Kuda

Bentang kuda kuda = 23,25 m

Jarak kuda - kuda = 6 m

Jarak gording = 1,022 m

Sudut Kemiringan Atap = 22 m

Penutup atap = Genteng Galvalum = 50 kg/m²

Sambungan = Baut M16

Berat gording = 6,76kg/m

Modulus Elastisitas (E) = 200000mpa

Modulus Geser (G) = 80000 mpa

Poisson ratio (m) = 30 %

Mutu baja = BJ37

Tegangan leleh (f_y) = 240 Mpa

Tegangan ultimit (f_u) = 370 Mpa

Peregangan minimum = 20 %

Berat baja per unit volume = 7850 kg/m³

Berat Hidup Gording = 100 kg

Tekanan tiup angin = 25 kg/m²

Pembebanan

Berat Atap

BA = Berat penutup atap x jarak gording x jarak kuda-kuda = 50 x 1,022 x 6 = 306,6 kg

Berat Gording

BG = Berat profil gording baja x Jarak kuda-kuda

$= 6,76 \times 6$

$= 40,56$ kg

Berat sendiri kuda - kuda

Digunakan profil IWF 200.100.5,5.8

Sehingga berat sendri kuda – kuda = 21,3 kg/m x 23,25 m = 495,225 kg

Beban hidup

Beban Pekerja = 100 kg

Beban air hujan

Beban air hujan = 22,4 kg/m²

Beban diuraikan menjadi

$R1 = \text{Beban} \times 0,5 \times \text{jarak Gording} \times \text{jarak kuda-kuda} = 22,4 \times 0,5 \times 1,022 \times 6 = 68,678 \text{ kg}$

$R2 = \text{Beban} \times 1 \times \text{jarak gording} \times \text{jarak kuda-kuda} = 22,4 \times 1 \times 1,022 \times 6 = 137,357 \text{ kg}$

Beban Angin

Koefisien angin tekan (Ct) = 0,2

Koefisien angin hisap (Ch) = -0,4

Angin tekan (Wt) = beban angina x Ct x Jarak Gording x jarak kuda-kuda
 $= 25 \times 0,2 \times 1,022 \times 5 = 30,66 \text{ kg}$

Angin hisap (Wh) = beban angina x Ch x jarak gording x jarak kuda-kuda
 $= 25 \times -0,4 \times 1,022 \times 6 = -61,32 \text{ kg}$

Analisa Pembebanan

Beban Mati

P = Beban gording + atap

= 306,6 kg

= 306,6 kg

Berat sendiri atap

Didefinisikan di SAP 2000

Beban Hidup

Beban Pekerja = 100 kg

Beban Air Hujan

R1 = 68,678 kg

R2 = 137,357 kg

Beban Angin

Angin kiri

Angin Tekan

$Wtx = Wtx \sin a = 11,49 \text{ kg}$

$Wty = Wty \cos a = 28,43 \text{ kg}$

Angin hisap

$Whx = Whx \sin a = -22,97 \text{ kg}$

$Why = Why \cos a = -56,85 \text{ kg}$

Angin kanan

Angin Tekan

$Wtx = Wtx \sin a = 11,49 \text{ kg}$

$Wty = Wty \cos a = 28,43 \text{ kg}$

Angin hisap

$Whx = Whx \sin a = -22,97 \text{ kg}$

$Why = Why \cos a = -56,85 \text{ kg}$

Beban Gempa

Dianalisis menurut SNI 1726 Tahun 2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung

Perhitungan Dimensi Struktur

Hasil Perhitungan SAP 2000 (terlampir)

Cek Desain Kuda - Kuda

Cek Kelangsingan

$$Flens = \frac{bf/2}{tf} = 6,25 < 0,38 \times \left(\frac{Es}{fy}\right)^{0,5} = 10,9697$$

$$Web = \frac{h}{tw} = 36,3636 < 2,45 \times \left(\frac{Es}{fy}\right)^{0,5} = 70,7254$$

“AMAN”

Penampang profil sebagai penampang kompak

Cek Momen Tahanan

Diketahui dari hasil analisis SAP

$$M_{max} = 6846,64 \text{ kgm}$$

$$M_n = Z_x \cdot f_y$$

$$= 184000 \times 240$$

$$= 44160000 \text{ Nmm}$$

$$= 4416000 \text{ Kgm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 4416000$$

$$= 3974400 \text{ kgm} > M_{max}$$

$$= 684,64 \text{ kgm AMAN}$$

Cek Geser Tahanan

Diketahui nilai geser V max dari data SAP V Max = 5138,07 kgf

$$\phi V_n = 0,6 \times f_y \times A_w = 0,6 \times f_y \times t_w \times h = A - 2(t_f + r) = 162 \text{ mm}$$

$$= 0,6 \times 240 \times 5,5 \times 162 = 128304 \text{ N}$$

$$= 12830,4 \text{ kg}$$

$$\phi V_n > V_{max} = 12830,4 > 5138,07 \text{ AMAN}$$

Sample Pembahasan

Dari analisa struktur dengan menggunakan SAP2000 didapatkan hasil dimana sejumlah kolom struktur memberikan hasil berwarna merah yang menandakan bahwa struktur tersebut tidak aman. Diambil data dari salah satu kolom dengan melihat detail analisisnya, dapat diketahui bahwa nilai $\mu > \phi \cdot M_n$ yang menunjukkan bahwa kolom tidak aman terhadap momen penampang (Junaidi, 2024).

KESIMPULAN

Struktur rangka baja dengan mutu BJ37 dengan spesifikasi sebagaimana yang ada pada gambar struktur, setelah dianalisis kekuatan struktur dengan bantuan SAP2000, didapatkan hasil:

1. Pada struktur gording yang menggunakan baja CNP 150.50.20.3,2 didapatkan hasil bahwa profil ini tidak aman terhadap kekuatan lentur, namun aman terhadap tekuk
2. Pada struktur kuda - kuda dengan profil baja IWF 200.100.5,5.8 didapatkan bahwa struktur ini memenuhi terhadap cek kelangsingan, geser nominal, dan juga momen tahanan.
3. Pada struktur kolom dengan profil IWF 250.125.6.9 didapatkan hasil analisa bahwa struktur ini tidak aman terhadap momen aksial.
4. Dengan nilai beban struktur yang ditumpu oleh pondasi footplat, penggunaan dimensi footplat dengan ukuran 0,9 m x 0,9 m didapatkan hasil bahwa struktur tersebut tidak aman untuk menampung beban struktur.

Saran

Perlu adanya perencanaan ulang struktur ini, baik dari struktur atas hingga struktur bawah. Pembesaran dimensi pondasi footplat sangat direkomendasikan guna dapat menahan beban struktur utama di atasnya. Sementara itu, perencanaan ulang terhadap pemilihan profil baja yang sebagai struktur utama, baik dari segi pembesaran dimensi ataupun mutu baja sangat direkomendasikan untuk dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Diredja, N. V., Desimaliana, E., & Adhitomo, I. (2023). Studi Perbandingan Respon Struktur pada Gedung Menggunakan Profil Baja Kastela dan WF. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 9(3), 240–245. <https://doi.org/10.26760/rekaracana>
- Evander, Supriyadi, B., & Bang. (2023). *Perancangan Ulang Struktur Tipe Gable Frame Menggunakan Profil Baja Prismatic Dan Perancangan Tebal Perkerasan Kaku (Studi Kasus: Gudang Pabrik Amonium Nitrat PT KAN) EVANDER E S T, Prof. Dr. Ir. Bambang Supriyadi, CES., DEA., IPU. ASEAN Eng.*
- Fariha, B. M., Achmad, K., Dan, M. T., Pongtuluran, E. H., & Eng, M. (2019). *Analisa Rangka Atap Kuda-Kuda Baja Double Siku, Profil WF, dan Hexagonal Castellated Beam*. 136–145. <https://ojs.poltekba.ac.id/ojs/index.php/jutateks/article/view/171>
- Junaidi. (2024). *Karakteristik Material Baja St.37 dengan Temperatur dan Waktu Pada Uji Heat Treatment menggunakan Furnace*. 1.
- Lydia Darmiyanti, Ahmad Pahrul Rodji, A. M. (2024). *Perencanaan Struktur Atap Profil Baja WF*. 2.
- Muhamamad Zainur Rozikin, Warsito, B. S. (2024). *Studi Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Gedung Kampus STKIP Al Hikmah Surabaya*. 2.
- Pongsinoran, R. (2022). *REVIEW DESAIN STRUKTUR PORTAL BAJA KONSTRUKSI PASAR KOTA TARA KAN SKRIPSI*.
- Pranowo, D. D., Widawati, E., & DeFretes, A. (2024). Re-disain profil baja pada sistem portal frame bangunan Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banyuwangi. *Journal Of Civil Engineering And Infrastructure Technology*, 3(1), 45–52.
- Renaldy, F. (2020). Studi Alternatif Perencanaan Struktur Baja pada Bangunan Gedung LAB Terpadu Universitas Islam Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil (e ...)*, Vol. 8. <http://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/7310>
- Saputra, A. A., Winarto, S., & Ridwan, A. (2024). Perencanaan Struktur Baja Pada Konstruksi Empat Lantai Pada Hotel Jaya Raya. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(2), 248–258. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v1i2.382>